

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет Комп'ютерні технології та системи
Кафедра Комп'ютерні інформаційні технології

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: «Розробка програмного забезпечення для виконання базових
будівельних проектних розрахунків»
за освітньою програмою **12 Інженерія програмного забезпечення**
зі спеціальності: **121 Інженерія програмного забезпечення**

Виконав: студент групи ПЗ1912:

(посада)

(підпис)

/Олександр КЕСАР/

Керівник:

(посада)

(підпис)

/Ірина ШАПОВАЛ/

Нормоконтролер:

(посада)

(підпис)

/Світлана ВОЛКОВА/

Дніпро – 2023 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies
Faculty Computer technologies and systems
Department Computer information technology

Explanatory Note
to Master's Thesis
bachelor

on the topic: «Development of software for the implementation of basic
everyday design developments»

according to educational curriculum **12 software engineering**
in the Speciality: **121 software engineering**

Done by the student of the group PZ1912: _____ /Oleksandr KESAR/
(посада) (підпис)

Scientific Supervisor: _____ /Iryna SHAPOVAL/
(посада) (підпис)

Normative controller: _____ / Svitlana VOLKOVA/
(посада) (підпис)

Supervisors:
Economic part _____ / Mykola GNENNIYN/
(посада) (підпис)

Український державний університет науки і технологій

Факультет “Комп’ютерні технології і системи”

Кафедра “Комп’ютерні інформаційні технології”

Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: “Інженерія програмного забезпечення”

Спеціальність “Інженерія програмного забезпечення”

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

_____ Вадим ГОРЯЧКІН

(підпис) (ПБ)

2023р. _____ «_____»

ЗАВДАННЯ

до дипломної роботи на здобуття ОС «бакалавр»

студента групи ПЗ 1912 (942) Кесар Олександр Романович
(номер групи) (ПБ)

1 Тема дипломної роботи: «Розробка програмного забезпечення для виконання базових будівельних проектних розрахунків»
затверджена наказом по університету від «___» _____ 201__ р. № __.

2 Термін подання студентом закінченої роботи – 21.06. 2023 року

3 Вихідні дані до дипломної роботи: Інтерфейс програмного додатку з різновидами будівельних проектних розрахунків, наявність вихідних даних у Excel-документі

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки): реферат, вступ, аналіз сучасного стану предметної області, проектування, тестування та відлагодження, опис програмного продукту, висновки, бібліографічний список

5 Перелік демонстраційного матеріалу: доповідь, презентація, демонстраційне відео

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п ор. | Зміст роботи (розділу) | Термін виконання розділів роботи | Примітк а |
|------------|--|---|--------------|
| 1 | Вступ | 12.09.22 – 26.10.22 | |
| 2 | Аналіз сучасного стану дослідження проблеми за науковими літературними джерелами | 27.10.22 – 04.03.23 | |
| 3 | Аналіз сучасного стану програмно-апаратного забезпечення, яке потребує вдосконалення для вирішення проблем дослідження | 05.03.23 – 31.04.23 | |
| 4 | Постановка задачі, технічне завдання | 01.05.23 – 07.05.23 | |
| 5 | Техніко-економічні показники | 08.05.23 – 15.05.23 | |
| 6 | Розробка інструментальних засобів дослідження | 16.05.23 – 21.05.23 | |
| 7 | Виконання досліджень | 22.05.23 – 28.05.23 | |
| 8 | Оформлення результатів дипломної роботи | 29.05.23 – 11.06.23 | |
| 9 | Подання дипломної роботи до кафедри | | |
| 1 | Подання дипломної роботи до кафедри | 27.06.23 | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| 0 | | | |
|---|--|--|--|

Дата видачі завдання «___» _____ 202 р.

Керівник дипломної роботи _____ Шаповал Ірина Вікторівна
(підпис) (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____ Кесар Олександр Романович
(підпис) (ПІБ)

Бланк відгуку керівника роботи
ВІДГУК

Основного керівника _____

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| РЕФЕРАТ | 7 |
| ВСТУП..... | 8 |
| 1. ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ..... | 10 |
| 1.1 Будівельно-проектні розрахунки..... | 10 |
| 1.2 Аналіз аналогів..... | 11 |
| 1.3 Формування вимог..... | 12 |
| 2. ПРОЕКТУВАННЯ..... | 13 |
| 2.1 Функціональні вимоги..... | 13 |
| 2.2 Вхідні та вихідні дані..... | 16 |
| 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ..... | 20 |
| 3.1 Методи рішення задач | 20 |
| 3.2 Розробка програми методом покрокової деталізації..... | 39 |
| 3.3 Вибір мови програмування..... | 40 |
| 4. ТЕСТУВАННЯ ТА ВІДЛАГОДЖЕННЯ ПРОГРАМИ..... | 40 |
| 4.1 Стратегія тестування..... | 41 |
| 4.2 Тестування білою шухлядою | 41 |
| 5. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ВИСНОВКИ | 56 |
| БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК..... | 57 |
| ДОДАТКИ..... | 58 |

РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження та розробки дипломної роботи є виконання базових будівельних проектних розрахунків .

Мета роботи полягала у розробці інтерфейсу користувача для автоматизованого виконання будівельних проектних розрахунків; створення програмного комплексу, який допоможе зменшити затрачуваний час і збільшити точність розрахунків при проектуванні будинків, а також зменшення затрачених засобів на закупівлю програмних продуктів для рішення конкретних задач.

Методи дослідження . Для досягнення поставленої мети: розв'язання та опрацювання задач розробки були застосовані метод покрокової деталізації, методи програмної інженерії щодо формування вимог, проектування та розробки програмного забезпечення. .

Для розробки програмного забезпечення був створений графічний додаток на Windows Forms за допомогою мови програмування C#.

Результати дипломної роботи сприяють підвищенню ефективності розрахункових процесів для можливості проектування різноманітних інфраструктурних споруд.

Ключові слова:будівельні розрахунки, програмне забезпечення, автоматизація, промислові споруди.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра 132 с., 22 рис., 2 табл., 4 додатків., 241 джерел.

ВСТУП

На кафедрі Будівельні конструкції виконуються розрахунки для проектування одноповерхових промислових будинків різних типів і модифікацій. Викладачі на кафедрі виконують дані розрахунки за замовленням залізниці, також для інших промислових організацій, що експлуатують даний вид будинків. Розглянута тема входить у курс навчання студентів факультету ПЦБ.

Розроблювальна програма «Проектні розрахунки в промисловому будівництві» призначена для використання на кафедрі Будівельних конструкцій для збільшення швидкості обчислень необхідних задач. Метою створення програми є автоматизація вироблених розрахунків, а також збільшення точності вироблених розрахунків і зменшення кількості затрачених засобів на покупку програмних продуктів для рішення конкретних задач. Програмний комплекс дозволить прискорити процес створення проекту будинку.

Функціональним призначенням програмного комплексу «Проектні розрахунки в промисловому будівництві» є автоматизація проектних розрахунків пов'язаних з промисловим будівництвом, а саме: розрахунок одноповерхових промислових споруд у збірному залізобетоні окремо від власної ваги, розрахунок розподілу зусиль у двогілковій стійці, розрахунок переднапружених залізобетонних конструкцій. Програмний комплекс дозволить швидко робити необхідні обчислення, а також виконувати рисунки навантажень на конструкцію.

Експлуатаційним призначенням даного програмного комплексу є автоматизація ручної праці по виконанню розрахунків поперечної №-пролітної рами каркаса будинку, підкранової балки. Результати розрахунків у файлах з розширенням "xls".

Підставою для розробки даного програмного комплексу є наказ "Про затвердження тем дипломних проектів" ректора Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. ак. Лазаряна Пшинько О.М. № 662 ст. від 21.12.2005 р.

Відповідно до наказу, тема дипломного проекту „Автоматизація проектних розрахунків в промисловому будівництві”.

Основний керівник і науковий консультант старший викладач кафедри КІТ, Шаповал І.В.С

1. ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Будівельно-проектні розрахунки

Розрахунок і проектування всіх видів будівельних конструкцій – одна з ключових завдань при будівництві та реконструкції будівель і споруд. Саме від правильного складання проекту залежить, наскільки майбутня споруда буде стійким і довговічним, а також буде воно піддаватися аварійних ситуацій.

Головне завдання розрахунку – визначення тиску, яке виникає в конструкційних елементах при їх впливу навантажень, а також підбір перерізів (установка необхідних розмірів поперечних перерізів елемента, потрібної кількості арматури та інших параметрів – складових робочий креслення конструкції).

Розрахунками піддаються і складові допоміжних конструкцій, які використовуються у процесі будівельних робіт (підмостків, майданчиків). Розрахунок будівельних конструкцій споруд проводиться також, якщо потрібно внести корективи у вже існуючий проект споруди. Це може бути, наприклад, надбудови додаткових поверхів, або істотна зміна навантаження на існуючі перекриття.

Стійкість будівельних конструкцій розраховується з міркувань безпеки і надійності їх використання з навантаженнями при найекономічніших розмірах перерізу. Всі допустимі розрахунки і норми регламентуються законодавчо при прописані в СП і СНіП.

Згідно наявним будівельним нормам, розрахунок конструкцій може відбуватися згідно з методом граничного стану. Граничним станом називається стан конструкцій, після досягнення якого вона припиняє відповідати висунутим до неї вимогам. Відповідно, мета будівельних розрахунків – недопущення досягнення конструкціями такого стану.

1.2 Аналіз аналогів

Для аналізу існуючих програмних засобів автоматизації проектування будинків використовувалася глобальна комп'ютерна мережа Інтернет, що дозволило максимально охопити найбільш популярні і цікаві розробки в цій області.

На даний момент ринок програмних засобів цієї тематики складається приблизно з 10 програм (Autodesk Building Systems 2005, Autodesk Architectural Desktop 2005, AutoCAD 2006, CADWorx P&ID Professional 2006, NavisWorks JetStream та інші).

Найбільш відома програма для ведення будівельних проектних розрахунків – ЛІРА-САПР.

ЛІРА-САПР – Багатофункціональний програмний комплекс ЛІРА-САПР реалізує технологію інформаційного моделювання будівель (BIM) та орієнтований для проектування та розрахунку будівельних та машинобудівних конструкцій різного призначення.

Розрахунок виконується на статичні (силові та деформаційні) та динамічні впливи. Виконується підбір або перевірка перерізів сталевих та залізобетонних конструкцій. Видаються ескізи робочих креслень КМ та окремих ж.б. елементів.

Більшість даних комплексів сфальцьовано на цивільному будівництві і вимагають особливих навичок і знань не тільки в будівництві, але й у роботі самого програмного продукту, також потребують великих ресурсів комп'ютера на якому працюють, а проектування промислових будинків залишається актуальним і сьогодні.

1.3 Формування вимог

Програма, що розробляється повинна мати дружній інтерфейс користувача, який повинен володіти наступними якостями:

- інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, щоб з програмою міг працювати навіть недосвідчений користувач;
- операції, що виконуються під час роботи програми, повинні бути легкими, такими, що запам'ятовуються, тобто виконавши яку-небудь послідовність дій, користувач у разі необхідності повинен зуміти легко повторити їх;
- виконання кожної функції, що виконується програмою, повинно бути швидко досяжним, тобто інтерфейс повинен мати мінімальну кількість рівнів, що дозволить користувачеві швидко знаходити і виконувати цікавлячі його функції;
- інтерфейс повинен бути узгодженим, тобто від користувача повинні вимагатися однакові реакції на однакові дії, що дозволить знизити кількість помилок, що допускаються користувачем, і дозволить йому відчувати себе більш комфортно при роботі з програмою;
- в програмі повинне бути головне меню;
- кольори інтерфейсу повинні побут стандартними для Windows і повинні налаштовуватися в настройці оболонки операційної системи.

2. ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Функціональні вимоги

У функції програми входить наступне:

- розрахунок одноповерхових промислових споруд у збірному залізобетоні окремо від власної ваги (І. Н. Чепурного „Проектування сталевих каркасів одноповерхового промислового будинку”);
- розрахунок розподілу зусиль у двогілковій стійці (Є. І. Беленя “Металеві і залізобетонні конструкції”);
- розрахунок переднапружених залізобетонних конструкцій;
- введення вхідної інформації для розрахунку задач;
- вивід результатів розрахунків у таблицю MS Excel;

Введення, зміна і видалення даних у програмі «Проектні розрахунки в промисловому будівництві» виконується користувачем. У його ролі може виступати або викладач кафедри, або студент.

Дані вводяться в спеціально побудовану форму.

Проектування призначеного для користувача інтерфейсу програми грає важливу роль в етапі розробки програми, оскільки погано спроектований інтерфейс програми ускладнить роботи з нею, буде викликати дискомфорт у користувача, приводити до помилок, а слідчий знизить надійність програми.

При проектуванні призначеного для користувача інтерфейсу використовували ряд концепцій, описаних нижче:

- 1) використання однієї і тієї ж форми для введення, перегляду і модифікації одних і тих же даних;
- 2) значки на кнопках панелей інструментів різних вікон однакові для однакових дій;
- 3) попередній перегляд файлу з результатом перед друком;
- 4) при введенні числових величин не можливе введення інших символів, крім цифр і знаку «,»;

- 5) використання однієї форми всередині іншої дозволяє розмістити всі форми задач в одній формі;
- 6) елементи форми невидимі у початку роботи і з'являються у випадку необхідності;
- 7) можливість вибору мови інтерфейсу (українська та російська мови).

Головне вікно програми буде розмішувати в собі форму задачі з якою на даний момент працює користувач, визів форми буде виконуватись по відповідному вибору у головному меню програми.

Головне меню буде мати наступну структуру, представлену у вигляді дерева на рис. 2.1.

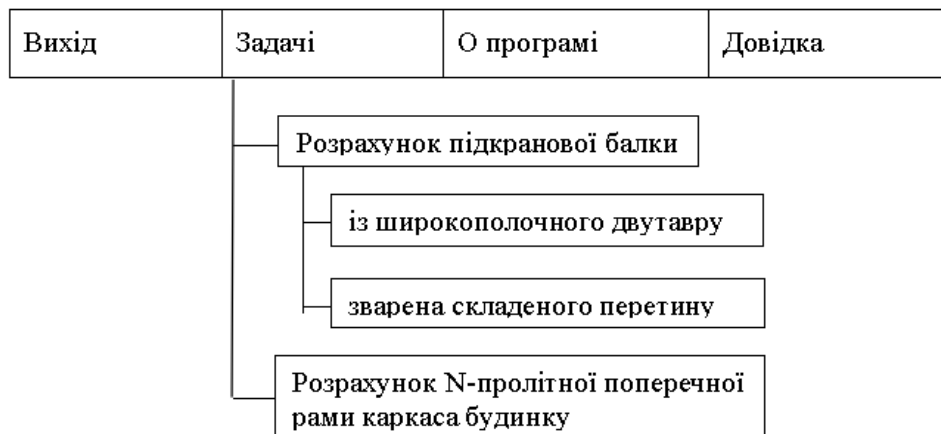


Рис. 2.1 Структура головного меню програми.

Вихід виклик даного пункту приведе до виходу з програми.

Задачі вибір назви задачі по якій необхідно виконати розрахунки

Довідка виклик змісту і самої довідки.

О програмі виклик вікна «О програмі».

На рисунку 2.2 представлено головне вікно програми для вводу початкових даних для задачі розрахунок N-пролітної поперечної рами каркаса будинку.

Form1

Вихід

Pr12 Pr14 Pr21

| Вихідні дані для розрахунку двогілкової стійки | Діючі зусилля | Вивід |
|--|---|---|
| висота підкранової конструкції | 11 нормальна сила | Нормальні сили G1 16 NW1 -319,5 NW2 330,5 |
| коефіцієнт обліку довгі | 12 тривала частина нормальної сили | G1 16 MR 0,025 QR 1,25 |
| число панелей підкранової частини стійки | 13 згинальний момент | Моменти G1 16 MW 0,012 MW 0,012 |
| відстань між центрами ваги галузей | 14 тривала частина згинаючого моменту | |
| висота поперечного переріза галузі | 15 поперечна сила | |
| ширина поперечного переріза галузі | 16 коефіцієнт ГАММА В2 | |
| розрахунковий опір бетону стискові | 17 коефіцієнт надійності за назначенням | |
| модуль пружності бетону | | |
| модуль пружності арматури | | |
| площа арматури в галузі | | |

Расчет

Рис. 2.2 Головне вікно програми

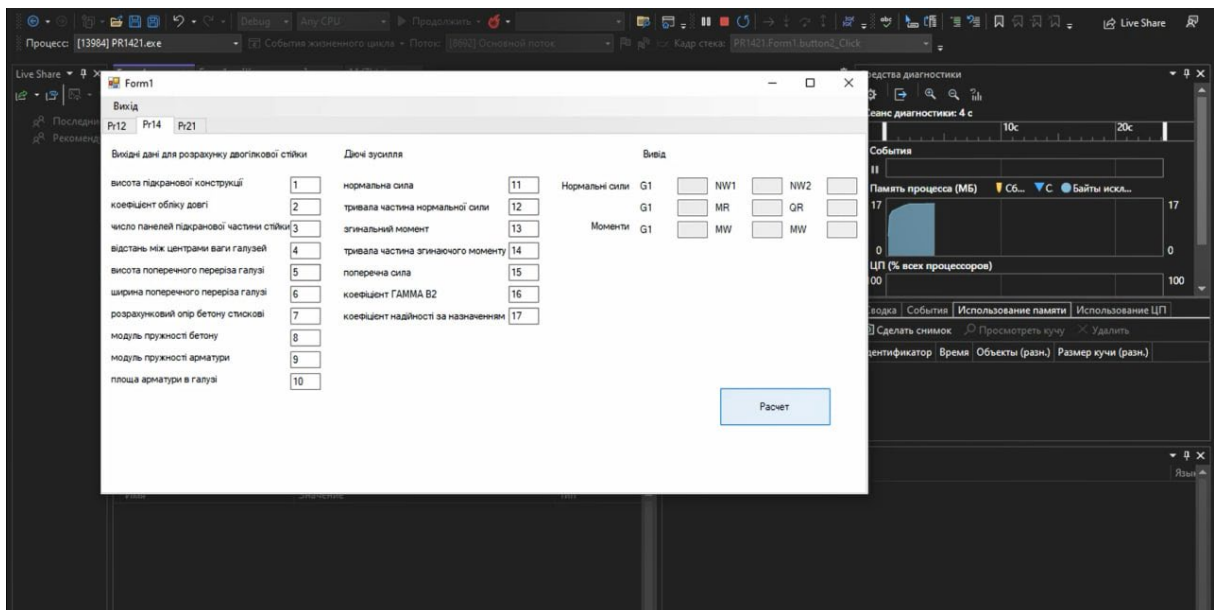


Рис. 2.3 Розрахунок вихідних даних

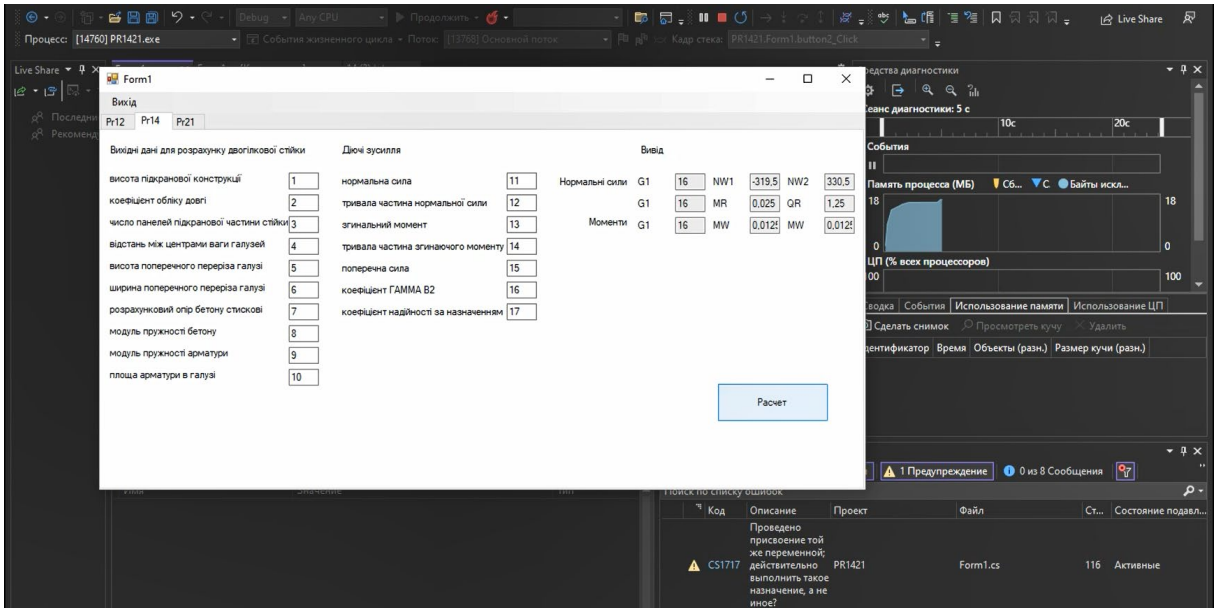


Рис. 2.4 Результати розрахунку

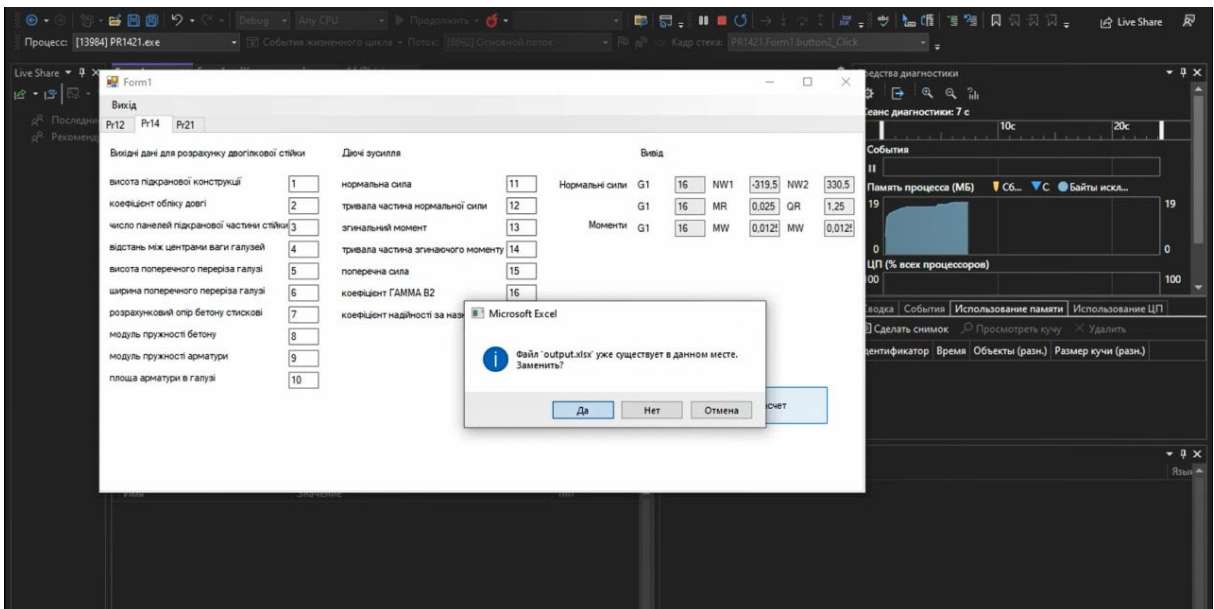


Рис. 2.5 Збереження даних у Excel

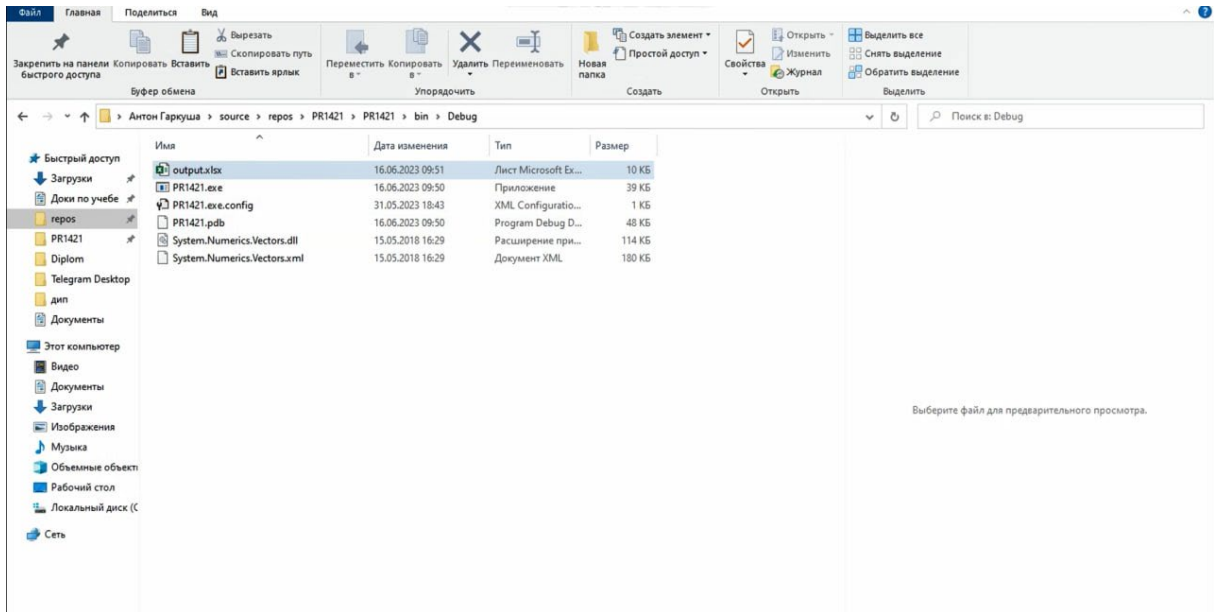


Рис. 2.6 Файлове розташування збережених даних

| Вихідні дані для розрахунку двоіглової стійки | Діючі зусилля | Вивід | Нормальні G1 | 16 NW1 | -319,5 | NW2 | 330,5 |
|---|---------------|-------|--------------|--------|--------|-----|--------|
| 1 нормальна сила | 11 | | G1 | 16 MR | 0,025 | QR | 1,25 |
| 2 тривала частина нормальної сили | 12 | | Моменти G1 | 16 MW | 0,0125 | MW | 0,0125 |
| 3 згинальний момент | 13 | | | | | | |
| 4 тривала частина згинаючого моменту | 14 | | | | | | |
| 5 поперечна сила | 15 | | | | | | |
| 6 | 16 | | | | | | |
| 7 коефіцієнт надійності за назначенням | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

Рис. 2.7 Вивід результатів розрахунку в Excel

2.2 Вхідні та вихідні дані

Ввід вхідної інформації для її подальшої обробки простий і не має ніяких незрозумілостей, якщо користувач має досвід в галузі промислового будівництва.

Інтерфейс приведений на рис. 2.2 розроблювався з наступних причин:

2.2 Вимоги до вхідних і вихідних даних

Метод організації вхідних даних полягає в наданні користувачеві можливостей:

- 1) уведення числових даних у поля зі строгим дотриманням формату для всіх полів;
- 2) автоматичне уведення визначених значень у міру введення користувачем.

Перелік вхідних даних:

Таблиця 2.3 вхідні дані

| тип | ім'я | опис |
|-----------|------|--|
| речовинне | n | Кількість прольотів |
| речовинне | h | висоти по рамі |
| речовинне | t | навантаження по рамі і крановій балці |
| речовинне | v | вітрові навантаження напорю |
| речовинне | w | вітрові навантаження відсоса |
| речовинне | e | ексцентриситети додатка навантажень |
| речовинне | i | відносний момент інерції колон |
| речовинне | m | моменти інерції |
| речовинне | r | важелі балки |
| речовинне | l | довжини балки |
| речовинне | y | коефіцієнти навантаження |
| речовинне | f | тиск від коліс |
| речовинне | q | поперечні сили |
| речовинне | a | крок обчислень |
| речовинне | im | згинальні моменти |
| речовинне | rr | розрахунковий опір стали |
| речовинне | p | ознаки стійок |
| речовинне | m | кількість панелей підкранової частини стійок |
| речовинне | ns | кількість стійок |
| речовинне | g | постійні |
| речовинне | BE | відносний рівень по висоті |

| | | |
|-----------|------|---|
| речовинне | VS | вага снігу |
| речовинне | VC | вертикальна кранова |
| речовинне | VCH | поперечне гальмування |
| речовинне | W[3] | вітрові (активна, пасивна, зосереджена) |
| речовинне | hp | висота підкранової конструкції |
| речовинне | k | коефіцієнт обліку довгі |
| речовинне | ms | число панелей підкранової частини стійки |
| речовинне | c | відстань між центрами ваги гілок |
| речовинне | o | висота поперечного переріза гілок |
| речовинне | B | ширина поперечного переріза гілок |
| речовинне | RB | розрахунковий опір бетону стискові |
| речовинне | EB | модуль пружності бетону |
| речовинне | ES | модуль пружності арматури |
| речовинне | AS | площа арматури в гілці |
| речовинне | N | нормальна сила |
| речовинне | NL | тривала частина нормальної сили |
| речовинне | M | згинальний момент |
| речовинне | ML | тривала частина згинаючого моменту |
| речовинне | Q | поперечна сила |
| речовинне | RS | розрахунковий опір арматури |
| речовинне | B1 | клас бетону |
| речовинне | RB | розрахунковий опір бетону стискові |
| речовинне | EB | модуль пружності бетону |
| речовинне | A | відстань від центра ваги арматури до грані |
| речовинне | AS2 | мінімальна площа арматури по конструкції арматури |
| речовинне | M | згинальний момент |
| речовинне | ML | тривала частина згинаючого моменту |
| речовинне | x3 | конструктивний елемент |
| речовинне | x4 | арматура, що напружується |
| речовинне | x5 | спосіб натягу |

Вихідними даними програми є дані, виведені в табличному виді в додатку Microsoft Excel, і метод організації вихідних даних полягає в наданні користувачеві можливості перегляду цих даних або робота з ними незалежно від даної програми.

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМИ

3.1 Методи рішення задач

Розрахунок рам методом переміщень

Ступінь кінематичної невизначеності спорудження

Розрахунок статично невизначених систем методом сил на різні впливи зводиться до визначення зусиль у зайвих зв'язках із системи канонічних рівнянь цього методу. Обчислення внутрішніх зусиль у різних елементах спорудження і побудова їхньої епюр у методі сил виробляється в основній системі, як правило, статично визначної, що випробує задані впливи і впливи зусиль у зайвих зв'язках. Таким чином, виявлення напружено-деформованого стану споруджень у розрахунках методом сил починається з одержання картини розподілу внутрішніх зусиль і завершується обчисленням переміщень окремих вузлів і перетинів спорудження (Будівельна механіка [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія спеціалізація Будівництво та експлуатація будівель і споруд денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2020. – 57 с.)

Можливий принципово інший підхід до розрахунку споруджень, коли виявлення їхньої напружено-деформованих станів починається з визначення переміщень від заданих впливів і завершується побудовою епюр внутрішніх зусиль. Такий підхід у розрахунках споруджень реалізується в методі переміщень.

У методі переміщень зберігаються допущення, раніше прийняті при розрахунку споруджень методом сил, а саме: матеріал, з якого виготовлені елементи споруджень, підкоряється законові Гука; переміщення окремих перетинів і вузлів споруджень рідко в порівнянні з їхніми геометричними розмірами. З обліком сформульованих допущень спорудження можна

розглядати як лінійно-деформовані системи, для яких справедливий принцип незалежності дії сил і принцип пропорційності, що впливає з його.

За невідомі в методі переміщень приймаються переміщення вузлів від заданих впливів: лінійні переміщення

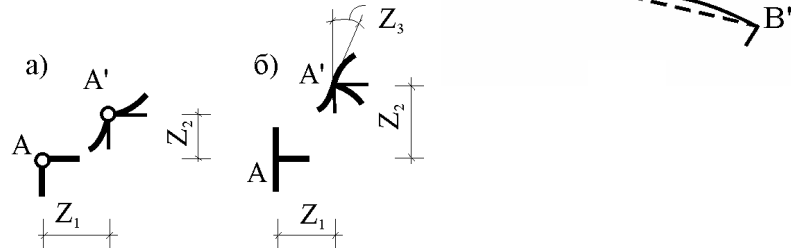


Рис. 3.1 Переміщення вузлів

шарнірних і твердих вузлів Z_1 і Z_2 і повороти твердих вузлів Z_3 (рис. 6.1,а,б). Сумарна кількість невідомих кутових (n_θ) і лінійних (n_Δ) переміщень вузлів називається ступенем кінематичної невизначеності спорудження.

$$n_{kin} = n_\theta + n_\Delta. \quad (3.1)$$

Число невідомих кутових переміщень n_θ дорівнює кількості твердих вузлів спорудження.

Для споруджень, у яких переміщення від зовнішніх впливів обумовлені переважно згинаючими деформаціями, при визначенні числа незалежних лінійних переміщень вузлів вводяться додаткові допущення:

1. Елементи споруджень вважаються нерозтяжною і нестисливими, тобто зневажають зміною їхніх довжин під дією подовжніх сил.
2. Передбачається, що довжини хорд скривлених стрижнів рівні їхнім первісним довжинам, тобто $A'U' = AB$ (рис. 3.1).

Вважаючи сформульовані допущення справедливими, число незалежних лінійних переміщень вузлів спорудження n_Δ можна визначити по його шарнірній схемі, отриманої з заданого спорудження уведенням в усі тверді вузли, включаючи й опорні, що різуть циліндричних шарнірів. Ступінь волі отриманої в такий спосіб шарнірної схеми буде дорівнює числу незалежних лінійних переміщень вузлів заданої системи. Для

підрахунку кількості ступенів волі плоскої шарнірної схеми W використовують формулу:

$$W = 2Y - C - C_0, \quad (3.2)$$

де Y – число вузлів; C – число стрижнів, що з'єднують вузли;
 C_0 – число опорних зв'язків.

Основна система методу переміщень

Основна система методу переміщень (ОСМП) утвориться накладенням на вузли спорудження зв'язків, що перешкоджають їх кутовим і лінійним переміщенням. Якщо число накладених на вузли кутових і лінійних зв'язків збігається зі ступенем кінематичної невизначеності спорудження, то в основній системі методу переміщень усі вузли будуть нерухомими.

Накладення зв'язків підвищує ступінь статичної невизначеності спорудження, тобто з позицій методу сил ускладнює його розрахунок. Однак такий спосіб вибору основної системи дозволяє представити кожну, зокрема плоску стрижневу систему, у виді набору стандартних стрижнів трьох типів

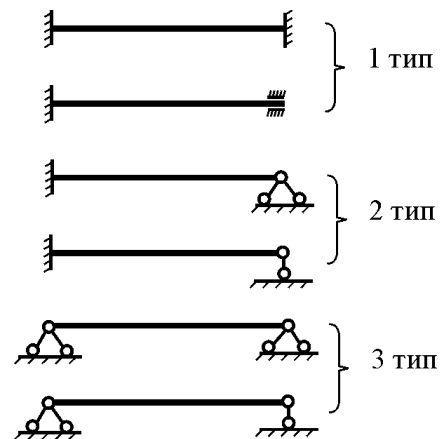


Рис. 3.2 Типи стрижнів

(рис. 3.2). На будь-який вплив (силове, температурне, кінематичне) кожний з цих довільно орієнтованих на площині стрижнів може бути розрахований, наприклад, методом сил.

Далі буде показано, що використовуючи результати розрахунку стрижнів, тобто маючи набір стандартних задач і використовуючи основну систему методу переміщень, ми зможемо визначити кутові і лінійні переміщення вузлів спорудження від заданого впливу.

При виборі основної системи методу переміщень кутові зв'язки накладаються на вузли спорудження і перешкоджають тільки їхнім поворотам. Такі зв'язки називаються закладеннями «що плавають». Лінійні

зв'язки, число яких визначається по формулі 3.2, на вузли накладаються так, щоб шарнірна схема заданого спорудження була геометрично незмінною.

Система канонічних рівнянь методу переміщень

Плоска стрижнева система з відомою топологією і геометричними розмірами випробує довільний силовий вплив (рис. 3.4,а). Згинаючу твердість поперечного переріза стрижнів, розташованих між вузлами спорудження, будемо вважати постійною ($EJ_k = \text{const}$). Завдання полягає у визначенні кутових і лінійних переміщень вузлів системи від заданого навантаження.

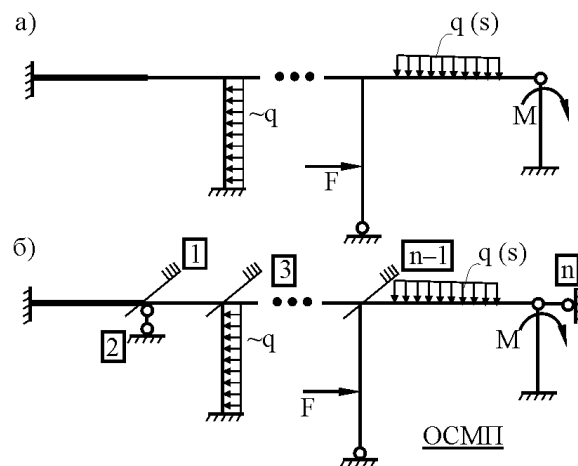


Рис. 3.4 Силовий вплив

Ступінь кінематичної невизначеності спорудження дорівнює n . Накладаючи на його вузли n кутових і лінійних зв'язків, утворимо основну систему методу переміщень (рис. 3.4,б). Невідомі кутові і лінійні переміщення вузлів $Z_1, Z_2, \dots, Z_i, \dots, Z_j, \dots, Z_n$ визначимо з умови еквівалентності напружено-деформованих станів заданого спорудження (рис. 6.8,а) і його основної системи методу переміщень (рис. 3.4,б), тобто з умов рівності нулевій реакції у накладених зв'язках від їхнього зсуву на величини $Z_1, Z_2, \dots, Z_i, \dots, Z_j, \dots, Z_n$ і від діючого навантаження. Іншими

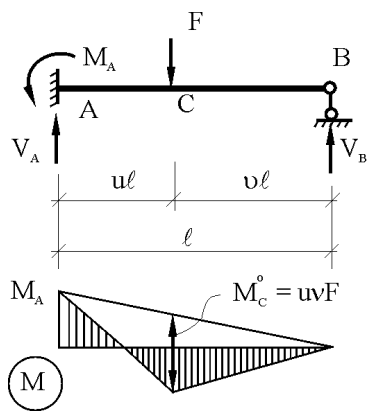
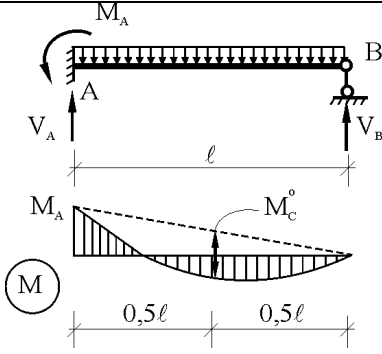
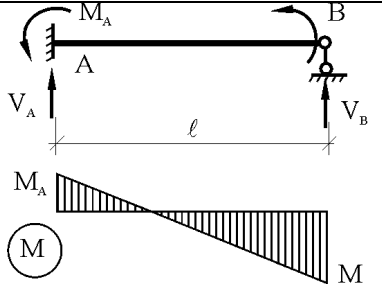
| | |
|---|---|
|  | $M_A = \frac{F\ell}{2}v(1-v^2)$ $V_A = \frac{Fv}{2}(3-v^2)$ $V_B = \frac{Fu^2}{2}(3-u)$ $u + v = 1$ |
|  | $M_A = M_C^\circ = \frac{q\ell^2}{8}$ $V_A = \frac{5}{8}q\ell$ $V_B = \frac{3}{8}q\ell$ |
|  | $M_A = \frac{M}{2}$ $V_A = V_B = \frac{3M}{2\ell}$ |

Рис. 3.11 Навантаження на стержень першого типу

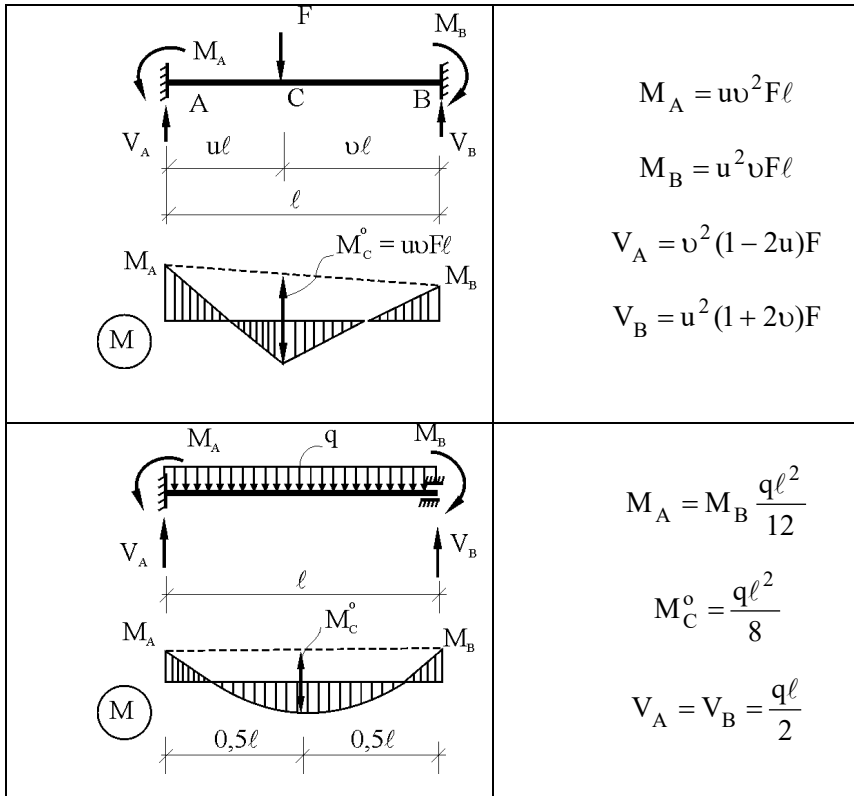


Рис. 3.12 Навантаження на стержень другого типу

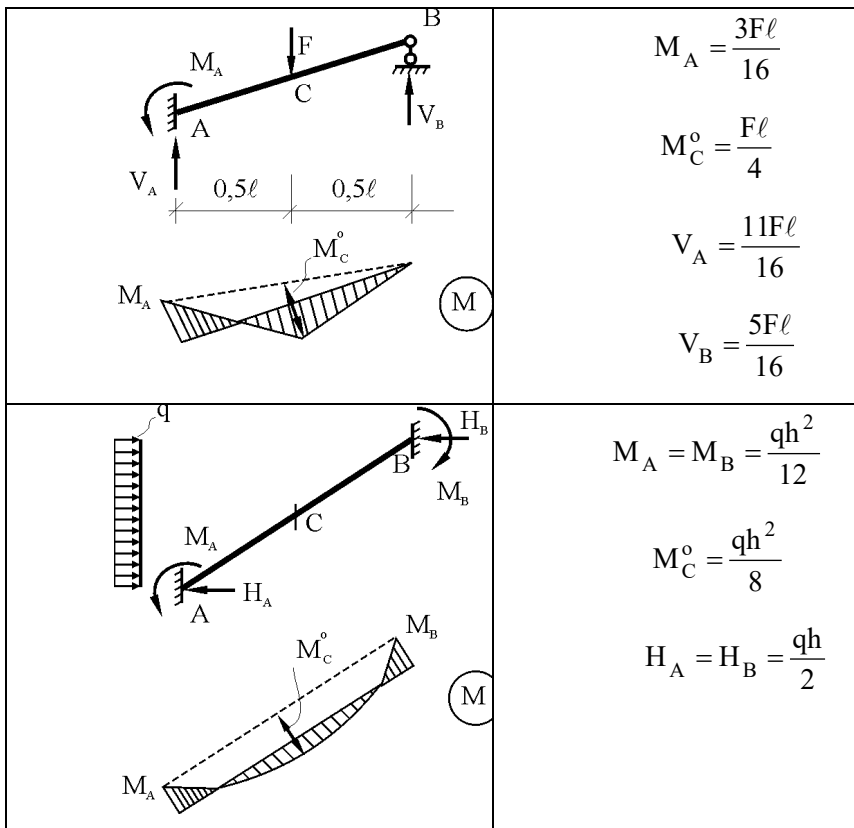


Рис. 3.13 Навантаження на стержень третього типу

Більш докладний перелік стандартних задач, використовуваних у розрахунках стрижневих систем методом переміщень, можна знайти в підручниках і навчальних допомогах з будівельної механіки й у довіднику проектувальника будівельних конструкцій.

Визначення коефіцієнтів при невідомих і вільних членів системи канонічних рівнянь

Коефіцієнти при невідомих r_{ij} і r_{ji} і вільні члени R_i системи канонічних рівнянь методу переміщень можна визначити, використовуючи епюри внутрішніх зусиль, отримані в основній системі від зсуву накладених зв'язків на величину, рівну одиниці, і від заданого навантаження за допомогою стандартних задач.

Для визначення реакцій у накладених зв'язках від вищезгаданих впливів використовують статичний або кінематичний способи.

СТАТИЧНИЙ СПОСІБ. Реакція в будь-якому накладеному зв'язку в основній системі методу переміщень від одиничних кінематичних впливів і від навантаження визначається з умови рівноваги вузла або будь-якої частини спорудження, що містять розглянутий зв'язок.

КІНЕМАТИЧНИЙ СПОСІБ. Використовуючи принцип можливих переміщень, визначимо коефіцієнти при невідомих r_{ij} і r_{ji} .

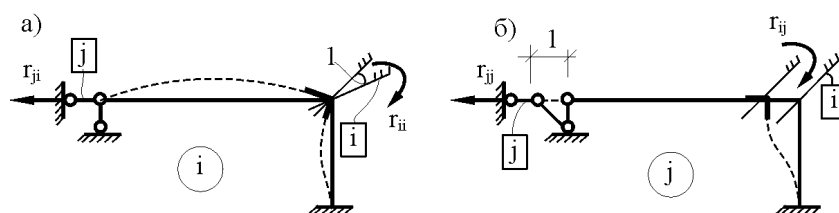


Рис. 3.14 Переміщення на величину, рівну одиниці

Розглянемо i -й вихідний стан основної системи методу переміщень, у якому i -я накладений зв'язок одержав переміщення на величину, рівну одиниці, і визначимо реакцію в j -й накладеному зв'язку r_{ji} від цього переміщення (рис. 3.14,а). За можливі приймемо переміщення в j -м стані

основної системи (рис. 3.14,б). Сумарна можлива робота зовнішніх ($W_{ext,ij}$) і внутрішніх ($W_{int,ij}$) сил i -го стану на можливих переміщеннях, що мають місце в j -м стані, у силу рівноваги розглянутої системи дорівнює нулеві

$$W_{ext,ij} + W_{int,ij} = 0 \quad (3.8)$$

У співвідношенні (3.8) можлива робота зовнішніх сил запишеться:

$$W_{ext,ij} = r_{ji} \cdot 1 \quad (3.9)$$

Можливу роботу внутрішніх сил обчислимо з обліком тільки згинаючих деформацій (Будівельна механіка [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст галузь знань / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2020)

$$W_{int,ij} = - \sum_{k=1}^{n_M} \int_0^{\ell_k} \frac{M_{ik}(s) M_{jk}(s) ds}{EJ_k}. \quad (3.10)$$

Після підстановки виражень (5.9) і (5.10) у залежність (7.8) одержимо

$$r_{ji} = \sum_{k=1}^{n_M} \int_0^{\ell_k} \frac{M_{ik}(s) M_{jk}(s) ds}{EJ_k}. \quad (3.11)$$

Якщо i -і стан основної системи будемо розглядати як вихідне і як допоміжне, повторно застосовуючи принцип можливих переміщень, обчислимо

$$r_{ii} = \sum_{k=1}^{n_M} \int_0^{\ell_k} \frac{M_{ik}^2(s) ds}{EJ_k}. \quad (3.12)$$

Зі співвідношення (3.12) випливає, що головні коефіцієнти r_{ii} системи канонічних рівнянь завжди позитивні. Формула (3.11) власне кажучи підтверджує теорему про взаємність реакцій ($r_{ji} = r_{ij}$), тому що множники $M_{ik}(s)$ і $M_{jk}(s)$ у підінтегральному вираженні можна змінювати місцями.

Для визначення реакцій у накладених зв'язках від заданого навантаження R_i скористаємося теоремою про взаємність можливих робіт станів F і i ,

зображених на рис. 3.15,а,б (див. Будівельна механіка [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст галузь знань 19

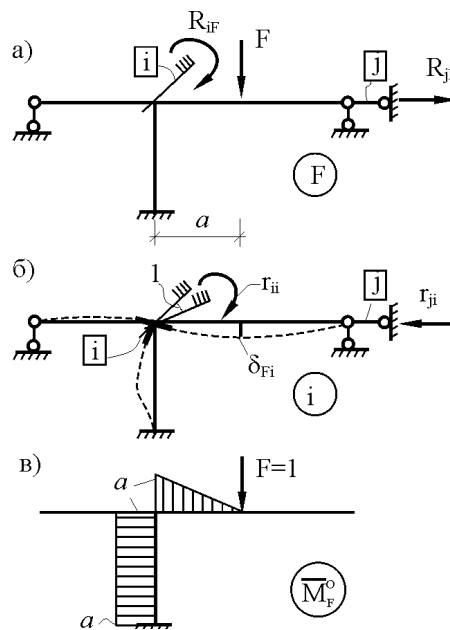


Рис. 3.15 Реакції від заданого навантаження

Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія спеціалізація Будівництво та експлуатація будівель і споруд денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2020. – 57 с.)

$$W_{\text{ext},Fi} = W_{\text{ext},iF}. \quad (3.13)$$

Тому що

$$W_{\text{ext},Fi} = R_{iF} \cdot 1 + F \delta_{Fi},$$

$$W_{\text{ext},iF} = 0,$$

те, використовуюючи рівність (3.13), одержимо:

$$R_{iF} = -F \delta_{Fi}, \quad (3.14)$$

де δ_{Fi} – переміщення в напрямку узагальненої сили F від зсуву i -й накладеного зв'язку на величину, рівну одиниці в основній системі методу переміщень.

Переміщення δ_{Fi} визначається по формулі, що тут приведемо без доказу:

$$\delta_{Fi} = \sum_{k=1}^{n_M} \int_0^{\ell_k} \frac{M_{ik}(s) \overline{M}_{Fk}^o(s) ds}{EJ_k}. \quad (3.15)$$

У співвідношенні (3.15): $M_{ik}(s)$ – згинальні моменти в основній системі методу переміщень від зсуву i -й накладеного зв'язку на величину, рівну одиниці; $\overline{M}_{Fk}^o(s)$ – згинальні моменти в будь-якій статично визначній основній системі методу сил, отриманої з розглянутої основної системи методу переміщень видаленням зайвих зв'язків, у тому числі обов'язково i і i -й зв'язку, від одиничного узагальненого фактора (рис.3.15,в).

Згинальні моменти $M_{Fk}^o(s)$ від повного значення узагальненої сили F можна представити у виді

$$M_{Fk}^o(s) = \overline{M}_{Fk}^o(s) \cdot F, \text{ звідси}$$

$$\overline{M}_{Fk}^o(s) = \frac{M_{Fk}^o(s)}{F}. \quad (3.16)$$

Співвідношення (7.15) з урахуванням залежності (7.16) перепишеться:

$$\delta_{Fi} = \frac{1}{F} \sum_{k=1}^{n_M} \int_0^{\ell_k} \frac{M_{ik}(s) M_{Fk}^o(s) ds}{EJ_k}. \quad (3.17)$$

Після підстановки вираження (7.17) у формулу (7.14) остаточно одержимо

$$R_{iF} = - \sum_{k=1}^{n_M} \int_0^{\ell_k} \frac{M_{ik}(s) M_{Fk}^o(s) ds}{EJ_k}. \quad (3.18)$$

Обчислення коефіцієнтів при невідомих і вільних членів системи канонічних рівнянь методу переміщень за допомогою співвідношень (3.11), (3. 12) і (3. 18), як і в методі сил, можна зробити сполученням відповідний епюр внутрішніх зусиль, використовуючи формулу Симпсона або правило Верещагіна.

Визначення внутрішніх зусиль у заданому спорудженні.

На даному етапі розрахунку стрижневих систем методом переміщень ми маємо епюри згинальних моментів $M_1, M_2, \dots, M_j, \dots, M_n, M_F$, побудовані в основній системі від зсуву накладених зв'язків на величини $Z_1 = 1, Z_2 = 1, \dots, Z_j = 1, \dots, Z_n = 1$ і від заданого навантаження, а також чисельні значення кутових і лінійних переміщень вузлів у заданому спорудженні $Z_1, Z_2, \dots, Z_j, \dots, Z_n$, отримані в результаті рішення системи канонічних рівнянь (7.6). Остаточну епюрові згинальних моментів для заданого спорудження одержимо, використовуючи принцип незалежності дії сил:

$$M = M_1 Z_1 + M_2 Z_2 + \dots + M_j Z_j + \dots + M_n Z_n + M_F. \quad (3.19)$$

Поперечні і подовжні сили в перетинах заданої системи обчислимо по епюрі згинальних моментів з умов рівноваги окремих елементів і вузлів.

Багатоетапність розрахунку статично невизначених споруджень методом переміщень вимагає проведення перевірок вірогідності обчислення коефіцієнтів системи канонічних рівнянь, правильності рішення цієї системи рівнянь, а також остаточної перевірки епюр внутрішніх зусиль, отриманих у результаті розрахунку.

Головні і побічні коефіцієнти r_{ii} і r_{ij} системи канонічних рівнянь (3.6) можуть бути обчислені двома способами – статичним (з умови рівноваги вузлів) і кінематичним (сполученням відповідний епюр згинальних моментів, побудованих в основній системі методу переміщень від одиничних кінематичних впливів). Крім того, правильність обчислень будь-якого побічного коефіцієнта r_{ji} може бути підтверджена незалежним визначенням рівного йому побічного коефіцієнта r_{ij} .

Вільні члени R_i (вантажні коефіцієнти) також можуть бути отримані статичним і кінематичним способами. При цьому, використовуючи співвідношення (3.18), необхідно пам'ятати, що вантажна епюра згинальних моментів M_F^0 повинна бути отримана в будь-якій статично

визначній основній системі методу сил, вибираючи яку необхідно обов'язково видалити i -ю накладений зв'язок.

При необхідності можна зробити універсальну і порядкові перевірки правильності обчислень коефіцієнтів при невідомі системи канонічних рівнянь (3.6), а також перевірку вірогідності визначення її вільних членів. Для цього, як і в методі сил, використовують сумарну епюрові згинальних моментів M_s , отриману в основній системі методу переміщень підсумовуванням епюр згинальних моментів від одиничних кінематичних впливів:

$$M_s = M_1 + M_2 + \dots + M_j + \dots + M_n. \quad (3.20)$$

На заключному етапі виробляється перевірка правильності епюр внутрішніх зусиль, побудованих у заданому статично невизначеному спорудженні. Якщо при рішенні задачі помилки були відсутні, то вузли заданого спорудження і будь-яких його частин повинні знаходитися в рівновазі. Це випливає з того, що в реальному спорудженні немає зв'язків, у яких заперечувалися реакції в основній системі методу переміщень.

Додатково для остаточної перевірки епюр внутрішніх зусиль, отриманих для заданого спорудження від силового впливу, можна використовувати будь-яку, бажано статично визначну, основну систему методу сил, для якої повинні виконуватися кінематичної умови

$$\sum_{k=1}^{n_M} \int_0^{\ell_k} \frac{M_k(s) M_{ik}^0(s) ds}{EJ_k} = 0. \quad (3.21)$$

У співвідношенні (5.21): $M(s)$ – згинальні моменти від зовнішнього навантаження в заданому спорудженні, обчислені методом переміщень; $M_i^0(s)$ – згинальні моменти в основній системі методу сил від одиничного зусилля, що діє в напрямку i -й вилученого зв'язку.

Облік подовжніх сил у розрахунках споруджень методом переміщень

Необхідність обліку подовжніх сил при розрахунку стрижневих систем методом переміщень вимагає особливого підходу до визначення

кількості невідомих у розв'язуваних задачах. При цьому формула (3.1) залишається справедливою, тобто як і раніше

$$n_{\text{kin}} = n_{\theta} + n_{\Delta}.$$

Число невідомих кутових переміщень n_{θ} залишається таким же, як і у випадку, коли впливом подовжніх сил на кінцевий результат розрахунку ми зневажаємо, тобто воно дорівнює кількості твердих вузлів спорудження. У розглянутому випадку іншим стає число невідомих лінійних переміщень вузлів системи n_{Δ} , що визначається за шарнірною схемою спорудження, утвореної тепер не тільки введенням циліндричних шарнірів, що різуть, у тверді вузли, але і видаленням тих елементів, де потрібно врахувати подовжні сили.

Найчастіше подовжні сили при розрахунках споруджень враховуються в незавантажених елементах, що мають на кінцях циліндричні шарніри. Подовжню силу в таких елементах від взаємного зсуву їхніх кінців у напрямку осі на величину, рівну Δ визначимо методом сил (рис. 3.29,а).

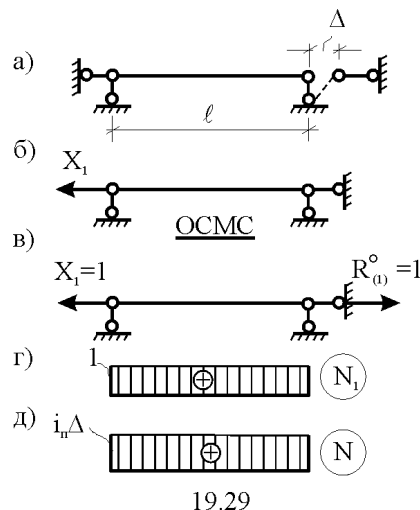


Рис. 3.16 Подовжня сила

Основна система методу сил показана на рис. 3.16,б. Реакцію у вилученому зв'язку визначимо з умови

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1c} = 0. \quad (3.25)$$

Використовуючи епюру подовжніх сил від $X_1=1$ (рис. 3.16,у,г), одержимо при $EA=\text{const}$:

$$\delta_{11} = \int_0^{\ell} \frac{N_1^2 ds}{EA} = \frac{1 \cdot \ell \cdot 1}{EA} = \frac{\ell}{EA},$$

$$\Delta_{1c} = -R_{(1)}^{\circ} \Delta = -1 \cdot \Delta = -\Delta.$$

Вирішивши рівняння (3.25), маємо:

$$X_1 = -\frac{\Delta_{1c}}{\delta_{11}} = \frac{EA\Delta}{\ell} = i_n \Delta, ,$$

де $i_n = \frac{EA}{\ell}$ – погонна твердість стрижня при його подовжніх деформаціях.

Остаточну епюрові подовжніх сил визначимо за допомогою співвідношення

$$N = N_1 X_1$$

Оптимальне проектування конструкцій

Під оптимальним проектуванням розуміється таке призначення характеристик конструкції, що несе задані навантаження, при яких вона у визначеному змісті буде найкращою з усіх конструкцій розглянутого типу. При оптимізації виробів із традиційних матеріалів звичайно варіюються геометричні параметри (форма виробу).

При постановці задачі оптимального проектування об'єкт оптимізації описується набором незалежних параметрів, кожний з яких характеризується деяким чисельним значенням. Параметри повинні описувати істотні характеристики об'єкта (бути значимими), а їхня кількість повинна бути мінімальним, але достатнім для опису об'єкта з погляду поставленої задачі. Усі такі параметри називають параметрами проекту. Параметри проекту містять у собі як параметри, що можуть варіюватися (параметри оптимізації), так і постійні величини, наприклад, фізичні характеристики матеріалу або характеристики, величина яких обумовлена технологічними вимогами, і т.п. (постійні параметри). На

можливі значення параметрів оптимізації можуть бути накладені обмеження, що визначають можливі границі їхньої зміни. Обмеження можуть задаватися як для значень окремих параметрів, так і для значень яких-небудь функцій від комбінацій параметрів.

Всі обмеження, накладені на параметри проекту, можна розділити на три групи: геометричні, структурні і фізичні. Геометричні обмеження визначають інтервали припустимої зміни параметрів, що характеризують геометрію (розміри) виробу, що оптимізуємо. Структурні обмеження накладаються на параметри, що характеризують взаємне розташування компонентів виробу, що оптимізуємо. Фізичні обмеження дозволяють врахувати пропоновані до виробу вимоги щодо його міцності, твердості, стійкості, динамічних характеристик і т.п.

При постановці задачі оптимізації визначаються:

- критерій якості проекту (цільова функція і критерій оптимальності);
- параметри оптимізації (керовані параметри);
- постійні параметри (константи проекту);
- функції обмежень.

Типове формулювання задачі оптимального проектування має такий вигляд: знайти такі значення параметрів (указуються геометричні, структурні або фізичні параметри оптимізації), щоб при виконанні умов (перелічуються накладені на проект вимоги на міцність, твердість, габаритні розміри і т.п.) виріб характеризувався мінімальним (максимальним) значенням (указується цільова функція).

При перебуванні значень цільової функції і функцій обмежень найчастіше необхідно використовувати методи рішення задач, що не мають безпосереднього відношення до теорії оптимального проектування. Зокрема, задоволення вимог до міцності, твердості, динамічним характеристикам і т.п., обумовлює необхідність рішення задач розрахунку механічних параметрів виробу.

Метод оптимізації

Суть алгоритму - по чергове варіювання кожної перемінної при фіксованих значеннях інших.

Вибирають початкову крапку і перемінну, котру будуть варіювати першою. Виконують спуск (одномірну оптимізацію) уздовж обраної перемінної. З знайденого екстремуму функції однієї перемінної проводять спуск уздовж іншої перемінної і т.д.

Пошук закінчують, коли малі спробні кроки у всіх напрямках усередині припустимої області не приводять до зменшення функції мети.

Функція мети - це характеристика проектного виробу, екстремальне значення якої (мінімум) необхідно забезпечити в процесі проектування.

Цільову функцію позначають $f(X)$, де X - вектор проектних перемінних.

Цільовою функцією є габарити підкранової балки.

Проектні перемінні - це характеристики проектного виробу, величини яких варіюють з метою зменшення функції мети.

Проектні перемінні позначають $x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$,

а всю їхню сукупність вектор проектних перемінних $X = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$

Кількість проектних перемінних n характеризує ступінь складності і трудомісткості проектною задачею. Воно може приймати значення від $n = 1$ до декількох тисяч. Збільшення n збільшує складність і трудомісткість процесу оптимізації.

Обмеження - це деякі залежності (обмежувальні функції), що визначають граничні значення характеристик проектного виробу з погляду умов його виготовлення й експлуатації.

$$g_j(X) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m$$

Кількість обмежень m може бути кожним.

Припустима область проектних перемінних безліч усіх векторів X , що задовольняють системі обмежень

$$g_j(X) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m$$

Будемо позначати припустиму область грецькою буквою Ω :

$$\Omega = (X: g_j(X) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m)$$

Визначення оптимальної форми

Як початкове наближення для форми виробу приймається геометрична фігура, обмежена опорною площадкою і площадкою, по якій розподілена прикладена сила. Оцінка розміри площадок проведені раніше за допомогою наближених розрахункових методик. Форма вільних границь для початкового наближення може бути обрана довільної.

Для прийнятої форми виробу проводиться оцінна перевірка виконання критерію міцності. Дана перевірка ґрунтується на аналізі напружено - деформованого стану (ПДВ) виробу, що оптимізуємо для прийнятої форми і розмірів його границь. Розрахунок ПДВ виконується методом кінцевих елементів (МКЕ).

На початковому етапі уточнення розмірів навантажених площадок і пошуку оптимальної форми границь рекомендується використовувати спрощені кінцево-елементні розбивки: близькі до регулярного з розмірами елементів порядку $L_a/8 \dots L_b/4$ (L_a і L_b -- розмір площадок).

Після визначення форми границь, що забезпечують виконання умови міцності і придатних для прийняття в якості оптимальних, проводиться уточнення рішення шляхом згущення кінцево-елементної сітки в тих зонах, де мається значний градієнт напруги.

Оцінний розрахунок розмірів виробу

Як перше наближення границі виробу покладаються прямолінійними. Оцінка розмірів площадок, на яких діють зовнішні сили і реакції, проводиться методами опору матеріалів. Величина площадки, до якої прикладена зовнішня сила, оцінюється з рішення задачі про розтягання стрижня:

$$\sigma_i = \sigma_1 = N/(L_b t) \leq [\sigma_i], \quad (3.26)$$

де N - максимальне значення компонента сили P , що діє по нормалі до площадки; L_n - довжина площадки; t - товщина заготівлі.

Довжина площадки, що випробує дію реакції опори (L_n), визначається з рішення задачі про вигин консольної балки. Максимальні напруги при вигині виникають у закладенні й обчислюються по співвідношенню

$$\sigma_{\text{н}} = M_{\text{н}}/J_z, \quad (3.27)$$

де $M_{\text{н}}$ - згинальний момент, викликаний дією сили P , J_z - момент інерції поперечного перерізу. Для прямокутного перетину

$$J_z = tL_n^3/12. \quad (3.28)$$

Величина a визначається виходячи з заданої умови міцності:

$$\sigma_{\text{н}}(L_n) \approx \sigma_i \leq [\sigma_i] \quad (3.29)$$

Рішення даної задачі проводиться для напрямку дії прикладеної сили, що викликає появу найбільшого згинаючого моменту. У результаті повинні одержати конструкцію з оптимальними параметрами.

3.2 Розробка програми методом покрокової деталізації

При написанні програми було потрібно вирішити такі задачі:

1. Уведення даних.
2. Розрахунок задачі.
3. Збереження вихідних даних у файл (Excel-документ) .

3.3 Вибір мови програмування

Для розробки додатка під Windows існує велика кількість середовищ розробки і компіляторів. Найбільш відомі наступні:

- Visual Basic;
- Visual C++;
- Visual C#;
- Java Builder.

Для розробки програмного продукту було вирішено використовувати середовище розробки Visual Windows Forms C# по наступних причинах:

- 1) Технологія більш стара і, відповідно, краще випробувана та протестована
- 2) На даний момент існує безліч готових елементів управління, які можна купити або використовувати безкоштовно
- 3) З точки зору написання, дизайнер Visual Studio краще пристосований до WinForms;
- 4) Можливість використання візуальних компонентів інших розроблювачів або власної розробки;
- 5) Досвід роботи розроблювача дипломного проекту в даному середовищі візуального програмування.

4. ТЕСТУВАННЯ ТА ВІДЛАГОДЖЕННЯ ПРОГРАМИ

4.1 Стратегія тестування

Стратегія тестування повинна відповідати на такі питання:

- що тестувати?
- якими методами?

Тому що програма призначена для рішення будівельних задач, то необхідно насамперед протестувати процедури рішення, а також процедури призначені для виводу результатів.

Процедури рішення логічно складніше, тому їх будемо перевіряти методами білої і чорної шухляди. Для тестування білою шухлядою для процедур складені умови, що мають, виберемо метод покриття всіх умов і рішень, там де складених умов немає будемо тестувати методом покриття рішень, а для чорної шухляди – метод припущення про помилку або граничних умов.

Процедури виводу результатів логічно прості, тому будемо їх тестувати тільки методами чорної шухляди.

4.2 Тестування білою шухлядою

Процедура `bool TRamu::Raschet1(float* &h,float* &q,float* &n,float* &e,float* &a,float* &p,float* &l,float* &i, float* &b,float* &c,float* &f,float* &r,float &z1,float &z2,float* &v,float* &w ,float* &d)` – функція робить попередні розрахунки даних, перед рішенням задачі.

Метод: покриття рішень.

Вхідні дані:

Будівельні параметри конструкції(речовинного типу,позитивні).

h – висота рами;

q - поперечні сили;

n – показники кількості;

e - ексцентриситети додатка навантажень;

a - крок обчислень;
p - ознаки стійок;
l - довжини рами;
i - згинальні моменти;
b - відносний рівень по висоті;
c - відстань між центрами ваги гілок;
f - тиск від коліс;
r - розрахунковий опір стали;
z1 - спосіб натягу;
z2 - конструктивний елемент;
v – вітрове навантаження;
w – вітрове навантаження відсоса.

Вихідні дані:

При виникненні помилки повертає false, інакше true.

Тест 1

Вхідні дані:

$h=4.0$, $q=23.0$, $n=4.0$, $e=0.5$, $a=1.0$, $p=2.0$, $l=0.0$, $i=10.0$, $b=0.5$, $c=0.0$,
 $f=0.0$, $r=0.0$, $z1=0.0$, $z2=0.0$, $v=2.0$, $w=10.0$.

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: TRUE

Тест 2

Вхідні дані:

$h=4.0$, $q=23.0$, $n=4.0$, $e=0.5$, $a=1.0$, $p=2.0$, $l=0.0$, $i=1.0$, $b=0.5$, $c=0.0$, $f=0.0$,
 $r=0.0$, $z1=0.0$, $z2=0.0$, $v=2.0$, $w=10.0$.

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: FALSE

Тест 3

Вхідні дані:

$h=4.0, q=23.0, n=10.0, e=2.5, a=1.0, p=2.0, l=2.0, i=1.0, b=0.5, c=1.2,$
 $f=0.0, r=3.4, z1=2.0, z2=12.0, v=2.0, w=10.0 .$

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: TRUE

Таблиці 4.1 ілюструє як ці тести покривають рішення.

Таблиця 4.1 Покриття рішень для процедури `bool TRamu::Raschet1()`

| | $i[6]==0$ | | $i[8]==0$ | | Catch(Exception &e) | |
|---|-----------|---|-----------|---|---------------------|---|
| | + | - | + | - | + | - |
| 1 | | + | | + | | + |
| 2 | | + | | + | + | |
| 3 | + | | + | | | + |

Процедура `bool TRamu::Raschet2(float &m5,float &m6,float &b7,float &h2,float &b8)` – функція установки зусилля на раму `b8` у залежності від моментів інерції `m5,m6`.

Метод: покриття всіх рішень.

Вхідні дані:

`m5,m6` – моменти інерції

`b7, b8` – зусилля на раму

`h2` – висота до кранової балки

Вихідні дані:

При виникненні помилки повертає `false`, інакше `true`.

Тест 1

Вхідні дані:

`m5=10.0,m6=11.0,b7=231.0,b8=0.0,h2=2.0`

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: TRUE

Тест 2

Вхідні дані:

$m5=-10.0, m6=10.0, b7=231.0, b8=0.0, h2=2.0$

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: TRUE

Тест 3

Вхідні дані:

$m5=11.0, m6=10.0, b7=231.0, b8=0.0, h2=0.0$

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: FALSE

Таблиця 4.2 ілюструє як цей тест покриває рішення й умови.

Таблиця 4.2 Покриття рішень і умов для процедури bool

TRamu::Raschet2()

| | sgn(m5)!=sgn(m6) | | m5<0 | | m5>m6 | | Catch(Exception &e) | |
|---|------------------|---|------|---|-------|---|---------------------|---|
| | + | - | + | - | + | - | + | - |
| 1 | + | | | + | | + | | + |
| 2 | | + | + | | | + | | + |
| 3 | + | | | + | + | | + | |

Процедура bool TTSwitch::StartRamu() - розрахунок поперечної N-пролітної рами каркаса.

Метод: покриття всіх умов і рішень.

Вхідні дані:

Будівельні параметри конструкції.

$n[0]$ - кількість прогонів рами;

$h[1]$ - висота верха колони;

$h[0]$ - повна висота колони;

$h[3]$ - висота від низу ферми до головки рейки;

$n[1]$ - навантаження кровлі на ряд А;

$n[8]$ - навантаження кровлі на ряд Б;

$n[2]$ - навантаження сніга на ряд А;

$n[9]$ - навантаження сніга на ряд Б;

$n[3]$ - навантаження фахверки на ряд А;

$i[8]$ - момент інерції колони;

вітрове навантаження

$v[1]$ - розподілена напоріві;

$w[1]$ - розподілена відсосу;

$v[2]$ - зосереджена напоріві;

$w[2]$ - зосереджена відсмокчу;

крани в прогоні А-Б

$n[4]$ - максимальне вертикальна кранове навантаження на колонові ряду А Б;

$n[5]$ - мінімімальне вертикальна кранове навантаження на колонові ряду А Б;

$t[1]$ - горизонтальне кранове навантаження;

крани в прогоні В

$n[6]$ - максимальне вертикальна кранове навантаження на колонові ряду Б;

$n[7]$ - мінімімальне вертикальна кранове навантаження на колонові ряду Б;

$t[2]$ - горизонтальне кранове навантаження;

ексцентриситети прикладеного навантаження

колона ряду А

$e[3]$ - навантаження кровлі та снігу;

$e[1]$ - навантаження фахверкові;

$e[2]$ - кранове навантаження;

колона ряду Б

e[4] - кранове навантаження;

колона ряду В

e[5] - кранове навантаження;

choice – вибір рішення;

Метод використовую процедури із динамічної бібліотеки.

Вихідні дані:

При виникненні помилки повертає false, інакше true.

Тест 1

Вхідні дані:

n[0]=1, h[1]=4.6, h[0]=8.8, h[3]=3.8, n[1]=45, n[8]=45, n[2]=78, n[9]=78,
n[3]=91, i[8], v[1]=1.6, w[1]=8, v[2]=1.5, w[2]=6, n[4]=1141, n[5]=560, t[1]=46
, n[6]=0, n[7]=0, t[2]=0, e[3]=0.36, e[1]=0.62, e[2]=0.72, e[4]=0.44,
e[5]=0.1, choice=1

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: TRUE

Тест 2

Вхідні дані:

n[0]=1, h[1]=4.6, h[0]=8.8, h[3]=3.8, n[1]=45, n[8]=45, n[2]=78, n[9]=78,
n[3]=91, i[8], v[1]=1.6, w[1]=8, v[2]=1.5, w[2]=6, n[4]=1141, n[5]=560,
t[1]=46, n[6]=0, n[7]=0, t[2]=0, e[3]=0.36, e[1]=0.62, e[2]=0.72, e[4]=0.44,
e[5]=0.1, choice=2

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: TRUE

Тест 3

Вхідні дані:

n[0]=1, h[1]=4.6, h[0]=8.8, h[3]=3.8, n[1]=45, n[8]=45, n[2]=78, n[9]=78,
n[3]=91, i[8], v[1]=1.6, w[1]=8, v[2]=1.5, w[2]=6, n[4]=1141, n[5]=560,
t[1]=46, n[6]=0, n[7]=0, t[2]=0, e[3]=0.36, e[1]=0.62, e[2]=0.72, e[4]=0.44,
e[5]=0.1, choice=3

Очікуваний результат: TRUE

Що отримали: TRUE

Тест 4

Вхідні дані:

$n[0]=1, h[1]=4.6, h[0]=8.8, h[3]=3.8, n[1]=45, n[8]=45, n[2]=78, n[9]=78,$
 $n[3]=91, i[8], v[1]=1.6, w[1]=8, v[2]=1.5, w[2]=6, n[4]=1141, n[5]=560,$
 $t[1]=46, n[6]=0, n[7]=0, t[2]=0, e[3]=0.36, e[1]=0.62, e[2]=0.72, e[4]=0.44,$
 $e[5]=0.1, choice=1$

відсутній dll

Очікуваний результат: FALSE

Що отримали: FALSE

Таблиця 4.3 ілюструє як ці тести покривають рішення й умови.

Таблиця 4.3 Покриття рішень і умов для методу bool

TTSwitch::StartRamuclick()

| | (choice==2) (choice==3) | | choice==3 (1) | | i<=p[0] (2) | | choice==2 (1) | | Ramul- >b[0]<=0.01 (2) | | choice==1 | |
|---|------------------------------|---|------------------|---|----------------|---|------------------|---|------------------------------|---|-----------|---|
| | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - |
| 1 | | + | | | | | | | | | + | |
| 2 | + | | | + | | | + | | + | | | + |
| 3 | + | | + | | + | + | | + | | + | | + |
| 4 | | + | | | | | | | | | + | |

Продовження таблиці 4.3

| | !dllInstance (1) | Raschet (1) | $r[7]*a[4]>$ $r[8]*p[1]$ | choice== 1 (1) | choice!= 1 | $r[8]*a[7]>$ $r[9]*a[9]$ |
|--|---------------------|----------------|-----------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|
| | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - |
| 1 | + | | + | | + | | + | | | + | + | |
| 2 | | | | | | + | | | + | | | + |
| 3 | | | | | + | | | + | + | | + | |
| 4 | | + | | + | | | | | | | | |

Продовження таблиці 4.3

| | choice!=1 (1) | | choice==1 | | Catch(Exception &e) | |
|---|------------------|---|-----------|---|---------------------|---|
| | + | - | + | - | + | - |
| 1 | | + | + | | | + |
| 2 | | | | + | | + |
| 3 | + | | | + | | + |
| 4 | | | | | + | |

Метод `int TFlangeBeam::Raschet(float m[3], float r[2], float q, float h1, float l, float n, int c_choice, float t2, float d, float t3, int j, float v1, float v3, float k2, float c1, float f1, int z)` – виконує розрахунок підкранової балки із широкополочного двотавру.

Вхідні дані:

Будівельні параметри конструкції

$m[3]$ - розрахунковий згинальний момент;

$r[2]$ - розрахунковий опір стали;

q - максимальна поперечна сила;

$h1$ - висота балки;

l - довжина балки;

n - припустимий прогин;

c_choice - режим роботи балки;

t_2 - розрахункова горизонтальна навантаження на одне колесо від гальмування;

d - довжина панелі гальмової ферми;

t_3 - товщина гальмового листа;

j - швелер гальмової конструкції;

v_1 - коефіцієнт збільшення вертикального тиску;

v_3 - коефіцієнт сполучень;

k_2 - коефіцієнт динамічності;

c_1 – константа;

f_1 - нормативний максимальний тиск колеса;

z - тип кранової рейки;

Вихідні дані:

Ціле яке вказує перехід його значення 0,1,2,3.Нульове значення вказує на помилку в розрахунках.

Тест 1

Вхідні дані:

$m[3]=\{1000.0,769.0,46.0\},r[2]=\{210000.0,190000.0\},q=500.0,h_1=1.0,l=12.0, n_0.2, c_choice=1, t_2=1042.0, d=1.0, t_3=12.0, j=2, v_1=1.1, v_3=0.85, k_2=1.3, c_1=1.45, f_1=476.0, z=2$

Очікуваний результат: 1

Що отримали: 1

Тест 2

Вхідні дані:

$m[3]=\{1000.0,769.0,46.0\},r[2]=\{210000.0,190000.0\},q=500.0,h_1=1.0,l=12.0, n_0.2, c_choice=1, t_2=9042.0, d=1.0, t_3=12.0, j=2, v_1=1.1, v_3=0.95, k_2=1.3, c_1=20.45, f_1=476.0, z=2$

Очікуваний результат: 0

Що отримали: 0

Тест 3

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | + | | + | | + | | + | | | + | + | |
| 2 | | | | | | + | | | + | | | + |
| 3 | | | | | + | | | + | + | | + | |
| 4 | | + | | + | | | | | | | | |

Продовження таблиці 4.4

| | f3>0.85 | | (g3<r[0]) (g3==r[0]) | | Catch(Exception &e) | |
|---|---------|---|-----------------------|---|---------------------|---|
| | + | - | + | - | + | - |
| 1 | | + | + | | | + |
| 2 | | | | + | | + |
| 3 | + | | | + | | + |
| 4 | | | | | + | |

Метод `int TWeldedBeam::Raschet(float m1, float m2, float m3, float r1, float r2, float q, float n, float l, float y1, float y2, float y3, float k1, float a0, float f1, float b, float h7, float m7, float m8, float q1, float q2, float a6, int z1, int zs, float t2, float d, float t9, int p)` – виконує розрахунок підкранової звареної балки складеного перетину.

Вхідні дані:

Будівельні параметри конструкції

m_1 - розрахунковий згинальний момент від вертикального навантаження;

m_2 - розрахунковий згинальний момент від горизонтального навантаження;

m_3 - нормативний згинальний момент від вертикального навантаження 1крана;

r_1 - розрахунковий опір стали;

r_2 - розрахунковий опір стали зрізові;

q - максимальна поперечна сила;

n - припустимий прогин;

l - довжина балки;
 y_1 - коефіцієнт збільшення навантаження;
 y_3 - коефіцієнт сполучень;
 a_0 - коефіцієнт асиметрії перетину балки;
 f_1 - нормативний максимальний тиск колеса крана;
 b - коефіцієнт для розрізних і не розрізних балок;
 h_7 - висота гальмовий конструкції;
 m_7 - розрахунковий згинальний момент у 1 панеле балки;
 m_8 - розрахунковий згинальний момент у середньої панеле балки;
 q_1 - розрахункова поперечна сила в 1 панеле балки;
 q_2 - розрахункова поперечна сила в середньої панеле балки;
 a_6 - крок поперечних ребер жорсткості;
 z_1 - вантажопідйомність крана;
 z_s - тип гальмової системи;
 t_2 - розрахункове горизонтальне навантаження на 1 колесо крана;
 d - довжина панелі гальмової ферми;
 t_9 - товщина гальмового листа;
 p - номер швелера;

Вихідні дані:

Ціле в діапазоні від 0 до 3 включно. Якщо 0 то є помилка.

Тест 1

Вхідні дані:

$m_1=7492.0$, $m_2=304.78$, $m_3=4759.0$, $r_1=240.0$, $r_2=139.2$, $q=1957.0$,
 $n=0.002$, $l=18.0$, $y_1=1.1$, $y_2=0.85$, $y_3=1.2$, $k_1=450.0$, $a_0=1.15$, $f_1=100.0$, $b=0.0$,
 $h_7=5982.0$, $m_7=1957.0$, $m_8=0.0$, $q_1=150.0$, $q_2=223.1$, $a_6=1.0$, $z_1=2$, $z_s=3$, $t_2=5.0$,
 $d=18.0$, $t_9=1.0$, $p=2$

Очікуваній результат: 2

Що отримали: 2

Тест 2

Вхідні дані:

$m_1=7492.0$, $m_2=304.78$, $m_3=40759.0$, $r_1=24000.0$, $r_2=13900.2$, $q=1957.0$,
 $n=0.002$, $l=18.0$, $y_1=1.1$, $y_2=0.85$, $y_3=1.2$, $k_1=450.0$, $a_0=1.15$, $f_1=100.0$, $b=0.0$,
 $h_7=5982.0$, $m_7=1957.0$, $m_8=0.0$, $q_1=150.0$, $q_2=223.1$, $a_6=1.0$, $z_1=2$, $z_s=3$, $t_2=5.0$,
 $d=18.0$, $t_9=1.0$, $p=2$

Очікуваний результат: 0

Що отримали: 0

Тест 3

Вхідні дані:

$m_1=7492.0$, $m_2=304.78$, $m_3=4759.0$, $r_1=240.0$, $r_2=13900.2$, $q=1957.0$,
 $n=0.002$, $l=18.0$, $y_1=1.1$, $y_2=0.85$, $y_3=1.2$, $k_1=650.0$, $a_0=1.15$, $f_1=100.0$,
 $b=10.0$, $h_7=5982.0$, $m_7=1957.0$, $m_8=10.0$, $q_1=150.0$, $q_2=223.1$, $a_6=1.0$, $z_1=3$,
 $z_s=1$, $t_2=5.0$, $d=18.0$, $t_9=1.0$, $p=1$

Очікуваний результат: 1

Що отримали: 0

Тест 4

Вхідні дані:

$m_1=7492.0$, $m_2=304.78$, $m_3=2156.0$, $r_1=240.0$, $r_2=1390.2$, $q=1957.0$,
 $n=0.002$, $l=18.0$, $y_1=1.3$, $y_2=0.95$, $y_3=1.4$, $k_1=650.0$, $a_0=1.15$, $f_1=110.0$,
 $b=10.0$, $h_7=5982.0$, $m_7=1957.0$, $m_8=10.0$, $q_1=150.0$, $q_2=223.1$, $a_6=1.0$, $z_1=3$,
 $z_s=1$, $t_2=5.0$, $d=18.0$, $t_9=1.5$, $p=1$

Очікуваний результат: 3

Що отримали: 3

Таблиця 4.5 ілюструє як ці тести покривають рішення й умови.

Таблиця 4.5 Покриття рішень і умов для методу `int TWeldedBeam::Raschet()`

| | $z1==2$ | | $h3>200$ | | $h2>200$ | | $i<15$ | | $b15[i]>t1$ (1) | | $(t1>t3) $ $(t1==t3)$ | |
|---|---------|---|----------|---|----------|---|--------|---|--------------------|---|---------------------------|---|
| | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - |
| 1 | | + | | | | | | | | | + | |
| 2 | + | | | + | + | | + | | + | | | + |
| 3 | + | | + | | | + | | + | | | | + |
| 4 | | + | | | | | + | | | + | + | |

Продовження таблиці 4.5

| | $c>15$ | | $i<10$ | | $c2[i]>((h3-20.0)*0.9)$ (1) | | $c2[i]>((h2-5.0)*0.9)$ (1) | | $a1<25$ | | $(t4>b3) $ $(t4==b3)$ (1) | |
|---|--------|---|--------|---|--------------------------------|---|-------------------------------|---|---------|---|----------------------------------|---|
| | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - |
| 1 | + | | + | | + | | + | | | + | + | |
| 2 | + | | + | | | + | | + | + | | | + |
| 3 | | | + | | + | | | + | + | | + | |
| 4 | | + | | + | | | | | | | | |

Продовження таблиці 4.5

| | $b9>60$ | | $i<14$ (1) | | $(b1<t4*\sqrt{e/r1}) $ $(b1==t4*\sqrt{e/r1})$ (2) | | Catch(Exception &e) | |
|---|---------|---|---------------|---|--|---|---------------------|---|
| | + | - | + | - | + | - | + | - |
| 1 | + | | + | | | + | | + |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|
| 2 | | + | | | | | | + |
| 3 | + | | | + | | | + | |
| 4 | + | | + | | + | | | + |

5 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ І ВИСНОВКИ

В ході розробки дипломного проекту були цілком правильно вирішена задача написання програми, яка виконує проектні розрахунки в промисловому будівництві. Основними функціями програми є:

- розрахунок одноповерхових промислових споруд у збірному залізобетоні окремо від власної ваги (метод переміщень І. Н. Чепурного „Проектування сталевих каркасів одноповерхових промислових будинків”);
- розрахунок розподілу зусиль у двогілковій стійці(оптимізація Є. І. Беленя “Металеві і залізобетонні конструкції”);
- розрахунок переднапружених залізобетонних конструкцій;
- вивід результатів розрахунків у таблицю MS Excel;

Даючи загальну оцінку проробленій роботі, можна з упевненістю сказати, що розроблений дипломний проект повністю задовольняє рішення поставленої задачі.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. КПІ ім.Ігоря Сікорського „Програмування програмних додатків”, Київ: 2018р., 8-283с.
2. І. В.Герман „программирование на С++” СП «АГДА», «Солоний» 1995р.
3. І. Н. Чепурной „проектирование сталевого каркаса одноповерхового промислового будинку”, Гомель: 1974р., 102-220с.
4. Е. И. Беленя “Металеві конструкції”, М.: Госстрой 1973р., 21-74с., 125-154с.
5. СНИП П-6-74 “Навантаження і впливи. Норми проектування”, М.: Стройиздат., 1975р., 12-75с., 112-153с.
6. Н. К. Снитко „Будівельна механіка”, М.: Вища школа, 1980р., 431 с.
7. Ю.И. Бутенко, Ю.П. Китів, С.П. Фесик і ін. „Будівельна механіка”, Під .ред. Ю.И. Бутенко. – Київ: Вища школа, 1989р., 479 с.
8. А.Ф. Смирнов, А.В. Александров, Б.Я. Лащеников, Н.Н.Шапашников „Будівельна механіка. Стрижневі системи”, Під. ред .А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1981р., 512 с.
9. Будівельна механіка [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст галузь знань / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2020. – 57 с.

ДОДАТКИ

Додаток А – Технічне завдання

ЗАТВЕРДЖЕНО

1116130.01307-01-ЛЗ

**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ
БАЗОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ**

Технічне завдання

1116130.01307-01

Листів 11

Зміст

| | |
|--|----|
| 1. ВВЕДЕННЯ..... | 60 |
| 2. ПІДСТАВА ДЛЯ РОЗРОБКИ..... | 61 |
| 3. ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ..... | 62 |
| 4. ВИМОГИ ДО ПРОГРАМИ..... | 63 |
| 4.1 Вимоги до функціоналу..... | 63 |
| 4.2 Вимоги до надійності..... | 63 |
| 4.3 Умови експлуатації..... | 63 |
| 4.4 Вимоги до складу і параметрів обладнання..... | 63 |
| 4.5 Вимоги до інформаційної і програмної сумісності..... | 63 |
| 4.6 Вимоги до маркування і упаковки..... | 63 |
| 4.7 Вимоги до транспортування і зберігання..... | 64 |
| 5. ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ..... | 65 |
| 6. СТАДІЇ ТА ЕТАПИ РОЗРОБКИ..... | 66 |
| 7. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ТА ПРИЙМАННЯ..... | 67 |
| 8. БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК..... | 68 |

1. ВВЕДЕННЯ

Програмне забезпечення для роботи з будівельними проектними розрахунками для автоматизації будівельних проектувань й поліпшення роботи з розрахунковими операціями.

Причиною виникнення продукту є потенційна необхідність в програмних додатках даного типу

Область застосування – будь які дослідження, де можуть міститися будівельні проектні розрахунки.

2. ПІДСТАВА ДЛЯ РОЗРОБКИ

Підставою для розробки є наказ від 07.12.22 №1209ст ректора Українського державного університету науки і технологій “Про призначення наукових керівників та затвердження тем бакалаврських робіт” за спеціальністю 121 “Інженерія програмного забезпечення» факультету “Комп’ютерних технологій і систем” по кафедрі “Комп’ютерні інформаційні технології”.

Тема дипломної роботи – «Розробка програмного забезпечення для виконання базових будівельних проектних розрахунків». Керівник – Шаповал І.В.

3. ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Функціональним призначенням програмного комплексу «Проектні розрахунки в промисловому будівництві» є автоматизація проектних розрахунків пов'язаних з промисловим будівництвом, а саме: розрахунок одноповерхових промислових споруд у збірному залізобетоні окремо від власної ваги, розрахунок розподілу зусиль у двогілковій стійці, розрахунок переднапружених залізобетонних конструкцій. Програмний комплекс дозволить швидко робити необхідні обчислення, а також виконувати рисунки навантажень на конструкцію.

Експлуатаційним призначенням даного програмного комплексу є автоматизація ручної праці по виконанню розрахунків поперечної №-пролітної рами каркаса будинку, підкранової балки. Результати розрахунків у файлах з розширенням “xls”.

4. ВИМОГИ ДО ПРОГРАМИ

4.1. Вимоги до функціональних характеристик

Забезпечення зручного та ефективного вирішення задач стосовно будівельних проектних розрахунків. Програма надає користувачеві зрозумілий інтерфейс та набір функцій, що дозволяють вводити та обробляти розрахункові дані й отримувати точні та достовірні результати.

4.2. Вимоги до надійності

Вимоги до надійності наступні: забезпечення стійкого функціонування програми; контроль вхідної і вихідної інформації; наявність архівної копії тексту програми на зовнішньому носії.

4.3. Умови експлуатації

Вимоги до кліматичних умов: температура – 21-25 С, відносна вологість 40-60%. Обслуговування не потрібне. Для роботи із ПЗ достатньо однієї людини, що має досвід роботи із ПК, і бажає проводити дослідження у сфері навчання і оброблення даних за допомогою даного застосунку .

4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів

Склад технічних засобів: процесор з тактовою частотою 2 ГГц або вище; 6 Мб. місця на накопичувачі; 2 Гб. оперативної пам'яті.

4.5. Вимоги до інформаційної і програмної сумісності

Програма має функціонувати під управлінням ОС Windows 10\11.

Програма написана на мові програмування C#. Перевагою цієї мови програмування є те, що вона об'єктно-орієнтована, тобто код можна поділити на логічні частини. Також ця мова має великий рівень безпеки і створення для написання додатків на операційну систему Windows. На системі має бути встановлений .NET Framework 4.5 або вище.

4.6. Вимоги до маркування і упаковки

Упаковка програмного продукту, включаючи документацію повинна бути захищена від пошкоджень різного роду (механічних, кліматичних). На упаковці повинно бути вказана назва продукту, мінімальні системні

вимоги. На зворотній стороні упаковки вказується розробник та його юридична адреса.

4.7. Вимоги до транспортування і зберігання

Транспортування повинно проводитись в упаковці. Умови зберігання повинні забезпечувати безпеку продукту.

5. ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

До складу програмної документації мають входити:

1. специфікація;
2. текст програми.

Програмна документація повинна відповідати вимогам ДСТУ [1].

6. СТАДІЇ ТА ЕТАПИ РОЗРОБКИ

| № по р | Зміст роботи (розділу) | Термін виконання розділів роботи | Примітка |
|--------|--|----------------------------------|----------|
| 1 | Вступ | 12.09.22 – 26.10.22 | |
| 2 | Аналіз сучасного стану дослідження проблеми за науковими літературними джерелами | 27.10.22 – 04.03.23 | |
| 3 | Аналіз сучасного стану програмно-апаратного забезпечення, яке потребує вдосконалення для вирішення проблем дослідження | 05.03.23 – 31.04.23 | |
| 4 | Постановка задачі, технічне завдання | 01.05.23 – 07.05.23 | 30% |
| 5 | Техніко-економічні показники | 08.05.23 – 15.05.23 | |
| 6 | Розробка інструментальних засобів дослідження | 16.05.23 – 21.05.23 | |
| 7 | Виконання досліджень | 22.05.23 – 28.05.23 | 60% |
| 8 | Оформлення результатів дипломної роботи | 29.05.23 – 11.06.23 | 100% |
| 9 | Подання дипломної роботи до кафедри | | |
| 10 | Захист дипломної роботи на засіданні екзаменаційної комісії | 27.06.23 | |

7. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ І ПРИЙМАННЯ

Контроль виконання здійснює керівник розробки Шаповал І.В. Прийом здійснюється уповноваженою комісією.

8. БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Івченко, Ю.М. Основи стандартизації програмних систем [Текст]: методичні вказівки до дипломного проектування та лабораторних робіт / уклад.: Ю. М. Івченко, В. І. Шинкаренко, В. Г. Івченко; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2009. - 38 с.

Додаток Б – Специфікація

ЗАТВЕРДЖЕН

1116130.01307-01-ЛЗ

**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ
БАЗОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ**

Специфікація

1116130.01307-01

Листів 2

Специфікації

Таблиця А.1. – Специфікації

| Позначення | Найменування | Примітка |
|---|--|----------|
| 1116130.01307-01-ЛЗ 1116130.01307-01 1116130.01307-01-ЛЗ 1116130.01307-01 1116130.01307-01 12 01-ЛЗ 1116130.01307-01 12 01 | Документація Лист затвердження Технічне завдання Лист затвердження Специфікація Лист затвердження Текст програми | |

Додаток В – Листи затвердження

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Проректор Українського
державного університету
науки і технологій**

_____ **Анатолій РАДКЕВИЧ**
07.12.2022

**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ
БАЗОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ**

**Технічне завдання
ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ
1116130.01307-01-ЛЗ**

**Представники
підприємства-розробника
Завідувач кафедри КІТ
_____ **Вадим ГОРЯЧКІН****

07.12.22

**Керівник розробки
_____ **Ірина Шаповал****

07.12.22

Виконавець

Олександр

КЕСАР

07.12.22

**Нормконтролер
_____ **Світлана ВОЛКОВА****

07.12.22

2023
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор Українського
державного університету науки і
технологій
_____ Анатолій РАДКЕВИЧ
07.12.2022

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ
БАЗОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ

Специфікація
ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ
1116130.01307-01-ЛЗ

Представники
підприємства-розробника
Завідувач кафедри КІТ
_____ Вадим ГОРЯЧКІН
07.12.22

Керівник розробки

_____ Ірина ШАПОВАЛ
07.12.22

Виконавець

_____ Олександр КЕСАР
07.12.22

Нормконтролер

_____ Світлана ВОЛКОВА

07.12.22

2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор Українського
державного університету
науки і технологій
_____ Анатолій РАДКЕВИЧ
07.12.2022

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ
БАЗОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ

Текст програми
ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ
1116130.01307-01 12 01-ЛЗ

Представники
підприємства-розробника
Завідувач кафедри КІТ
_____ Вадим ГОРЯЧКІН
07.12.22
Керівник розробки
_____ Ірина ШАПОВАЛ
07.12.22
Виконавець
_____ Олександр
КЕСАР
07.12.22

Нормконтролер

Світлана ВОЛКОВА

07.12.22

2023

Додаток Г – текст програми

ЗАТВЕРДЖЕНО

1116130.01307-01 12 01-ЛЗ

**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ
БАЗОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ**

Текст програми

1116130.01307-01 12 01

Листів Елементів змісту не знайдено.

2023

Form1.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Diagnostics.Eventing.Reader;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Security.Cryptography;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace PR1421
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        struct VarPR14
        {
            public double H1 ;
            public double K ;
        }
    }
}
```

```
public double M2 ;  
public double C ;  
public double D ;  
public double B ;  
public double RB ;  
public double EB ;  
public double ES ;  
public double AS ;  
public double N ;  
public double NL ;  
public double M ;  
public double ML ;  
public double Q ;  
public double G1 ;  
public double G2 ;  
}
```

```
public Form1()  
{  
    InitializeComponent();  
}
```

```
private void pr12ToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)  
{  
  
}
```

```
private void label1_Click(object sender, EventArgs e)  
{
```

```
}

```

```
private void label4_Click(object sender, EventArgs e)

```

```
{

```

```
}

```

```
private void задачиToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)

```

```
{

```

```
}

```

```
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)

```

```
{

```

```
    //foreach (var item in tabPr14.Controls)

```

```
    //{

```

```
    //  if (item.GetType() == typeof(TextBox))

```

```
    //  {

```

```
    //      if (double.TryParse(((TextBox)item).Text, out double _)) { }

```

```
    //      else

```

```
    //          //выдать ошибку про неправильность заполненных данных

```

```
    //          return;

```

```
    //  }

```

```
    //}

```

```
    VarPR14 v;

```

```
    double.TryParse(tbH .Text, out v.H1);

```

```
    double.TryParse(tbK .Text, out v.K );

```

```
    double.TryParse(tbM2.Text, out v.M2);

```

```
    double.TryParse(tbC .Text, out v.C );

```

```
    double.TryParse(tbD .Text, out v.D );

```

```

double.TryParse(tbB .Text, out v.B );
double.TryParse(tbRB.Text, out v.RB);
double.TryParse(tbEB.Text, out v.EB);
double.TryParse(tbES.Text, out v.ES);
double.TryParse(tbAS.Text, out v.AS);
double.TryParse(tbN .Text, out v.N );
double.TryParse(tbNL.Text, out v.NL);
double.TryParse(tbM .Text, out v.M );
double.TryParse(tbML.Text, out v.ML);
double.TryParse(tbQ .Text, out v.Q );
double.TryParse(tbG1.Text, out v.G1);
double.TryParse(tbG2.Text, out v.G2);

double E1;
double H = v.C + v.D;
double L = v.K * v.H1;
double IR = v.C * Math.Sqrt(1 + (3 * v.C * v.C)) / (2 * (v.K * v.M2 *
v.D));
if (L / IR < 14) E1 = 1;
else
{
    /*
    540 IF L/IR<14 THEN E1=1 :GOTO 740
    550 E=M/N
    570 IF SGN(M)=SGN(ML) THEN 610
    580 IF E>.001*H THEN FL=1 :GOTO 630
    590 FL1=1+ML/(NL*C/200)
    600 FL=FL1+1000*(1-FL1)*E/C :GOTO 630

    610 M1=M+N*C/200 :ML1=ML+NL*C/200

```

```

620 FL=1+ML1/M
630 DE=100*E/H
640 DE1=.5-.01*L/C-.01*RB
650 IF DE=>DE1 THEN DE=DE ELSE DE=DE1
660 I=2*(B*D^3)/12+B*D*(C^2)/4
680 AM=AS*ES/(B*D*EB)
690 IS=2*AM*B*D*(C/2)^2
700 NC=.64*EB*(I*(.11/(.1+DE)+.1)/FL+IS)/L^2
720 E1=1/(1-N/NC)
740 NW1=N/2-M*E1*100/C :NW2=N/2+M*E1*100/C
*/
double E = v.M / v.N;
double FL;
if (Math.Sign(v.M) == Math.Sign(v.ML))
{
    double M1 = v.M + v.N * v.C / 200;
    double ML1 = v.ML + v.NL * v.C / 200;
    FL = 1 + ML1 / v.M;
}
else
{
    if (E > 0.001 * H) FL = 1;
    else
    {
        double FL1 = 1 + v.ML / (v.NL * v.C / 200);
        FL = FL1 + 1000 * (1 - FL1) * E / v.C;
    }
}
double DE = 100 * E / H;

```

```

double DE1 = 0.5 - 0.01 * L / v.C - 0.01 * v.RB;

if (DE >= DE1) DE = DE;
else DE = DE1;
double I = 2 * (v.B * v.D * v.D * v.D) / 12 + v.B * v.D * (v.C * v.C) /
4;

double AM = v.AS * v.ES / (v.B * v.D * v.EB);
double IS = 2 * AM * v.B * v.D * Math.Pow((v.C / 2),2);
double NC = 0.64 * v.EB * Math.Pow(((I * (.11 / (.1 + DE) + .1) / FL
+ IS) / L),2);
    E1 = 1 / (1 - v.N / NC);
}
double NW1 = v.N / 2 - v.M * E1 * 100 / v.C;
double NW2 = v.N / 2 + v.M * E1 * 100 / v.C;

double S = v.H1 / v.M2;
double MW = v.Q * S / 400;

double MR = v.Q * S / 200;
double QR = v.Q * S / v.C;

otb11.Text = tbG1.Text;
otb12.Text = tbG1.Text;
otb13.Text = tbG1.Text;

otb21.Text = NW1.ToString();
otb22.Text = MR.ToString();
otb23.Text = MW.ToString();

otb31.Text = NW2.ToString();

```

```

otb32.Text = QR.ToString();
otb33.Text = MW.ToString();

}

private void label59_Click(object sender, EventArgs e)
{

}
}
}
}

```

Form1.Designer.cs

```

namespace PR1421
{
    partial class Form1
    {
        /// <summary>
        /// Обязательная переменная конструктора.
        /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        /// Освободить все используемые ресурсы.
        /// </summary>
        /// <param name="disposing">истинно, если управляемый ресурс
        должен быть удален; иначе ложно.</param>
        protected override void Dispose(bool disposing)
        {

```

```

if (disposing && (components != null))
{
    components.Dispose();
}
base.Dispose(disposing);
}

```

#region Код, автоматически созданный конструктором форм Windows

```

/// <summary>

```

```

/// Требуемый метод для поддержки конструктора — не изменяйте

```

```

/// содержимое этого метода с помощью редактора кода.

```

```

/// </summary>

```

```

private void InitializeComponent()

```

```

{

```

```

    this.components = new System.ComponentModel.Container();

```

```

    this.contextMenuStrip1 = new

```

```

System.Windows.Forms.ContextMenuStrip(this.components);

```

```

    this.menuStrip2 = new System.Windows.Forms.MenuStrip();

```

```

    this.задачиToolStripMenuItem = new

```

```

System.Windows.Forms.ToolStripItem();

```

```

    this.tabControl1 = new System.Windows.Forms.TabControl();

```

```

    this.tabPr12 = new System.Windows.Forms.TabPage();

```

```

    this.Calc_but_pr12 = new System.Windows.Forms.Button();

```

```

    this.textBox29 = new System.Windows.Forms.TextBox();

```

```

    this.label29 = new System.Windows.Forms.Label();

```

```

    this.textBox28 = new System.Windows.Forms.TextBox();

```

```

    this.label28 = new System.Windows.Forms.Label();

```

```

    this.textBox27 = new System.Windows.Forms.TextBox();

```

```

    this.label27 = new System.Windows.Forms.Label();

```

```
this.textBox26 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label26 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox25 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label25 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox24 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label24 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox23 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label23 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox22 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label22 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox21 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label21 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox20 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label20 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox19 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label19 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox18 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label18 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox17 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label17 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox16 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label16 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox15 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label15 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox14 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label14 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox13 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label13 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox12 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label12 = new System.Windows.Forms.Label();
```

```
this.textBox11 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label11 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox10 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label10 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox9 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label9 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox8 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label8 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox7 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label7 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox6 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label6 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox5 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label5 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox4 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label4 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox3 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label3 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox2 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label2 = new System.Windows.Forms.Label();
this.textBox1 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label1 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tabPr14 = new System.Windows.Forms.TabPage();
this.tbG2 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label45 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbG1 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label46 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbQ = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label40 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbML = new System.Windows.Forms.TextBox();
```

```
this.label41 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbM = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label42 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbNL = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label43 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbN = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label44 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbAS = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label35 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbES = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label36 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbEB = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label37 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbRB = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label38 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbB = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label39 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbD = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label34 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbC = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label33 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbM2 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label32 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbK = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label31 = new System.Windows.Forms.Label();
this.tbH = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label30 = new System.Windows.Forms.Label();
this.button2 = new System.Windows.Forms.Button();
this.tabPr21 = new System.Windows.Forms.TabPage();
this.otb11 = new System.Windows.Forms.TextBox();
```

```
this.label47 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label48 = new System.Windows.Forms.Label();
this.otb12 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label49 = new System.Windows.Forms.Label();
this.otb13 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label50 = new System.Windows.Forms.Label();
this.otb21 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label51 = new System.Windows.Forms.Label();
this.otb22 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label52 = new System.Windows.Forms.Label();
this.otb23 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label53 = new System.Windows.Forms.Label();
this.otb33 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label54 = new System.Windows.Forms.Label();
this.otb32 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label55 = new System.Windows.Forms.Label();
this.otb31 = new System.Windows.Forms.TextBox();
this.label56 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label57 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label58 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label59 = new System.Windows.Forms.Label();
this.label60 = new System.Windows.Forms.Label();
this.menuStrip2.SuspendLayout();
this.tabControl1.SuspendLayout();
this.tabPr12.SuspendLayout();
this.tabPr14.SuspendLayout();
this.SuspendLayout();
//
// contextMenuStrip1
//
```

```

this.contextMenuStrip1.Name = "contextMenuStrip1";
this.contextMenuStrip1.Size = new System.Drawing.Size(61, 4);
//
// menuStrip2
//
this.menuStrip2.Items.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
this.задачіToolStripMenuItem});
this.menuStrip2.Location = new System.Drawing.Point(0, 0);
this.menuStrip2.Name = "menuStrip2";
this.menuStrip2.Size = new System.Drawing.Size(914, 24);
this.menuStrip2.TabIndex = 2;
this.menuStrip2.Text = "menuStrip2";
//
// задачіToolStripMenuItem
//
this.задачіToolStripMenuItem.Name = "задачіToolStripMenuItem";
this.задачіToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(48, 20);
this.задачіToolStripMenuItem.Text = "Вихід";
this.задачіToolStripMenuItem.Click += new
System.EventHandler(this.задачіToolStripMenuItem_Click);
//
// tabControl1
//
this.tabControl1.Controls.Add(this.tabPr12);
this.tabControl1.Controls.Add(this.tabPr14);
this.tabControl1.Controls.Add(this.tabPr21);
this.tabControl1.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Fill;
this.tabControl1.Location = new System.Drawing.Point(0, 24);
this.tabControl1.Name = "tabControl1";

```

```
this.tabControl1.SelectedIndex = 0;
this.tabControl1.Size = new System.Drawing.Size(914, 450);
this.tabControl1.TabIndex = 0;
//
// tabPr12
//
this.tabPr12.Controls.Add(this.Calc_but_pr12);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox29);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label29);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox28);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label28);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox27);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label27);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox26);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label26);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox25);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label25);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox24);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label24);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox23);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label23);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox22);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label22);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox21);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label21);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox20);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label20);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox19);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label19);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox18);
```

```
this.tabPr12.Controls.Add(this.label18);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox17);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label17);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox16);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label16);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox15);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label15);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox14);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label14);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox13);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label13);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox12);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label12);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox11);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label11);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox10);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label10);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox9);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label9);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox8);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label8);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox7);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label7);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox6);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label6);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox5);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label5);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox4);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label4);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox3);
```

```
this.tabPr12.Controls.Add(this.label3);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox2);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label2);
this.tabPr12.Controls.Add(this.textBox1);
this.tabPr12.Controls.Add(this.label1);
this.tabPr12.Location = new System.Drawing.Point(4, 22);
this.tabPr12.Name = "tabPr12";
this.tabPr12.Padding = new System.Windows.Forms.Padding(3);
this.tabPr12.Size = new System.Drawing.Size(906, 424);
this.tabPr12.TabIndex = 0;
this.tabPr12.Text = "Pr12";
this.tabPr12.UseVisualStyleBackColor = true;
//
// Calc_but_pr12
//
this.Calc_but_pr12.Location = new System.Drawing.Point(749, 330);
this.Calc_but_pr12.Name = "Calc_but_pr12";
this.Calc_but_pr12.Size = new System.Drawing.Size(133, 46);
this.Calc_but_pr12.TabIndex = 58;
this.Calc_but_pr12.Text = "Расчет";
this.Calc_but_pr12.UseVisualStyleBackColor = true;
//
// textBox29
//
this.textBox29.Location = new System.Drawing.Point(456, 162);
this.textBox29.Name = "textBox29";
this.textBox29.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox29.TabIndex = 57;
this.textBox29.Text = "4,04";
//
```

```
// label29
//
this.label29.AutoSize = true;
this.label29.Location = new System.Drawing.Point(292, 162);
this.label29.Name = "label29";
this.label29.Size = new System.Drawing.Size(149, 26);
this.label29.TabIndex = 56;
this.label29.Text = "Ветровая сосредоточенная \r\nсверху стойки, W,
кН";
//
// textBox28
//
this.textBox28.Location = new System.Drawing.Point(456, 136);
this.textBox28.Name = "textBox28";
this.textBox28.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox28.TabIndex = 55;
this.textBox28.Text = "0,864";
//
// label28
//
this.label28.AutoSize = true;
this.label28.Location = new System.Drawing.Point(292, 134);
this.label28.Name = "label28";
this.label28.Size = new System.Drawing.Size(115, 26);
this.label28.TabIndex = 54;
this.label28.Text = "Ветровая пассивная \r\nнагрузка, Омр , кН/м";
//
// textBox27
//
this.textBox27.Location = new System.Drawing.Point(456, 110);
```

```
this.textBox27.Name = "textBox27";
this.textBox27.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox27.TabIndex = 53;
this.textBox27.Text = "1,38";
//
// label27
//
this.label27.AutoSize = true;
this.label27.Location = new System.Drawing.Point(292, 107);
this.label27.Name = "label27";
this.label27.Size = new System.Drawing.Size(111, 26);
this.label27.TabIndex = 52;
this.label27.Text = "Ветровая активная \r\nнагрузка, Ом , кН/м";
//
// textBox26
//
this.textBox26.Location = new System.Drawing.Point(456, 83);
this.textBox26.Name = "textBox26";
this.textBox26.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox26.TabIndex = 51;
this.textBox26.Text = "0";
//
// label26
//
this.label26.AutoSize = true;
this.label26.Location = new System.Drawing.Point(292, 81);
this.label26.Name = "label26";
this.label26.Size = new System.Drawing.Size(137, 26);
this.label26.TabIndex = 50;
this.label26.Text = "Поперечное торможение \r\nкрана, Vкph, кН";
```

```
//  
// textBox25  
//  
this.textBox25.Location = new System.Drawing.Point(456, 58);  
this.textBox25.Name = "textBox25";  
this.textBox25.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox25.TabIndex = 49;  
this.textBox25.Text = "0";  
//  
// label25  
//  
this.label25.AutoSize = true;  
this.label25.Location = new System.Drawing.Point(292, 52);  
this.label25.Name = "label25";  
this.label25.Size = new System.Drawing.Size(133, 26);  
this.label25.TabIndex = 48;  
this.label25.Text = "Вертикальная крановая \r\nнагрузка, Vкрв, кН";  
//  
// textBox24  
//  
this.textBox24.Location = new System.Drawing.Point(456, 32);  
this.textBox24.Name = "textBox24";  
this.textBox24.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox24.TabIndex = 47;  
this.textBox24.Text = "74,09";  
//  
// label24  
//  
this.label24.AutoSize = true;  
this.label24.Location = new System.Drawing.Point(292, 35);
```

```
this.label24.Name = "label24";
this.label24.Size = new System.Drawing.Size(113, 13);
this.label24.TabIndex = 46;
this.label24.Text = "Масса снега , Vs, кН";
//
// textBox23
//
this.textBox23.Location = new System.Drawing.Point(456, 6);
this.textBox23.Name = "textBox23";
this.textBox23.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox23.TabIndex = 45;
this.textBox23.Text = "0";
//
// label23
//
this.label23.AutoSize = true;
this.label23.Location = new System.Drawing.Point(292, 0);
this.label23.Name = "label23";
this.label23.Size = new System.Drawing.Size(158, 26);
this.label23.TabIndex = 44;
this.label23.Text = "Расстояние между центрами \r\nптяжести сечений
, e7, м";
//
// textBox22
//
this.textBox22.Location = new System.Drawing.Point(696, 356);
this.textBox22.Name = "textBox22";
this.textBox22.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox22.TabIndex = 43;
this.textBox22.Text = "0";
```

```
//  
// label22  
//  
this.label22.AutoSize = true;  
this.label22.Location = new System.Drawing.Point(537, 362);  
this.label22.Name = "label22";  
this.label22.Size = new System.Drawing.Size(121, 13);  
this.label22.TabIndex = 42;  
this.label22.Text = "Эксцентриситет, еб, м";  
//  
// textBox21  
//  
this.textBox21.Location = new System.Drawing.Point(696, 330);  
this.textBox21.Name = "textBox21";  
this.textBox21.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox21.TabIndex = 41;  
this.textBox21.Text = "0";  
//  
// label21  
//  
this.label21.AutoSize = true;  
this.label21.Location = new System.Drawing.Point(537, 336);  
this.label21.Name = "label21";  
this.label21.Size = new System.Drawing.Size(122, 26);  
this.label21.TabIndex = 40;  
this.label21.Text = "Вага подкрановой \r\nчасти колонны, Gб, кН";  
//  
// textBox20  
//  
this.textBox20.Location = new System.Drawing.Point(696, 284);
```

```
this.textBox20.Name = "textBox20";
this.textBox20.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox20.TabIndex = 39;
this.textBox20.Text = "0,51";
//
// label20
//
this.label20.AutoSize = true;
this.label20.Location = new System.Drawing.Point(537, 288);
this.label20.Name = "label20";
this.label20.Size = new System.Drawing.Size(134, 26);
this.label20.TabIndex = 38;
this.label20.Text = "Относительный уровень \r\nпо высоте, n5";
//
// textBox19
//
this.textBox19.Location = new System.Drawing.Point(696, 258);
this.textBox19.Name = "textBox19";
this.textBox19.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox19.TabIndex = 37;
this.textBox19.Text = "-0,375";
//
// label19
//
this.label19.AutoSize = true;
this.label19.Location = new System.Drawing.Point(537, 269);
this.label19.Name = "label19";
this.label19.Size = new System.Drawing.Size(121, 13);
this.label19.TabIndex = 36;
this.label19.Text = "Эксцентриситет, e5, м\r\n";
```

```
//  
// textBox18  
//  
this.textBox18.Location = new System.Drawing.Point(696, 232);  
this.textBox18.Name = "textBox18";  
this.textBox18.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox18.TabIndex = 35;  
this.textBox18.Text = "38,75";  
//  
// label18  
//  
this.label18.AutoSize = true;  
this.label18.Location = new System.Drawing.Point(537, 236);  
this.label18.Name = "label18";  
this.label18.Size = new System.Drawing.Size(143, 26);  
this.label18.TabIndex = 34;  
this.label18.Text = "Нагрузки от нижних\r\n стеновых панелей, G5,  
кН";  
//  
// textBox17  
//  
this.textBox17.Location = new System.Drawing.Point(456, 356);  
this.textBox17.Name = "textBox17";  
this.textBox17.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox17.TabIndex = 33;  
this.textBox17.Text = "0";  
//  
// label17  
//  
this.label17.AutoSize = true;
```

```
this.label17.Location = new System.Drawing.Point(289, 358);
this.label17.Name = "label17";
this.label17.Size = new System.Drawing.Size(121, 13);
this.label17.TabIndex = 32;
this.label17.Text = "Эксцентриситет, e4, м";
//
// textBox16
//
this.textBox16.Location = new System.Drawing.Point(456, 330);
this.textBox16.Name = "textBox16";
this.textBox16.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox16.TabIndex = 31;
this.textBox16.Text = "0";
//
// label16
//
this.label16.AutoSize = true;
this.label16.Location = new System.Drawing.Point(289, 332);
this.label16.Name = "label16";
this.label16.Size = new System.Drawing.Size(112, 26);
this.label16.TabIndex = 30;
this.label16.Text = "Масса подкрановой \r\nбалки, G4, кН";
//
// textBox15
//
this.textBox15.Location = new System.Drawing.Point(456, 288);
this.textBox15.Name = "textBox15";
this.textBox15.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox15.TabIndex = 29;
this.textBox15.Text = "0,06";
```

```
//  
// label15  
//  
this.label15.AutoSize = true;  
this.label15.Location = new System.Drawing.Point(289, 290);  
this.label15.Name = "label15";  
this.label15.Size = new System.Drawing.Size(134, 26);  
this.label15.TabIndex = 28;  
this.label15.Text = "Относительный уровень  $h$  по высоте, м";  
//  
// textBox14  
//  
this.textBox14.Location = new System.Drawing.Point(456, 262);  
this.textBox14.Name = "textBox14";  
this.textBox14.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox14.TabIndex = 27;  
this.textBox14.Text = "-0,375";  
//  
// label14  
//  
this.label14.AutoSize = true;  
this.label14.Location = new System.Drawing.Point(289, 267);  
this.label14.Name = "label14";  
this.label14.Size = new System.Drawing.Size(121, 13);  
this.label14.TabIndex = 26;  
this.label14.Text = "Эксцентриситет, e3, м";  
//  
// textBox13  
//  
this.textBox13.Location = new System.Drawing.Point(456, 236);
```

```
this.textBox13.Name = "textBox13";
this.textBox13.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox13.TabIndex = 25;
this.textBox13.Text = "55,2";
//
// label13
//
this.label13.AutoSize = true;
this.label13.Location = new System.Drawing.Point(289, 238);
this.label13.Name = "label13";
this.label13.Size = new System.Drawing.Size(140, 26);
this.label13.TabIndex = 24;
this.label13.Text = "Нагрузка от верхних \r\nстенных панелей, G3,
кН";
//
// textBox12
//
this.textBox12.Location = new System.Drawing.Point(187, 356);
this.textBox12.Name = "textBox12";
this.textBox12.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox12.TabIndex = 23;
this.textBox12.Text = "0";
//
// label12
//
this.label12.AutoSize = true;
this.label12.Location = new System.Drawing.Point(8, 359);
this.label12.Name = "label12";
this.label12.Size = new System.Drawing.Size(121, 13);
this.label12.TabIndex = 22;
```

```
this.label12.Text = "Эксцентриситет, e2, м";  
//  
// textBox11  
//  
this.textBox11.Location = new System.Drawing.Point(187, 330);  
this.textBox11.Name = "textBox11";  
this.textBox11.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox11.TabIndex = 21;  
this.textBox11.Text = "58";  
//  
// label11  
//  
this.label11.AutoSize = true;  
this.label11.Location = new System.Drawing.Point(8, 324);  
this.label11.Name = "label11";  
this.label11.Size = new System.Drawing.Size(114, 26);  
this.label11.TabIndex = 20;  
this.label11.Text = "Вага надкранової \r\nчастини колони, G2, кН";  
//  
// textBox10  
//  
this.textBox10.Location = new System.Drawing.Point(187, 288);  
this.textBox10.Name = "textBox10";  
this.textBox10.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox10.TabIndex = 19;  
this.textBox10.Text = "-0,1";  
//  
// label10  
//  
this.label10.AutoSize = true;
```

```
this.label10.Location = new System.Drawing.Point(8, 298);
this.label10.Name = "label10";
this.label10.Size = new System.Drawing.Size(124, 13);
this.label10.TabIndex = 18;
this.label10.Text = "Эксцентриситет , e1, м";
//
// textBox9
//
this.textBox9.Location = new System.Drawing.Point(187, 262);
this.textBox9.Name = "textBox9";
this.textBox9.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox9.TabIndex = 17;
this.textBox9.Text = "244,19";
//
// label9
//
this.label9.AutoSize = true;
this.label9.Location = new System.Drawing.Point(6, 256);
this.label9.Name = "label9";
this.label9.Size = new System.Drawing.Size(120, 26);
this.label9.TabIndex = 16;
this.label9.Text = "Постоянная нагрузка \r\nпот покрытия, G1, кН";
//
// textBox8
//
this.textBox8.Location = new System.Drawing.Point(187, 188);
this.textBox8.Name = "textBox8";
this.textBox8.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox8.TabIndex = 15;
this.textBox8.Text = "0";
```

```
//  
// label8  
//  
this.label8.AutoSize = true;  
this.label8.Location = new System.Drawing.Point(8, 195);  
this.label8.Name = "label8";  
this.label8.Size = new System.Drawing.Size(179, 13);  
this.label8.TabIndex = 14;  
this.label8.Text = "Количество средних стоек, N, Шт.";  
//  
// textBox7  
//  
this.textBox7.Location = new System.Drawing.Point(187, 162);  
this.textBox7.Name = "textBox7";  
this.textBox7.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox7.TabIndex = 13;  
this.textBox7.Text = "1";  
//  
// label7  
//  
this.label7.AutoSize = true;  
this.label7.Location = new System.Drawing.Point(6, 169);  
this.label7.Name = "label7";  
this.label7.Size = new System.Drawing.Size(177, 13);  
this.label7.TabIndex = 12;  
this.label7.Text = "Модуль упругости бетона, E, МПа\r\n";  
//  
// textBox6  
//  
this.textBox6.Location = new System.Drawing.Point(187, 136);
```

```
this.textBox6.Name = "textBox6";
this.textBox6.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox6.TabIndex = 11;
this.textBox6.Text = "52,08";
//
// label6
//
this.label6.AutoSize = true;
this.label6.Location = new System.Drawing.Point(8, 136);
this.label6.Name = "label6";
this.label6.Size = new System.Drawing.Size(148, 26);
this.label6.TabIndex = 10;
this.label6.Text = "Момент инерции \r\nподкрановой части , In, дм4";
//
// textBox5
//
this.textBox5.Location = new System.Drawing.Point(187, 110);
this.textBox5.Name = "textBox5";
this.textBox5.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox5.TabIndex = 9;
this.textBox5.Text = "52,08";
//
// label5
//
this.label5.AutoSize = true;
this.label5.Location = new System.Drawing.Point(8, 104);
this.label5.Name = "label5";
this.label5.Size = new System.Drawing.Size(148, 26);
this.label5.TabIndex = 8;
this.label5.Text = "Момент инерции \r\nнадкрановой части , Ib, дм4";
```

```
//  
// textBox4  
//  
this.textBox4.Location = new System.Drawing.Point(187, 84);  
this.textBox4.Name = "textBox4";  
this.textBox4.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox4.TabIndex = 7;  
this.textBox4.Text = "8,55";  
//  
// label4  
//  
this.label4.AutoSize = true;  
this.label4.Location = new System.Drawing.Point(8, 86);  
this.label4.Name = "label4";  
this.label4.Size = new System.Drawing.Size(179, 13);  
this.label4.TabIndex = 6;  
this.label4.Text = "Высота надкрановой части, Нб, м";  
this.label4.Click += new System.EventHandler(this.label4_Click);  
//  
// textBox3  
//  
this.textBox3.Location = new System.Drawing.Point(187, 58);  
this.textBox3.Name = "textBox3";  
this.textBox3.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.textBox3.TabIndex = 5;  
this.textBox3.Text = "8,55";  
//  
// label3  
//  
this.label3.AutoSize = true;
```

```
this.label3.Location = new System.Drawing.Point(8, 60);
this.label3.Name = "label3";
this.label3.Size = new System.Drawing.Size(151, 13);
this.label3.TabIndex = 4;
this.label3.Text = "Полная высота стойки, Н, м";
//
// textBox2
//
this.textBox2.Location = new System.Drawing.Point(187, 32);
this.textBox2.Name = "textBox2";
this.textBox2.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox2.TabIndex = 3;
this.textBox2.Text = "1";
//
// label2
//
this.label2.AutoSize = true;
this.label2.Location = new System.Drawing.Point(8, 34);
this.label2.Name = "label2";
this.label2.Size = new System.Drawing.Size(138, 26);
this.label2.TabIndex = 2;
this.label2.Text = "Количество панелей \r\nподкрановой части, М,  
шт";
//
// textBox1
//
this.textBox1.Location = new System.Drawing.Point(187, 6);
this.textBox1.Name = "textBox1";
this.textBox1.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.textBox1.TabIndex = 1;
```

```
this.textBox1.Text = "1";  
//  
// label1  
//  
this.label1.AutoSize = true;  
this.label1.Location = new System.Drawing.Point(8, 9);  
this.label1.Name = "label1";  
this.label1.Size = new System.Drawing.Size(103, 13);  
this.label1.TabIndex = 0;  
this.label1.Text = "Признак колонии, P";  
this.label1.Click += new System.EventHandler(this.label1_Click);  
//  
// tabPr14  
//  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label60);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label59);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label58);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label57);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label56);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label53);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb33);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label54);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb32);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label55);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb31);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label52);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb23);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label51);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb22);  
this.tabPr14.Controls.Add(this.label50);
```

```
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb21);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label49);
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb13);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label48);
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb12);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label47);
this.tabPr14.Controls.Add(this.otb11);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbG2);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label45);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbG1);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label46);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbQ);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label40);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbML);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label41);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbM);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label42);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbNL);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label43);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbN);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label44);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbAS);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label35);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbES);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label36);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbEB);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label37);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbRB);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label38);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbB);
```

```
this.tabPr14.Controls.Add(this.label39);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbD);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label34);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbC);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label33);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbM2);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label32);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbK);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label31);
this.tabPr14.Controls.Add(this.tbH);
this.tabPr14.Controls.Add(this.label30);
this.tabPr14.Controls.Add(this.button2);
this.tabPr14.Location = new System.Drawing.Point(4, 22);
this.tabPr14.Name = "tabPr14";
this.tabPr14.Padding = new System.Windows.Forms.Padding(3);
this.tabPr14.Size = new System.Drawing.Size(906, 424);
this.tabPr14.TabIndex = 1;
this.tabPr14.Text = "Pr14";
this.tabPr14.UseVisualStyleBackColor = true;
//
// tbG2
//
this.tbG2.Location = new System.Drawing.Point(482, 206);
this.tbG2.Name = "tbG2";
this.tbG2.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbG2.TabIndex = 99;
this.tbG2.Text = "17";
//
// label45
//
```

```
this.label45.AutoSize = true;
this.label45.Location = new System.Drawing.Point(283, 209);
this.label45.Name = "label45";
this.label45.Size = new System.Drawing.Size(199, 13);
this.label45.TabIndex = 98;
this.label45.Text = "коефіцієнт надійності за назначенням";
//
// tbG1
//
this.tbG1.Location = new System.Drawing.Point(482, 180);
this.tbG1.Name = "tbG1";
this.tbG1.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbG1.TabIndex = 97;
this.tbG1.Text = "16";
//
// label46
//
this.label46.AutoSize = true;
this.label46.Location = new System.Drawing.Point(283, 183);
this.label46.Name = "label46";
this.label46.Size = new System.Drawing.Size(117, 13);
this.label46.TabIndex = 96;
this.label46.Text = "коефіцієнт ГАММА В2\r\n";
//
// tbQ
//
this.tbQ.Location = new System.Drawing.Point(482, 154);
this.tbQ.Name = "tbQ";
this.tbQ.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbQ.TabIndex = 89;
```

```
this.tbQ.Text = "15";  
//  
// label40  
//  
this.label40.AutoSize = true;  
this.label40.Location = new System.Drawing.Point(283, 157);  
this.label40.Name = "label40";  
this.label40.Size = new System.Drawing.Size(87, 13);  
this.label40.TabIndex = 88;  
this.label40.Text = "поперечна сила";  
//  
// tbML  
//  
this.tbML.Location = new System.Drawing.Point(482, 128);  
this.tbML.Name = "tbML";  
this.tbML.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.tbML.TabIndex = 87;  
this.tbML.Text = "14";  
//  
// label41  
//  
this.label41.AutoSize = true;  
this.label41.Location = new System.Drawing.Point(283, 131);  
this.label41.Name = "label41";  
this.label41.Size = new System.Drawing.Size(200, 13);  
this.label41.TabIndex = 86;  
this.label41.Text = "тривала частина згинаючого моменту";  
//  
// tbM  
//
```

```
this.tbM.Location = new System.Drawing.Point(482, 102);
this.tbM.Name = "tbM";
this.tbM.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbM.TabIndex = 85;
this.tbM.Text = "13";
//
// label42
//
this.label42.AutoSize = true;
this.label42.Location = new System.Drawing.Point(283, 105);
this.label42.Name = "label42";
this.label42.Size = new System.Drawing.Size(108, 13);
this.label42.TabIndex = 84;
this.label42.Text = "згинальний момент";
//
// tbNL
//
this.tbNL.Location = new System.Drawing.Point(482, 76);
this.tbNL.Name = "tbNL";
this.tbNL.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbNL.TabIndex = 83;
this.tbNL.Text = "12";
//
// label43
//
this.label43.AutoSize = true;
this.label43.Location = new System.Drawing.Point(283, 79);
this.label43.Name = "label43";
this.label43.Size = new System.Drawing.Size(180, 13);
this.label43.TabIndex = 82;
```

```
this.label43.Text = "тривала частина нормальної сили";  
//  
// tbN  
//  
this.tbN.Location = new System.Drawing.Point(482, 50);  
this.tbN.Name = "tbN";  
this.tbN.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.tbN.TabIndex = 81;  
this.tbN.Text = "11";  
//  
// label44  
//  
this.label44.AutoSize = true;  
this.label44.Location = new System.Drawing.Point(283, 53);  
this.label44.Name = "label44";  
this.label44.Size = new System.Drawing.Size(90, 13);  
this.label44.TabIndex = 80;  
this.label44.Text = "нормальна сила";  
//  
// tbAS  
//  
this.tbAS.Location = new System.Drawing.Point(222, 284);  
this.tbAS.Name = "tbAS";  
this.tbAS.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.tbAS.TabIndex = 79;  
this.tbAS.Text = "10";  
//  
// label35  
//  
this.label35.AutoSize = true;
```

```
this.label35.Location = new System.Drawing.Point(6, 284);
this.label35.Name = "label35";
this.label35.Size = new System.Drawing.Size(133, 13);
this.label35.TabIndex = 78;
this.label35.Text = "площа арматури в галузі";
//
// tbES
//
this.tbES.Location = new System.Drawing.Point(222, 258);
this.tbES.Name = "tbES";
this.tbES.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbES.TabIndex = 77;
this.tbES.Text = "9";
//
// label36
//
this.label36.AutoSize = true;
this.label36.Location = new System.Drawing.Point(6, 258);
this.label36.Name = "label36";
this.label36.Size = new System.Drawing.Size(148, 13);
this.label36.TabIndex = 76;
this.label36.Text = "модуль пружності арматури";
//
// tbEB
//
this.tbEB.Location = new System.Drawing.Point(222, 232);
this.tbEB.Name = "tbEB";
this.tbEB.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbEB.TabIndex = 75;
this.tbEB.Text = "8";
```

```
//  
// label37  
//  
this.label37.AutoSize = true;  
this.label37.Location = new System.Drawing.Point(6, 232);  
this.label37.Name = "label37";  
this.label37.Size = new System.Drawing.Size(134, 13);  
this.label37.TabIndex = 74;  
this.label37.Text = "модуль пружності бетону";  
//  
// tbRB  
//  
this.tbRB.Location = new System.Drawing.Point(222, 206);  
this.tbRB.Name = "tbRB";  
this.tbRB.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.tbRB.TabIndex = 73;  
this.tbRB.Text = "7";  
//  
// label38  
//  
this.label38.AutoSize = true;  
this.label38.Location = new System.Drawing.Point(6, 206);  
this.label38.Name = "label38";  
this.label38.Size = new System.Drawing.Size(189, 13);  
this.label38.TabIndex = 72;  
this.label38.Text = "розрахунковий опір бетону стискові";  
//  
// tbB  
//  
this.tbB.Location = new System.Drawing.Point(222, 180);
```

```
this.tbB.Name = "tbB";
this.tbB.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbB.TabIndex = 71;
this.tbB.Text = "6";
//
// label39
//
this.label39.AutoSize = true;
this.label39.Location = new System.Drawing.Point(6, 180);
this.label39.Name = "label39";
this.label39.Size = new System.Drawing.Size(192, 13);
this.label39.TabIndex = 70;
this.label39.Text = "ширина поперечного переріза галузі";
//
// tbD
//
this.tbD.Location = new System.Drawing.Point(222, 154);
this.tbD.Name = "tbD";
this.tbD.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbD.TabIndex = 69;
this.tbD.Text = "5";
//
// label34
//
this.label34.AutoSize = true;
this.label34.Location = new System.Drawing.Point(6, 154);
this.label34.Name = "label34";
this.label34.Size = new System.Drawing.Size(189, 13);
this.label34.TabIndex = 68;
this.label34.Text = "висота поперечного переріза галузі";
```

```
//  
// tbC  
//  
this.tbC.Location = new System.Drawing.Point(222, 128);  
this.tbC.Name = "tbC";  
this.tbC.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.tbC.TabIndex = 67;  
this.tbC.Text = "4";  
//  
// label33  
//  
this.label33.AutoSize = true;  
this.label33.Location = new System.Drawing.Point(6, 128);  
this.label33.Name = "label33";  
this.label33.Size = new System.Drawing.Size(192, 13);  
this.label33.TabIndex = 66;  
this.label33.Text = "відстань між центрами ваги галузей";  
//  
// tbM2  
//  
this.tbM2.Location = new System.Drawing.Point(222, 102);  
this.tbM2.Name = "tbM2";  
this.tbM2.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.tbM2.TabIndex = 65;  
this.tbM2.Text = "3";  
//  
// label32  
//  
this.label32.AutoSize = true;  
this.label32.Location = new System.Drawing.Point(6, 102);
```

```
this.label32.Name = "label32";
this.label32.Size = new System.Drawing.Size(220, 13);
this.label32.TabIndex = 64;
this.label32.Text = "число панелей підкранової частини стійки";
//
// tbK
//
this.tbK.Location = new System.Drawing.Point(222, 76);
this.tbK.Name = "tbK";
this.tbK.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbK.TabIndex = 63;
this.tbK.Text = "2";
//
// label31
//
this.label31.AutoSize = true;
this.label31.Location = new System.Drawing.Point(6, 76);
this.label31.Name = "label31";
this.label31.Size = new System.Drawing.Size(122, 13);
this.label31.TabIndex = 62;
this.label31.Text = "коефіцієнт обліку довгі";
//
// tbH
//
this.tbH.Location = new System.Drawing.Point(222, 50);
this.tbH.Name = "tbH";
this.tbH.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.tbH.TabIndex = 61;
this.tbH.Text = "1";
//
```

```
// label30
//
this.label30.AutoSize = true;
this.label30.Location = new System.Drawing.Point(6, 50);
this.label30.Name = "label30";
this.label30.Size = new System.Drawing.Size(164, 13);
this.label30.TabIndex = 60;
this.label30.Text = "висота підкранової конструкції";
//
// button2
//
this.button2.Location = new System.Drawing.Point(733, 301);
this.button2.Name = "button2";
this.button2.Size = new System.Drawing.Size(133, 46);
this.button2.TabIndex = 59;
this.button2.Text = "Расчет";
this.button2.UseVisualStyleBackColor = true;
this.button2.Click += new System.EventHandler(this.button2_Click);
//
// tabPr21
//
this.tabPr21.Location = new System.Drawing.Point(4, 22);
this.tabPr21.Name = "tabPr21";
this.tabPr21.Size = new System.Drawing.Size(906, 424);
this.tabPr21.TabIndex = 2;
this.tabPr21.Text = "Pr21";
this.tabPr21.UseVisualStyleBackColor = true;
//
// otb11
//
```

```
this.otb11.Location = new System.Drawing.Point(683, 51);
this.otb11.Name = "otb11";
this.otb11.ReadOnly = true;
this.otb11.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.otb11.TabIndex = 100;
//
// label47
//
this.label47.AutoSize = true;
this.label47.Location = new System.Drawing.Point(636, 54);
this.label47.Name = "label47";
this.label47.Size = new System.Drawing.Size(21, 13);
this.label47.TabIndex = 101;
this.label47.Text = "G1";
//
// label48
//
this.label48.AutoSize = true;
this.label48.Location = new System.Drawing.Point(636, 80);
this.label48.Name = "label48";
this.label48.Size = new System.Drawing.Size(21, 13);
this.label48.TabIndex = 103;
this.label48.Text = "G1";
//
// otb12
//
this.otb12.Location = new System.Drawing.Point(683, 77);
this.otb12.Name = "otb12";
this.otb12.ReadOnly = true;
this.otb12.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
```

```
this.otb12.TabIndex = 102;
//
// label49
//
this.label49.AutoSize = true;
this.label49.Location = new System.Drawing.Point(636, 106);
this.label49.Name = "label49";
this.label49.Size = new System.Drawing.Size(21, 13);
this.label49.TabIndex = 105;
this.label49.Text = "G1";
//
// otb13
//
this.otb13.Location = new System.Drawing.Point(683, 103);
this.otb13.Name = "otb13";
this.otb13.ReadOnly = true;
this.otb13.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.otb13.TabIndex = 104;
//
// label50
//
this.label50.AutoSize = true;
this.label50.Location = new System.Drawing.Point(725, 54);
this.label50.Name = "label50";
this.label50.Size = new System.Drawing.Size(32, 13);
this.label50.TabIndex = 107;
this.label50.Text = "NW1";
//
// otb21
//
```

```
this.otb21.Location = new System.Drawing.Point(772, 51);
this.otb21.Name = "otb21";
this.otb21.ReadOnly = true;
this.otb21.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.otb21.TabIndex = 106;
//
// label51
//
this.label51.AutoSize = true;
this.label51.Location = new System.Drawing.Point(725, 80);
this.label51.Name = "label51";
this.label51.Size = new System.Drawing.Size(24, 13);
this.label51.TabIndex = 109;
this.label51.Text = "MR";
//
// otb22
//
this.otb22.Location = new System.Drawing.Point(772, 77);
this.otb22.Name = "otb22";
this.otb22.ReadOnly = true;
this.otb22.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.otb22.TabIndex = 108;
//
// label52
//
this.label52.AutoSize = true;
this.label52.Location = new System.Drawing.Point(725, 106);
this.label52.Name = "label52";
this.label52.Size = new System.Drawing.Size(27, 13);
this.label52.TabIndex = 111;
```

```
this.label52.Text = "MW";  
//  
// otb23  
//  
this.otb23.Location = new System.Drawing.Point(772, 103);  
this.otb23.Name = "otb23";  
this.otb23.ReadOnly = true;  
this.otb23.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.otb23.TabIndex = 110;  
//  
// label53  
//  
this.label53.AutoSize = true;  
this.label53.Location = new System.Drawing.Point(814, 106);  
this.label53.Name = "label53";  
this.label53.Size = new System.Drawing.Size(27, 13);  
this.label53.TabIndex = 117;  
this.label53.Text = "MW";  
//  
// otb33  
//  
this.otb33.Location = new System.Drawing.Point(861, 103);  
this.otb33.Name = "otb33";  
this.otb33.ReadOnly = true;  
this.otb33.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);  
this.otb33.TabIndex = 116;  
//  
// label54  
//  
this.label54.AutoSize = true;
```

```
this.label54.Location = new System.Drawing.Point(814, 80);
this.label54.Name = "label54";
this.label54.Size = new System.Drawing.Size(23, 13);
this.label54.TabIndex = 115;
this.label54.Text = "QR";
//
// otb32
//
this.otb32.Location = new System.Drawing.Point(861, 77);
this.otb32.Name = "otb32";
this.otb32.ReadOnly = true;
this.otb32.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.otb32.TabIndex = 114;
//
// label55
//
this.label55.AutoSize = true;
this.label55.Location = new System.Drawing.Point(814, 54);
this.label55.Name = "label55";
this.label55.Size = new System.Drawing.Size(32, 13);
this.label55.TabIndex = 113;
this.label55.Text = "NW2";
//
// otb31
//
this.otb31.Location = new System.Drawing.Point(861, 51);
this.otb31.Name = "otb31";
this.otb31.ReadOnly = true;
this.otb31.Size = new System.Drawing.Size(36, 20);
this.otb31.TabIndex = 112;
```

```
//  
// label56  
//  
this.label56.AutoSize = true;  
this.label56.Location = new System.Drawing.Point(6, 16);  
this.label56.Name = "label56";  
this.label56.Size = new System.Drawing.Size(240, 13);  
this.label56.TabIndex = 118;  
this.label56.Text = "Вихідні дані для розрахунку двогілкової стійки";  
//  
// label57  
//  
this.label57.AutoSize = true;  
this.label57.Location = new System.Drawing.Point(283, 16);  
this.label57.Name = "label57";  
this.label57.Size = new System.Drawing.Size(77, 13);  
this.label57.TabIndex = 119;  
this.label57.Text = "Діючі зусилля";  
//  
// label58  
//  
this.label58.AutoSize = true;  
this.label58.Location = new System.Drawing.Point(639, 16);  
this.label58.Name = "label58";  
this.label58.Size = new System.Drawing.Size(34, 13);  
this.label58.TabIndex = 120;  
this.label58.Text = "Вивід";  
//  
// label59  
//
```

```
this.label59.AutoSize = true;
this.label59.Location = new System.Drawing.Point(542, 54);
this.label59.Name = "label59";
this.label59.Size = new System.Drawing.Size(88, 13);
this.label59.TabIndex = 121;
this.label59.Text = "Нормальні сили";
//
// label60
//
this.label60.AutoSize = true;
this.label60.Location = new System.Drawing.Point(577, 102);
this.label60.Name = "label60";
this.label60.Size = new System.Drawing.Size(53, 13);
this.label60.TabIndex = 122;
this.label60.Text = "Моменти";
//
// Form1
//
this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(6F, 13F);
this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
this.ClientSize = new System.Drawing.Size(914, 474);
this.Controls.Add(this.tabControl1);
this.Controls.Add(this.menuStrip2);
this.Name = "Form1";
this.Text = "Form1";
this.menuStrip2.ResumeLayout(false);
this.menuStrip2.PerformLayout();
this.tabControl1.ResumeLayout(false);
this.tabPr12.ResumeLayout(false);
this.tabPr12.PerformLayout();
```

```
this.tabPr14.ResumeLayout(false);
this.tabPr14.PerformLayout();
this.ResumeLayout(false);
this.PerformLayout();

}

#endregion
private System.Windows.Forms.ContextMenuStrip contextMenuStrip1;
private System.Windows.Forms.MenuStrip menuStrip2;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem
задачіToolStripMenuItem;
private System.Windows.Forms.TabControl tabControl1;
private System.Windows.Forms.TabPage tabPr12;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox29;
private System.Windows.Forms.Label label29;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox28;
private System.Windows.Forms.Label label28;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox27;
private System.Windows.Forms.Label label27;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox26;
private System.Windows.Forms.Label label26;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox25;
private System.Windows.Forms.Label label25;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox24;
private System.Windows.Forms.Label label24;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox23;
private System.Windows.Forms.Label label23;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox22;
private System.Windows.Forms.Label label22;
```

```
private System.Windows.Forms.TextBox textBox21;
private System.Windows.Forms.Label label21;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox20;
private System.Windows.Forms.Label label20;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox19;
private System.Windows.Forms.Label label19;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox18;
private System.Windows.Forms.Label label18;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox17;
private System.Windows.Forms.Label label17;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox16;
private System.Windows.Forms.Label label16;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox15;
private System.Windows.Forms.Label label15;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox14;
private System.Windows.Forms.Label label14;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox13;
private System.Windows.Forms.Label label13;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox12;
private System.Windows.Forms.Label label12;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox11;
private System.Windows.Forms.Label label11;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox10;
private System.Windows.Forms.Label label10;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox9;
private System.Windows.Forms.Label label9;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox8;
private System.Windows.Forms.Label label8;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox7;
private System.Windows.Forms.Label label7;
```

```
private System.Windows.Forms.TextBox textBox6;
private System.Windows.Forms.Label label6;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox5;
private System.Windows.Forms.Label label5;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox4;
private System.Windows.Forms.Label label4;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox3;
private System.Windows.Forms.Label label3;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox2;
private System.Windows.Forms.Label label2;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox1;
private System.Windows.Forms.Label label1;
private System.Windows.Forms.TabPage tabPr14;
private System.Windows.Forms.TabPage tabPr21;
private System.Windows.Forms.Button Calc_but_pr12;
private System.Windows.Forms.Button button2;
private System.Windows.Forms.TextBox tbC;
private System.Windows.Forms.Label label33;
private System.Windows.Forms.TextBox tbM2;
private System.Windows.Forms.Label label32;
private System.Windows.Forms.TextBox tbK;
private System.Windows.Forms.Label label31;
private System.Windows.Forms.TextBox tbH;
private System.Windows.Forms.Label label30;
private System.Windows.Forms.TextBox tbQ;
private System.Windows.Forms.Label label40;
private System.Windows.Forms.TextBox tbML;
private System.Windows.Forms.Label label41;
private System.Windows.Forms.TextBox tbM;
private System.Windows.Forms.Label label42;
```

```
private System.Windows.Forms.TextBox tbNL;  
private System.Windows.Forms.Label label43;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbN;  
private System.Windows.Forms.Label label44;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbAS;  
private System.Windows.Forms.Label label35;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbES;  
private System.Windows.Forms.Label label36;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbEB;  
private System.Windows.Forms.Label label37;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbRB;  
private System.Windows.Forms.Label label38;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbB;  
private System.Windows.Forms.Label label39;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbD;  
private System.Windows.Forms.Label label34;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbG2;  
private System.Windows.Forms.Label label45;  
private System.Windows.Forms.TextBox tbG1;  
private System.Windows.Forms.Label label46;  
private System.Windows.Forms.TextBox otb11;  
private System.Windows.Forms.Label label53;  
private System.Windows.Forms.TextBox otb33;  
private System.Windows.Forms.Label label54;  
private System.Windows.Forms.TextBox otb32;  
private System.Windows.Forms.Label label55;  
private System.Windows.Forms.TextBox otb31;  
private System.Windows.Forms.Label label52;  
private System.Windows.Forms.TextBox otb23;  
private System.Windows.Forms.Label label51;
```

```
private System.Windows.Forms.TextBox otb22;  
private System.Windows.Forms.Label label50;  
private System.Windows.Forms.TextBox otb21;  
private System.Windows.Forms.Label label49;  
private System.Windows.Forms.TextBox otb13;  
private System.Windows.Forms.Label label48;  
private System.Windows.Forms.TextBox otb12;  
private System.Windows.Forms.Label label47;  
private System.Windows.Forms.Label label58;  
private System.Windows.Forms.Label label57;  
private System.Windows.Forms.Label label56;  
private System.Windows.Forms.Label label60;  
private System.Windows.Forms.Label label59;  
}  
}
```