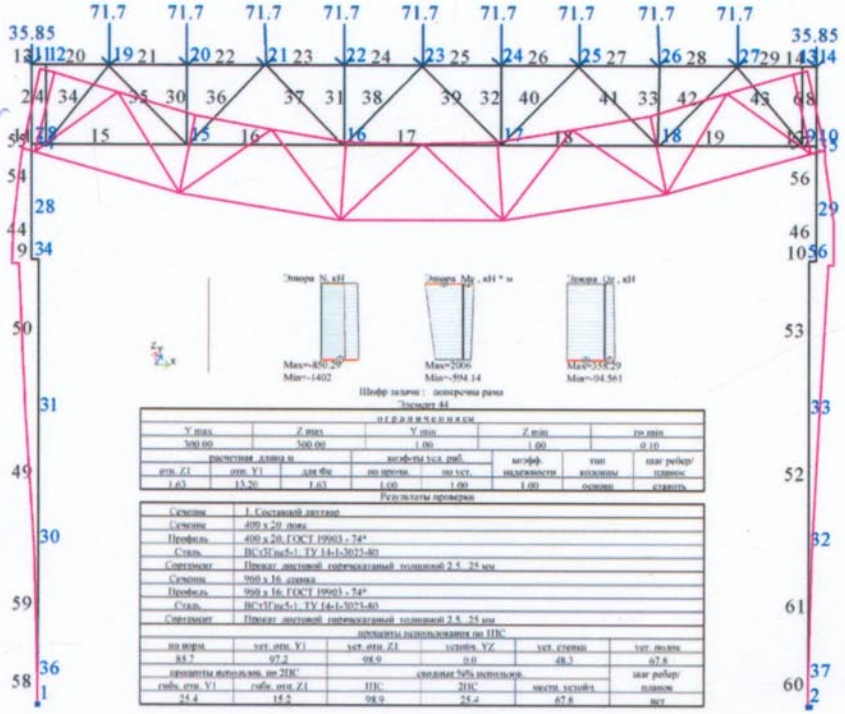
О. І. Сіянов

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ

РОЗРАХУНОК ПОПЕРЕЧНОЇ РАМИ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «ЛИРА»



Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Вінницький національний технічний університет

О. І. СІЯНОВ

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
РОЗРАХУНОК ПОПЕРЕЧНОЇ РАМИ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ "ЛИРА"

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2011

УДК 624.014
ББК 38.54я73
С24

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 8 від 24.03.2011 р.)

Рецензенти:
В. М. Гордеєв, доктор технічних наук, професор
П. П. Лізунов, доктор технічних наук, професор
І. О. Сивак, доктор технічних наук, професор

Сіянов, О. І.
С24 Металеві конструкції. Розрахунок поперечної рами одноповерхової виробничої будівлі за допомогою програмного комплексу "ЛИРА" : навчальний посібник / О. І. Сіянов. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 205 с.

У навчальному посібнику викладено приклад статичного розрахунку конструкцій поперечної рами одноповерхової виробничої будівлі за допомогою програмного комплексу "ЛИРА". Розглянуто послідовність комп'ютерного моделювання. Зроблено підбір перерізів елементів і виконані перевірки за граничними станами. Показано можливість візуалізації та виведення на друк графічних і табличних результатів.

Для студентів будівельних спеціальностей всіх форм навчання та працівників проектних і виробничих організацій.

УДК: 624.014
ББК 38.54я73

© О. Сіянов, 2011

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА 4
РОЗРАХУНОК ПОПЕРЕЧНОЇ РАМИ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ (ПРИКЛАД) 5
Вхідні дані 5
Завдання 6
Алгоритм вирішення завдання 6
Запуск програмного комплексу "ЛИРА" 6
Створення файлу 7
Побудова поперечної рами 7
Накладання в'язів в опорних вузлах поперечної рами 19
Призначення жорсткостей елементам 20
Задання схем прикладання навантаження 52
Формування РСУ 114
Розрахунок 120
Візуалізація результатів розрахунку 120
Підбір і перевірка перерізів елементів 132
Повторний розрахунок 181
Послідовність виведення на друк графічних результатів розрахунку 185
Алгоритм підготовки до друку табличних результатів розрахунку 191
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ 197
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 199
ГЛОСАРІЙ 200
УКРАЇНСЬКО-АНГЛІЙСЬКИЙ СЛОВНИК 204

ПЕРЕДМОВА

Сучасні фахівці конструкторського напрямку спеціальності "Будівництво" під час проектування будівель і споруд повинні окрім набутих теоретичних знань вміти правильно використовувати наявну комп'ютерну техніку і прикладні програмні комплекси "ЛИРА", "SCAD", "МОНОМАХ" та ін. У зв'язку з цим в навчальному процесі для студентів спеціалізації "Промислове та цивільне будівництво" передбачено виконання курсового проекту, присвяченого проектуванню окремих конструкцій металевого каркаса одноповерхової виробничої будівлі [1].

Основна робота з проектування включає статичний розрахунок елементів поперечної рами, до складу якої входять ступінчасті колони зі змінним по висоті перерізом і ферма з паралельними поясами та трикутною решіткою зі стояками.

Безумовно можна виконати розрахунок за допомогою звичайного калькулятора, використовуючи величезну кількість часто складних аналітичних формул або залучити, наприклад, програмний комплекс (ПК) "ЛИРА" [2–4], який пройшов серйозну апробацію і успішно зарекомендував себе на практиці під час створення та розрахунку складних конструкцій.

Звичайно для виконання статичного розрахунку елементів поперечної рами за допомогою ПК "ЛИРА" потрібно оволодіти методикою створення стержневої моделі з накладанням в'язів в опорних вузлах, призначенням жорсткостей елементам, заданням схем прикладання навантаження і формуванням розрахункових комбінацій зусиль. Крім того, слід набути навиків щодо підбору і перевірки перерізів елементів, які входять до складу поперечної рами, візуалізації та підготовки до друку отриманих графічних і табличних результатів.

В даному навчальному посібнику наведено приклад статичного розрахунку конструкцій поперечної рами одноповерхової виробничої будівлі за допомогою програмного комплексу ПК "ЛИРА". Посібник включає ілюстративний і текстовий матеріали, які в комплексі допомагають виконати всі етапи роботи та вивести інформацію на друк. Назви програм, команд, пунктів меню, операцій тощо наводяться російською мовою, яка використовується в ПК "ЛИРА".

РОЗРАХУНОК ПОПЕРЕЧНОЇ РАМИ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ (ПРИКЛАД)

Вхідні дані

- термін служби 50 років;
- одноповерхова виробнича будівля (**one-story productive building**);
- металевий каркас (**metallic framework**);
- поперечна рама (**transversal frame**);
- прогін будівлі (**flight of building**) 30 м;
- крок колон (**step of columns**) 12 м;
- висота ферми в осях (**a height of farm is in axes**) 3,05 м;
- позначка низу ферми 20,4 м;
- позначка верху нижньої частини колон 16 м;
- позначка верху головки підкранової рейки (**rail**) 17,8 м;
- глибина закладання 1 м;
- покрівля (**roof**) холодна по з/б плитах (**slabs**);
- колони ступінчасті, змінного по висоті перерізу, складаються з верхньої (надкранової) частини у вигляді складеного зварного симетричного двотавра з висотою перерізу 1000 мм та нижньої (підкранової) частини у вигляді несиметричного наскрізного перерізу, утвореного з двох віток: зовнішньої (шатрової) вітки у вигляді складеного зварного симетричного швелера та внутрішньої (підкранової) вітки у вигляді прокатного двотавра з паралельними гранями полок, причому обидві вітки з'єднані решіткою з кутиків, а висота перерізу нижньої частини 1500 мм;
- ферма з паралельними поясами і трикутною решіткою (пояси із елементів таврового профілю, стояки та розкоси з парних кутиків);
- з'єднання ферми з колонами жорстке;
- колони жорстко закріплені в фундаментах (**foundations**);
- сталь ферми 09Г2С;
- сталь колон ВСт3Гпс;
- вантажопідйомність 1-го мостового крану $Q_1 = 100/20$ т, 2-го мостового крану $Q_2 = 50/10$ т;
- група режимів роботи кранів 7К;
- до ферми прикладене постійно діюче рівномірно розподілене навантаження від елементів покриття (**covering**), яке складає 45,5 кН/м;
- до колон прикладене постійно діюче рівномірно розподілене навантаження від власної ваги стінових панелей (**wall panels**), яке складає 27,72 кН/м;

- до ферми прикладене короткочасно діюче рівномірно розподілене навантаження від снігу, яке складає 23,9 кН/м, у тому числі квазіпостійна складова становить 7,17 кН/м;
- до одної колони прикладене максимальне вертикальне кранове зосереджене навантаження від кранів зі значенням $D\max = 1977{,}3$ кН, а до другої колони прикладене мінімальне вертикальне кранове зосереджене навантаження від кранів зі значенням $D\min = 560{,}6$ кН;
- до одної колони прикладене максимальне горизонтальне кранове зосереджене навантаження від кранів, яке складає $T\max = 197{,}73$ кН, а до другої колони прикладене мінімальне горизонтальне кранове зосереджене навантаження від кранів, яке складає $T\min = 26{,}23$ кН, причому враховується також діагональний варіант прикладання навантаження, для якого $T\max = -235{,}45$ кН, $T\min = -94{,}31$ кН.
- до одної колони прикладене короткочасно діюче розподілене навантаження від вітру з навітряної сторони, яке складає 2,86 кН/м на висоті 5 м, 3,71 кН/м на висоті 10 м, 4,86 кН/м на висоті 20 м, а до другої колони прикладене короткочасно діюче розподілене навантаження від вітру з підвітряної сторони, яке складає 1,97 кН/м на висоті 5 м, 2,55 кН/м на висоті 10 м, 3,31 кН/м на висоті 20 м.

Завдання

Для поперечної рами за допомогою програмного комплексу "ЛИРА" необхідно вирішити такі задачі:

- сформувати розрахункову стержневу модель (**cored model**);
- створити РСУ;
- виконати розрахунок елементів;
- визначити параметри напружено-деформованого стану (**tensely-deformed state**) моделі від можливих видів завантажень;
- виконати підбір і перевірку перерізів елементів;
- здійснити повторний розрахунок;
- отримати графічні і табличні результати.

Алгоритм вирішення завдання

Запуск програмного комплексу "ЛИРА"

Для запуску програмного комплексу "ЛИРА" потрібно двічі клацнути лівою кнопкою (далі кнопкою) миші на піктограмі **"ЛИРА"** , в результаті чого відкривається діалогове вікно "ЛИРА".

Створення файлу

Роботу починаємо зі створення нового файлу [5]. Для цього вибираємо в меню **Файл** команду **Новый** і натискаємо кнопку миші. При цьому з'являється діалогове вікно, у якому необхідно задати ім'я файлу та кількість ступенів свободи у вузлі (рис. 1). Заповнюємо поле **Имя задачи,** у якому вказуємо ім'я файлу що складається, наприклад, з перших літер назви спеціальності (**ПЦБ**), номера групи (**1Б**) та номера залікової книжки студента (**248**), тобто **ПЦБ1Б248** або пишемо просто: поперечна рама. Ставимо перемикач в позицію **2 – Три степени свободы в узле (два перемещения и поворот) XOZ**. Натискаємо на клавіатурі кнопку **Enter**.

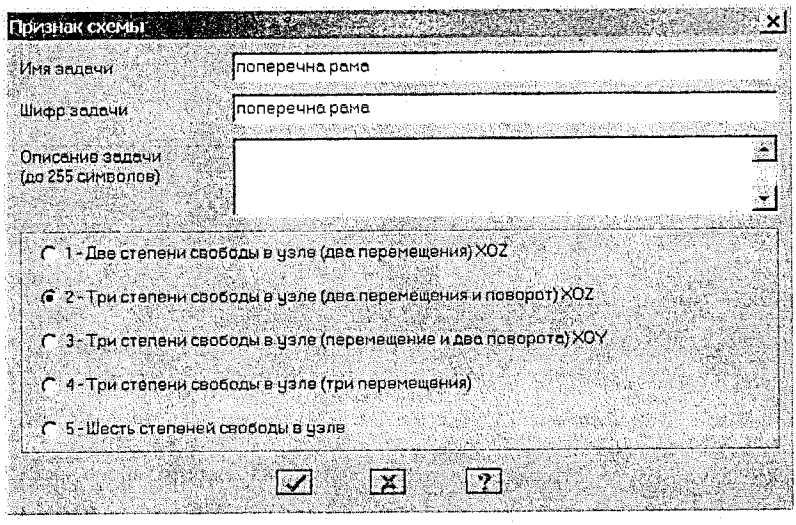


Рисунок 1

Побудова поперечної рами

Спочатку натискаємо **Схема ► Создание ►** кнопку **Регулярные фрагменты и сети** ▦. За замовчуванням відкривається діалогове вікно **Создание плоских фрагментов и сетей**. Саме в цьому вікні заповнюємо стовпці: перші два (прогін) та інші два (висота) (рис. 2). Нижче наведені пояснення щодо вказаних значень.

Отже, на даний момент невідомо точне положення центра ваги перерізу нижньої частини колони, тому попередньо візьмемо його як половину (0,5)

висоти перерізу нижньої частини від зовнішньої грані колони, якщо прогін ферми 30 м, тоді, з урахуванням взятого положення центра ваги та висоти перерізу колони 0,75 м в межах висоти ферми, в осях буде 29,5 м. Значить прогін ферми можна отримати, розписавши $0{,}25 + 29{,}5 + 0{,}25 = 30$ м.

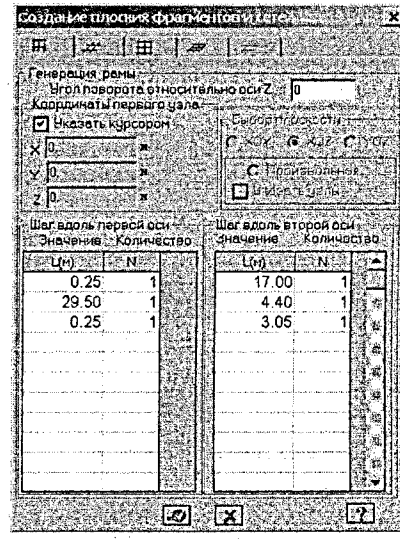


Рисунок 2

Значення 17 м отримано шляхом складання висоти від нульової позначки до верху нижньої частини колон (16 м) та глибини закладання (1 м). Різниця між позначкою низу ферми (20,4 м) та позначкою верху нижньої частини колон (16 м) показала 4,4 м. Величина 3,05 м свідчить про висоту ферми в осях.

Після введення значень (рис. 2) натискаємо на клавіатурі кнопки **Enter** та **Esc** та, використовуючи на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та натискаємо кнопку **Перерисовать**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з пронумерованими елементами (рис. 3).

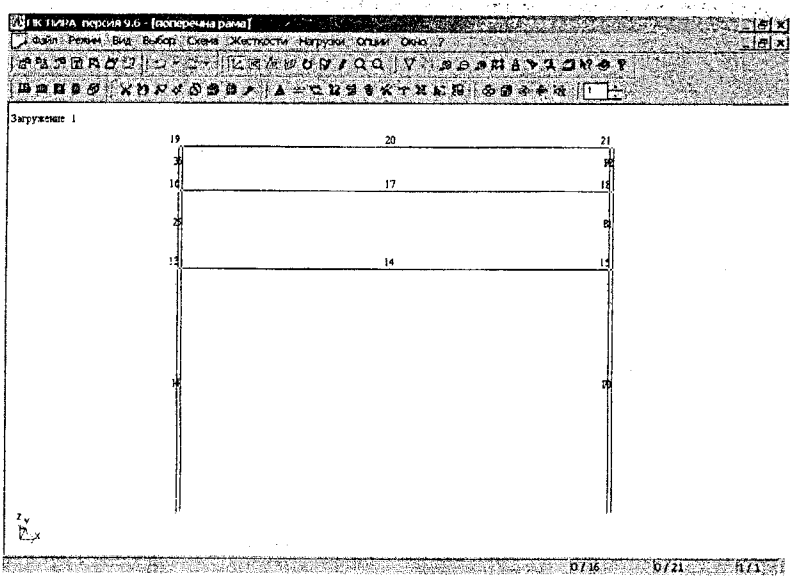


Рисунок 3

Видаляємо зайві елементи. Для цього натискаємо кнопку **Отметка элементов** на панелі інструментів та вибираємо елементи 1, 5, 8, 10, 14, 17, 20. Втім деякі елементи важко побачити та вибрати для видалення. В такому випадку можна скористатись кнопкою **Увеличить**. Натиснувши її, виділяємо ту область на схемі поперечної рами, яку слід збільшити. Виділивши потрібні для видалення елементи, які набувають червоного кольору, натискаємо на клавіатурі кнопку **Delete**.

Виконання зазначених дій приведе до тимчасової схеми поперечної рами (рис. 4).

Зберігаємо задачу шляхом натискання на панелі інструментів кнопку **Сохранить активный документ**.

Корегуємо отриману схему поперечної рами шляхом натискання **Схема ► Корректировка ► Упаковка схемы**. Відкривається діалогове вікно **Упаковка схемы**, в якому ставимо позначку ✓ напроти позицій **Висячие узлы** та **Выполнять автосохранение перед началом упаковки**. Після цього натискаємо на клавіатурі кнопки **Enter** та **Esc**.

В результаті схема поперечної рами прийме скорегований вигляд (рис. 5).

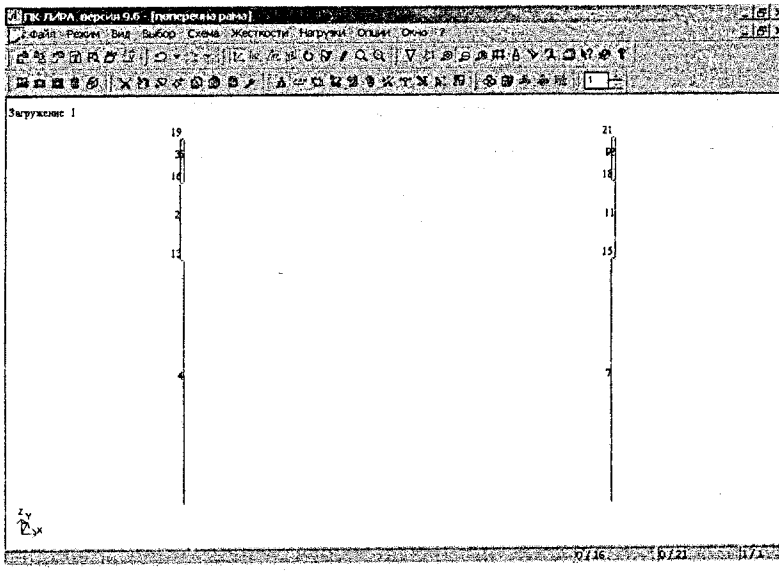


Рисунок 4

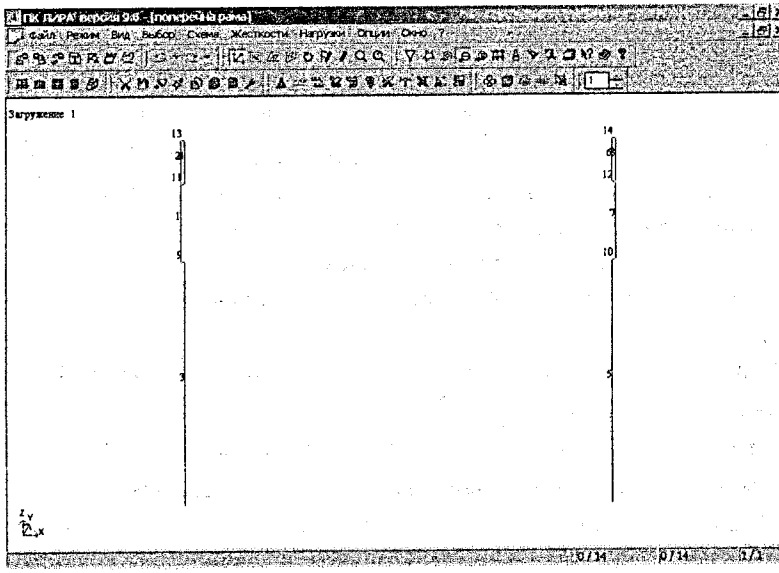


Рисунок 5

Покажемо будівельні позначки (**building marks**) поперечної рами по висоті та виконаємо переміщення поперечної рами на 1 м вниз (проти напрямку осі Z). Таке переміщення потрібне для отримання відмітки глибини закладання. Для цього натискаємо на клавіатурі кнопки Ctrl+A, в результаті чого елементи та вузли набувають червоного кольору. Переходимо на площинний вигляд поперечної рами шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Проекция на XOZ**.

Викликаємо на панелі інструментів команду **Переместить выбранные объекты**. Відкривається діалогове вікно **Перемещение объектов**. За замовчуванням з'являється закладка **Перемещение по параметрам**, в якій задаємо $dZ = -1$ м (рис. 6) та натискаємо кнопку **Применить**.

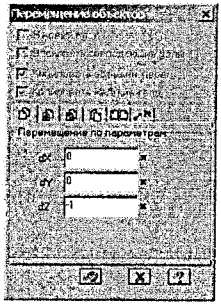


Рисунок 6

Знімаємо виділення з об'єктів (**objects**) шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Натискаємо **Схема ► Строительные оси и отметки**. З'являється діалогове вікно **Строительные отметки** (рис. 7).

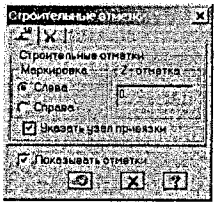


Рисунок 7

Натискаємо на вузли лівої колони і отримаємо схему поперечної рами з позначками (рис. 8).

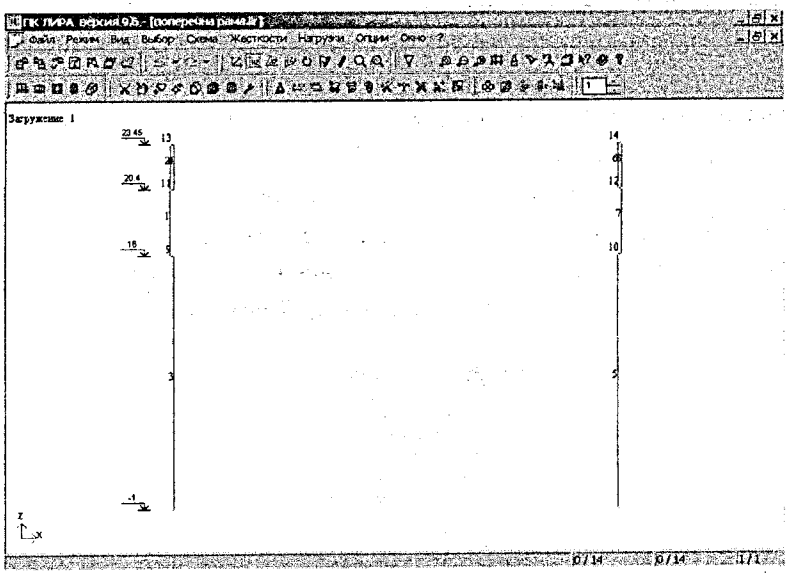


Рисунок 8

Покажемо розміри поперечної рами. Для цього натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**. Переходимо на закладку **Общие**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Размеры на проекции** та натискаємо кнопку **Перерисовать**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з позначками та розмірами (рис. 9).

Якщо потрібно можна відмінити будівельні позначки поперечної рами по висоті та розміри. В даному випадку потрібно натиснути на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, убрати позначки напроти відповідних позицій та клацнути кнопку **Перерисовать**.

Для моделювання ферми та приєднання її до колон збоку натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**. Переходимо на закладку **Узлы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера узлов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**. Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов** та вибираємо вузли 8 і 12 для з'єднання з фермою (рис. 10).

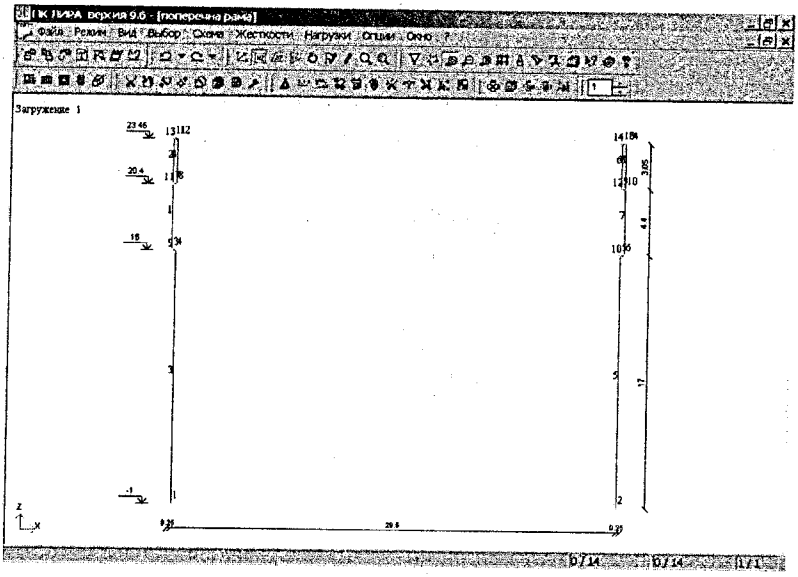


Рисунок 9

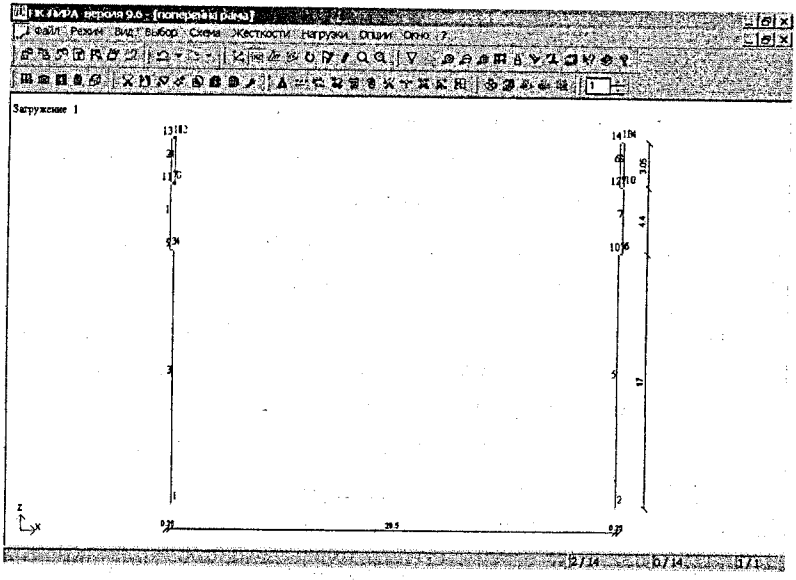


Рисунок 10

Натискаємо на панелі інструментів команду **Переместить выбранные объекты**. Відкривається діалогове вікно **Перемещение объектов**. За замовчуванням з'являється закладка **Перемещение по параметрам**, в якій задаємо $dX = 0.25$ м (рис. 11) та натискаємо кнопку **Применить**.

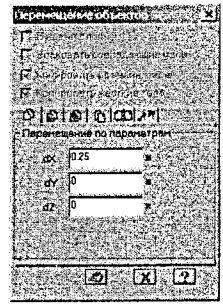


Рисунок 11

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**. Знімаємо виділення з об'єктів натисканням на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Аналогічні дії виконуємо з вузлами 9 і 13, тільки в закладці **Перемещение по параметрам** задаємо $dX = -0.25$ м.

В результаті отримаємо схему поперечної рами зі скорегованою координатою X для вузлів верхніх частин колон (рис. 12).

Для створення ферми натискаємо **Схема ► Создание ► Фермы**.

З'являється діалогове вікно **Создание плоских ферм**, в якому спочатку натискаємо кнопку, а потім кнопку. За замовчуванням відкривається закладка **Параметры фермы**, в якій вводиться прогін $L = 30$ м, висота $H = 3.05$ м, кількість панелей $K = 5$, знімається позначка ✓ напроти позиції **Указать узел привязки**, вказується позначка низу ферми $Z = 20.4$ м та натискається кнопка **Нарисовать** (рис. 13).

Після цього натискаємо на клавіатурі кнопки **Enter** та **Esc**.

В результаті отримаємо повну схему поперечної рами з фермою та розмірами (рис. 14).

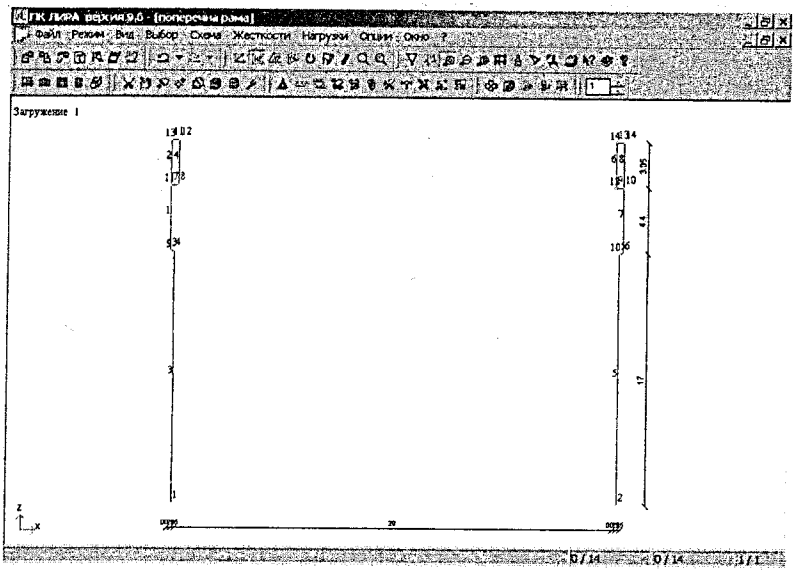


Рисунок 12

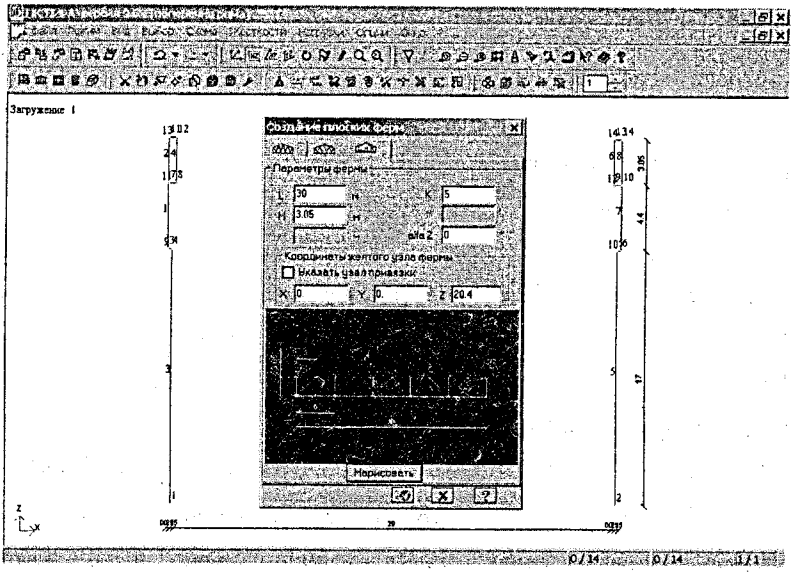


Рисунок 13

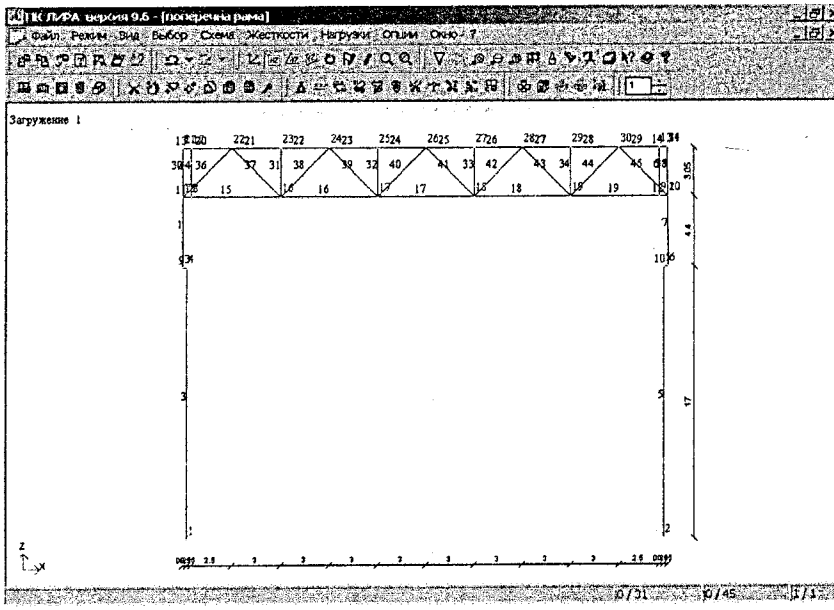


Рисунок 14

Як бачимо, розташування опорних вузлів (**supporting knots**) ферми не відповідає дійсності.

Для виправлення помилки натискаємо на панелі інструментів **Отметка блока** та клацаємо на будь-який вузол або елемент ферми, що дозволяє виділити всю ферму.

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Фрагментация**.

В результаті з'являється ферма без поперечної рами (рис. 15).

Вибираємо на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов** та вибираємо опорні вузли 15 і 21.

Натискаємо на панелі інструментів команду **Переместить выбранные объекты**. Відкривається діалогове вікно **Перемещение объектов**. За замовчуванням з'являється закладка **Перемещение по параметрам**, в якій задаємо dX = 0,5 м (рис. 16) та натискаємо кнопку **Применить**.

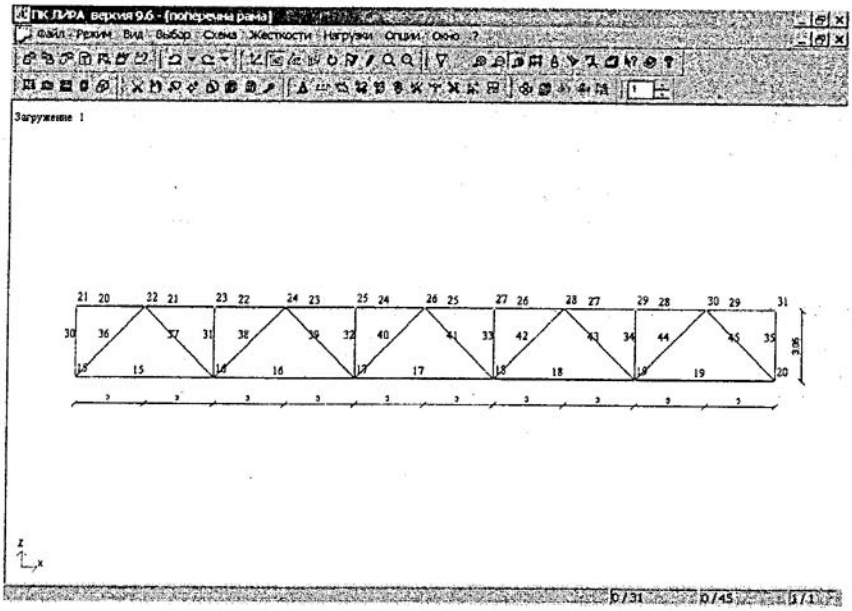


Рисунок 15

Рисунок 16

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**. Знімаємо виділення з об'єктів натисканням на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Аналогічні дії виконуємо з вузлами 20 і 31, тільки в закладці **Перемещение по параметрам** задаємо $dX = -0.5$ м.

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Восстановление**

конструкции.

Вибираємо на панелі інструментів **Отметка блока** та клацаємо на будь-який вузол або елемент ферми, що дозволяє виділити всю ферму. Змінюємо тип скінченного елемента, використовуючи на панелі інструментів кнопку **Смена типа КЭ**. З'являється діалогове вікно, в якому вибираємо рядок **Тип 1 - КЭ плоской фермы** і натискаємо кнопку **Применить**.

В результаті отримаємо повний вигляд схеми поперечної рами (рис. 17).

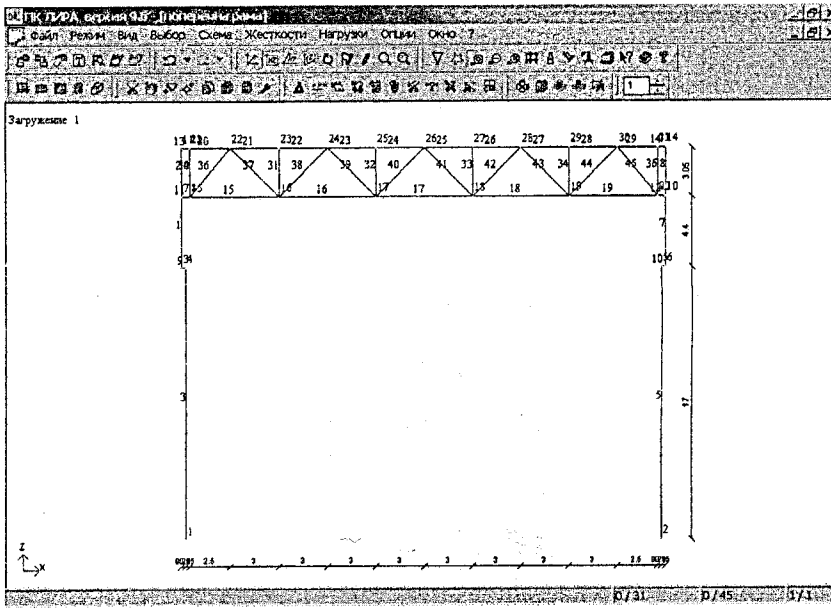


Рисунок 17

Корегуємо отриману схему поперечної рами шляхом натискання **Схема ▶ Корректировка ▶ Упаковка схемы**. Відкривається діалогове вікно **Упаковка схемы**, в якому ставимо позначку ✓ напроти позицій **Висячие узлы** та **Выполнять автосохранение перед началом упаковки.** Знімаємо виділення з об'єктів натисканням на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**. Після цього натискаємо на клавіатурі кнопки **Enter** та **Esc.**

В результаті схема поперечної рами прийме скорегований вигляд (рис. 18).

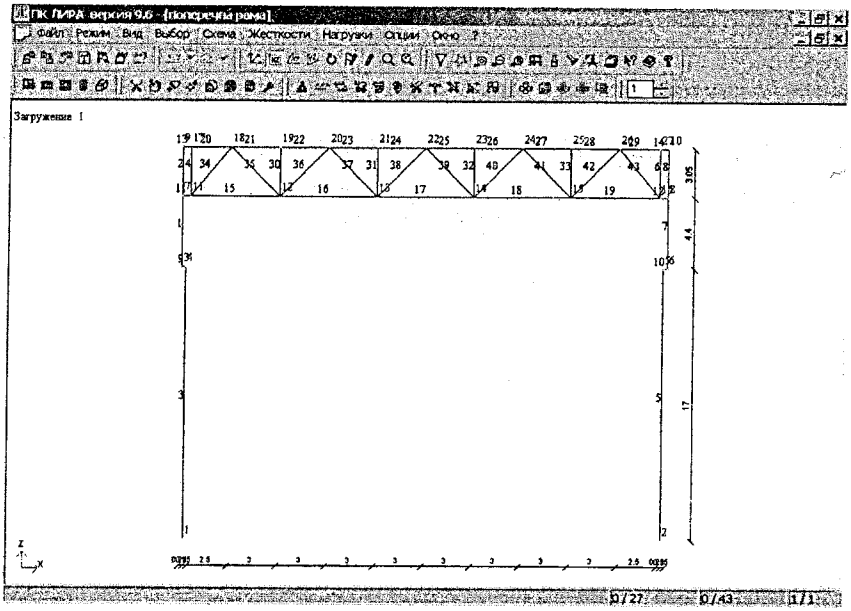


Рисунок 18

Накладання в'язів в опорних вузлах поперечної рами

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**, виділяємо опорні вузли 1 і 2 для колон поперечної рами і натискаємо на панелі інструментів кнопку **Связи**.

Відкривається діалогове вікно **Связи в узлах**, в якому задаємо дві лінійні (X, Z) та одну кутову (UY) в'язі (рис. 19), що відповідає жорсткому закріпленню колон в фундаментах.

Рисунок 19

Натискаємо на клавіатурі кнопки **Enter** та **Esc** та отримаємо схему поперечної рами з накладеними в'язями в опорних вузлах, які за замовчуванням набули синього кольору (рис. 20).

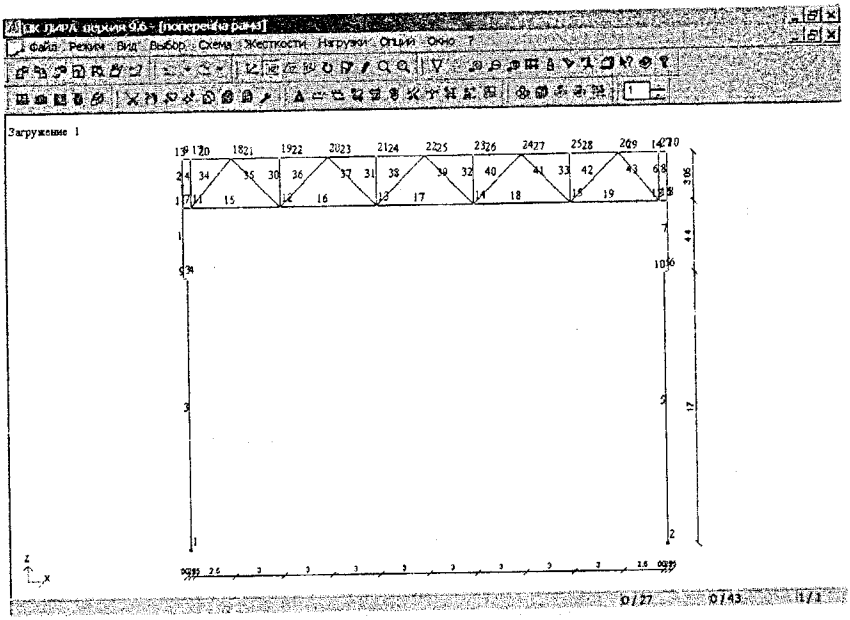


Рисунок 20

Призначення жорсткостей елементам

Ґрунтуючись на досвіді розрахунку без використання програмних комплексів [6, 7], призначимо перерізам попередні розміри для:

- верхньої частини колон – полички –400×18 мм та стінки –964×10 мм;
- нижньої частини колон – підкранової вітки з прокатного двотавра 60Б1 і шатрової вітки зі складеного швелера, в якому полички –180×18 мм та стінка –630×18 мм;
- ферми – поясів – Т35ШТ1 і ⊥35ШТ1, розкосів ⅂Г160×11 мм та стояків ⅂Г90×8 мм.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Жесткости элементов**.

Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому натискаємо кнопку **Добавить** (рис. 21).

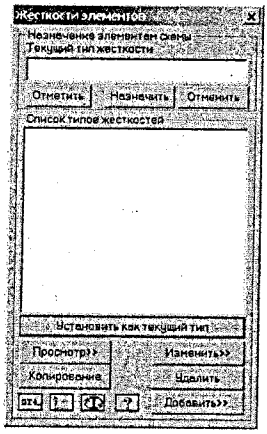


Рисунок 21

Розширяється відкрите діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому переходимо на закладку **База металлических сечений** та вибираємо переріз **Составной двутавр** (рис. 22).

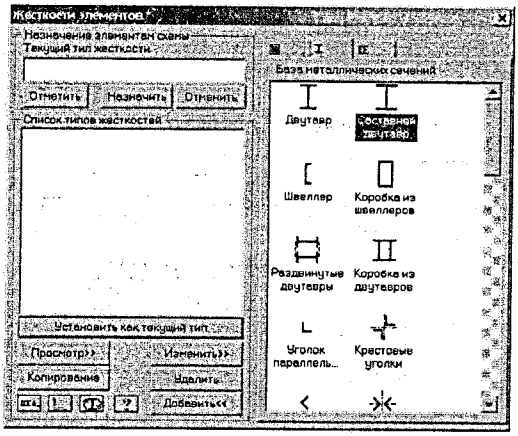


Рисунок 22

Двічі клацнувши на перерізі **Составной двутавр** відкривається діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому натискаємо на позицію пояс та вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Прокат листовой горячекатаный**

толщиной 2.5...25 мм, а в списку **Профиль** вибираємо рядок **400×18** (рис. 23).

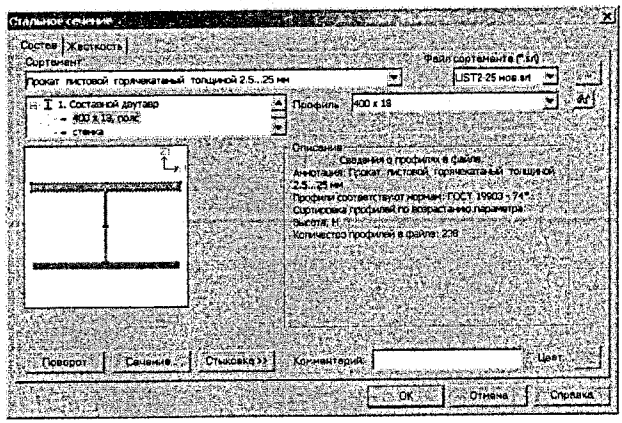


Рисунок 23

Переріз 964×10 аналогічно перерізу 400×18 задати не можна, оскільки його параметри в зазначений спосіб не введені.

Для цього натискаємо на позицію стінка та вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм** (рис. 24).

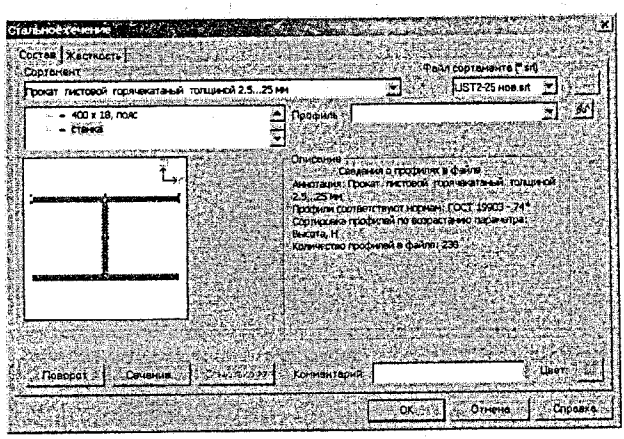
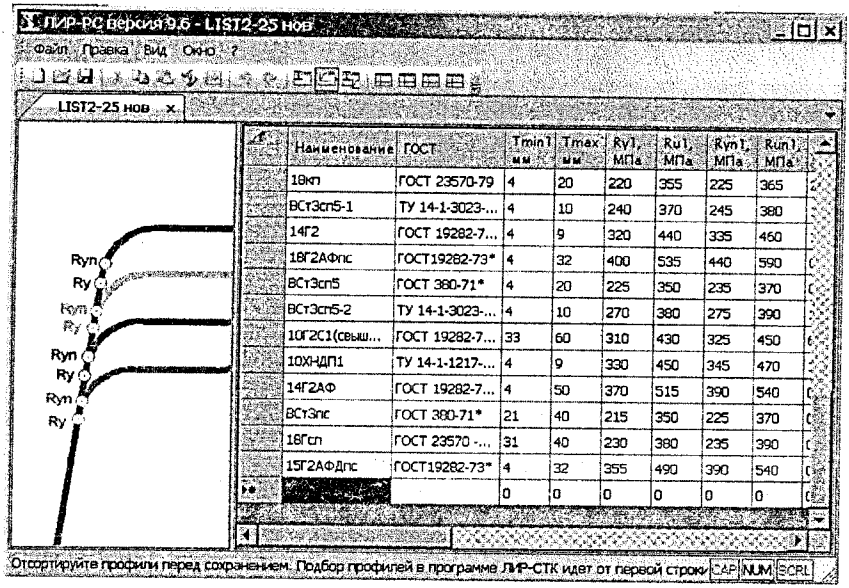


Рисунок 24

Натискаємо кнопку , в результаті чого з'являється діалогове вікно **ЛИР-РС** (рис. 25).



Наименование	ГОСТ	Tmin1 мм	Tmax мм	Ry1, МПа	Ru1, МПа	Ryn1, МПа	Run1, МПа
18кп	ГОСТ 23570-79	4	20	220	355	225	365
ВСт3сп5-1	ТУ 14-1-3023-...	4	10	240	370	245	380
14Г2	ГОСТ 19282-7...	4	9	320	440	335	460
18Г2АФпс	ГОСТ19282-73*	4	32	400	535	440	590
ВСт3сп5	ГОСТ 380-71*	4	20	225	350	235	370
ВСт3сп5-2	ТУ 14-1-3023-...	4	10	270	380	275	390
10Г2С1(свыш...	ГОСТ 19282-7...	33	60	310	430	325	450
10ХНДП1	ТУ 14-1-1217-...	4	9	330	450	345	470
14Г2АФ	ГОСТ 19282-7...	4	50	370	515	390	540
ВСт3пс	ГОСТ 380-71*	21	40	215	350	225	370
18Гсп	ГОСТ 23570 -...	31	40	230	380	235	390
15Г2АФДпс	ГОСТ19282-73*	4	32	355	490	390	540
		0	0	0	0	0	0

Рисунок 25

В меню **Правка** ставимо позначку ✓ напроти позиції **Разрешить правку.**

Натискаємо **Правка ► Новая строка** та на панелі інструментів натискаємо **Профили(Ctrl+1)** . У відкритому нижньому рядку вводимо 964×10 і інші параметри: $H = 964$ мм, $T_w = 10$ мм (рис. 26).

Натискаємо **Дополнить недостающее(F12)** та відсортовуємо сортамент шляхом клацання на заголовок H, мм.

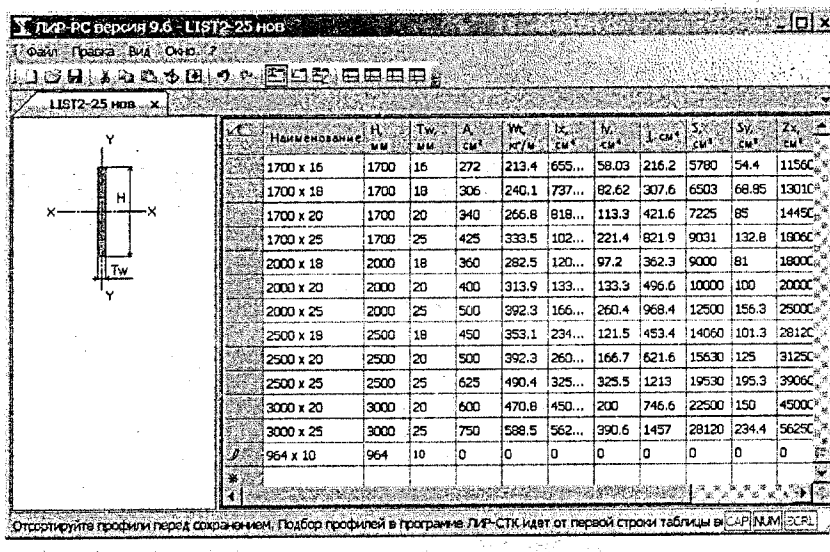
В результаті отримаємо оновлене діалогове вікно **ЛИР-РС** з профілем 964×10, розташованим між 960×12 та 1000×10 (рис. 27).

Зберігаємо сортамент та закриваємо **ЛИР-РС**.

Для оновлення профілів повторно вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм,** а в списку **Профиль** вибираємо рядок **964×10**.

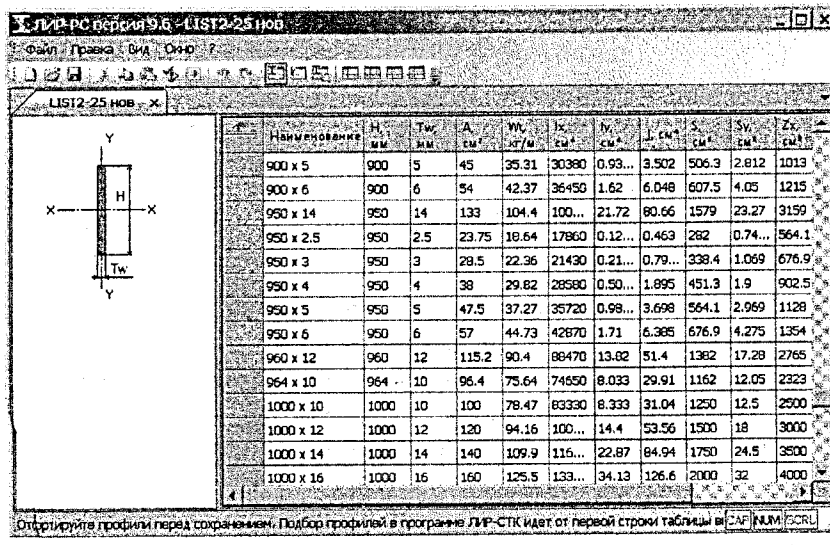
В результаті отримаємо діалогове вікно з підібраними розмірами

перерізу поличок та стінки (рис. 28).



Наименование	H, мм	Tw, мм	A, см²	Wt, кг/м	Ix, см⁴	Iy, см⁴	J, см⁴	Sx, см³	Sy, см³	Zx, см³
1700 x 16	1700	16	272	213.4	655...	58.03	216.2	5780	54.4	1156C
1700 x 18	1700	18	306	240.1	737...	82.62	307.6	6503	68.95	1301C
1700 x 20	1700	20	340	266.8	818...	113.3	421.6	7225	85	1445C
1700 x 25	1700	25	425	333.5	102...	221.4	821.9	9031	132.8	1806C
2000 x 18	2000	18	360	282.5	120...	97.2	362.3	9000	81	1800C
2000 x 20	2000	20	400	313.9	133...	133.3	496.6	10000	100	2000C
2000 x 25	2000	25	500	392.3	166...	260.4	968.4	12500	156.3	2500C
2500 x 18	2500	18	450	353.1	234...	121.5	453.4	14060	101.3	2812C
2500 x 20	2500	20	500	392.3	260...	166.7	621.6	15630	125	3125C
2500 x 25	2500	25	625	490.4	325...	325.5	1213	19530	195.3	3906C
3000 x 20	3000	20	600	470.8	450...	200	746.6	22500	150	4500C
3000 x 25	3000	25	750	588.5	562...	390.6	1457	28120	234.4	5625C
964 x 10	964	10	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 26



Наименование	H, мм	Tw, мм	A, см²	Wt, кг/м	Ix, см⁴	Iy, см⁴	J, см⁴	Sx, см³	Sy, см³	Zx, см³
900 x 5	900	5	45	35.31	30380	0.93...	3.502	506.3	2.812	1013
900 x 6	900	6	54	42.37	36450	1.62	6.048	607.5	4.05	1215
950 x 14	950	14	133	104.4	100...	21.72	80.66	1579	23.27	3159
950 x 2.5	950	2.5	23.75	18.64	17860	0.12...	0.463	282	0.74...	564.1
950 x 3	950	3	28.5	22.36	21430	0.21...	0.79...	338.4	1.069	676.9
950 x 4	950	4	38	29.82	28580	0.50...	1.895	451.3	1.9	902.5
950 x 5	950	5	47.5	37.27	35720	0.98...	3.698	564.1	2.969	1128
950 x 6	950	6	57	44.73	42870	1.71	6.385	676.9	4.275	1354
960 x 12	960	12	115.2	90.4	88470	13.82	51.4	1382	17.28	2765
964 x 10	964	10	96.4	75.64	74650	8.033	29.91	1162	12.05	2323
1000 x 10	1000	10	100	78.47	83330	8.333	31.04	1250	12.5	2500
1000 x 12	1000	12	120	94.16	100...	14.4	53.56	1500	18	3000
1000 x 14	1000	14	140	109.9	116...	22.87	84.94	1750	24.5	3500
1000 x 16	1000	16	160	125.5	133...	34.13	126.6	2000	32	4000

Рисунок 27

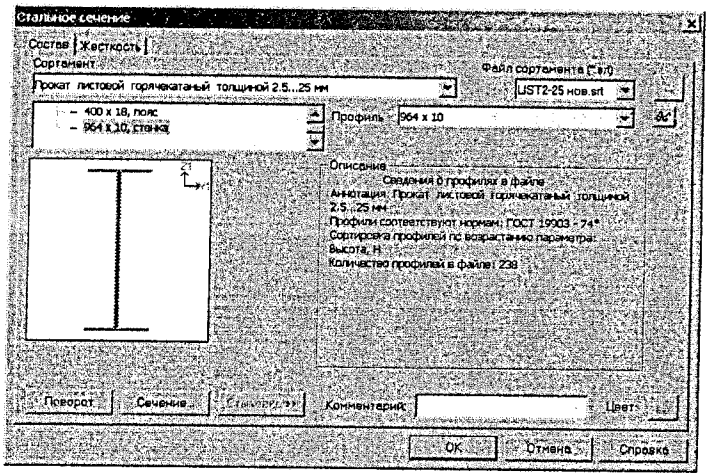


Рисунок 28

В рядку **Комментарий** пишемо **надкр. частина колони.** Натискаємо на кнопку **Цвет** та вибираємо будь-який колір. В даному прикладі за замовчуванням вибрано сірий колір. Натискаємо кнопку **ОК** OK та отримаємо діалогове вікно з коментарем **надкр. частина колони** (рис. 29).

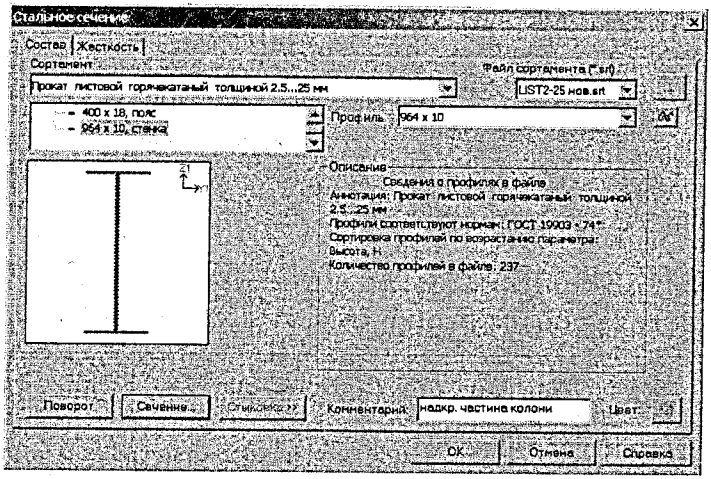


Рисунок 29

Натискаємо кнопку **ОК** [ОК] та отримаємо зменшене діалогове вікно (рис. 30).

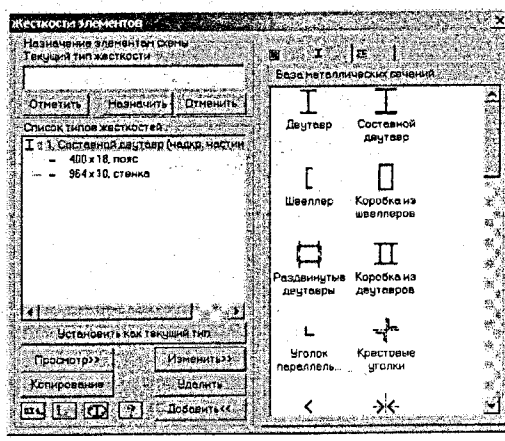


Рисунок 30

Натискаємо кнопку **Установить как текущий тип** [Установить как текущий тип], в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості.

Для зручності пересуваємо діалогове вікно, натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи 1, 2, 7, 8 надкранової частини колони та натискаємо кнопку **Назначить** [Назначить]. Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Жесткости элементов**.

Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому натискаємо кнопку **Добавить** [Добавить>>].

Розширяється відкрите діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому переходимо на закладку **База металлических сечений** [I] та вибираємо переріз **Швеллер с двутавром**, причому швелер повинен бути з трьох листів (рис. 31).

Двічі клацнувши на перерізі **Швеллер с двутавром** відкривається діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому натискаємо на I ветвь та вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Двутавр с параллельными гранями полок типа Б (балочный)**, а в списку **Профиль** вибираємо рядок **60Б1** (рис. 32).

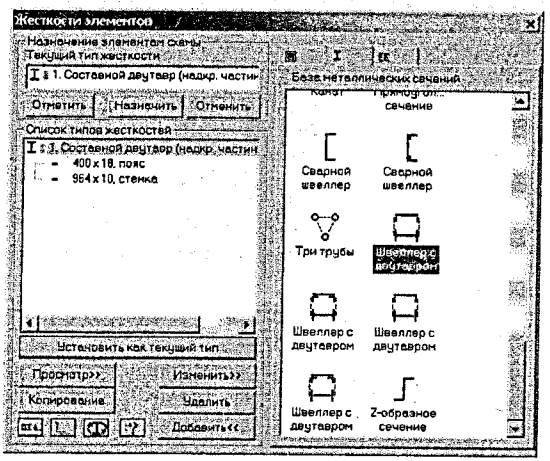


Рисунок 31

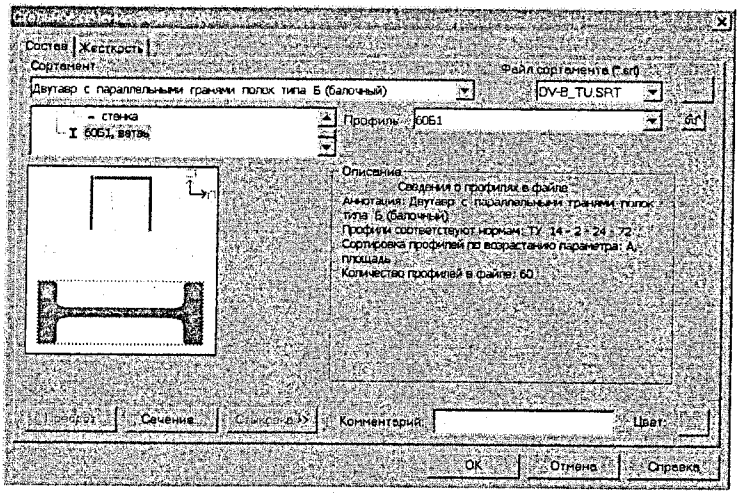


Рисунок 32

Натискаємо на позицію **стенка** та вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм**, а в списку **Профиль** вибираємо рядок **630×18** (рис. 33).

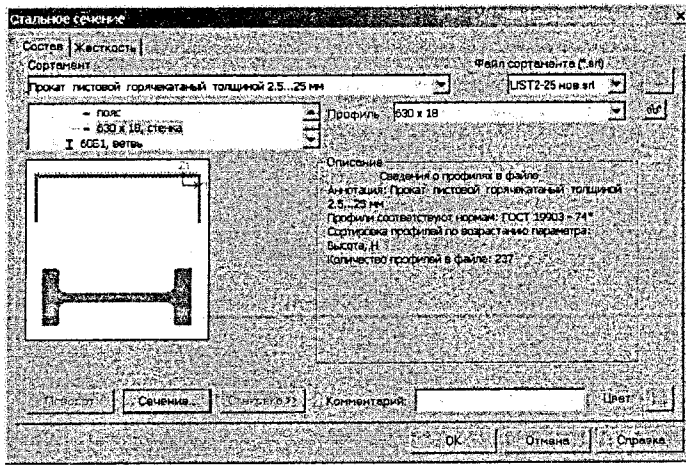


Рисунок 33

Переріз 180×18 аналогічно перерізу 630×18 задати не можна, оскільки його параметри в зазначений спосіб не введені.

Для цього натискаємо на позицію пояс та вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм** (рис. 34).

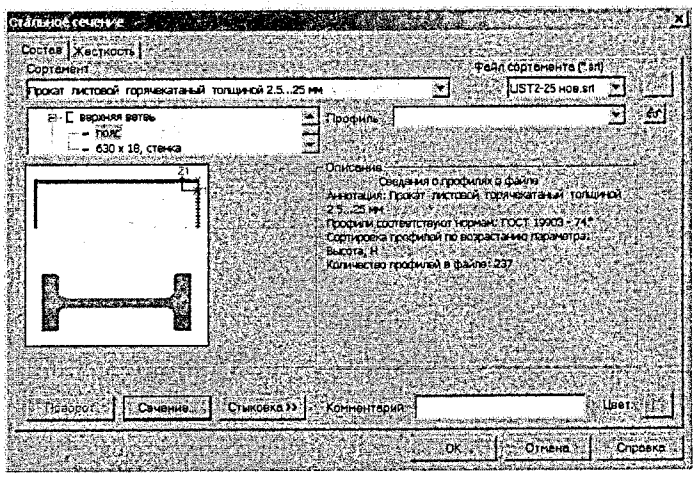
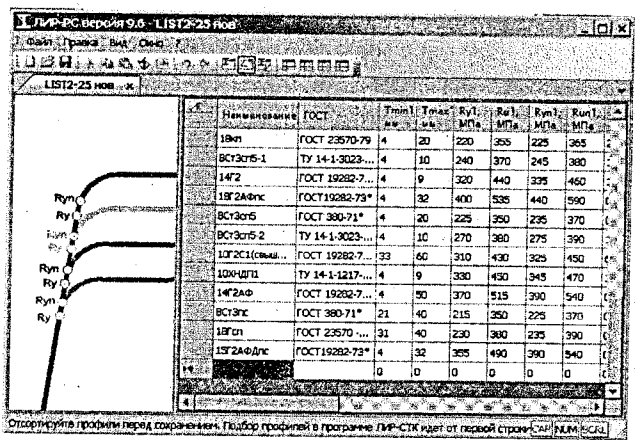


Рисунок 34

Натискаємо кнопку , в результаті чого з'являється діалогове вікно **ЛИР-РС** (рис. 35).

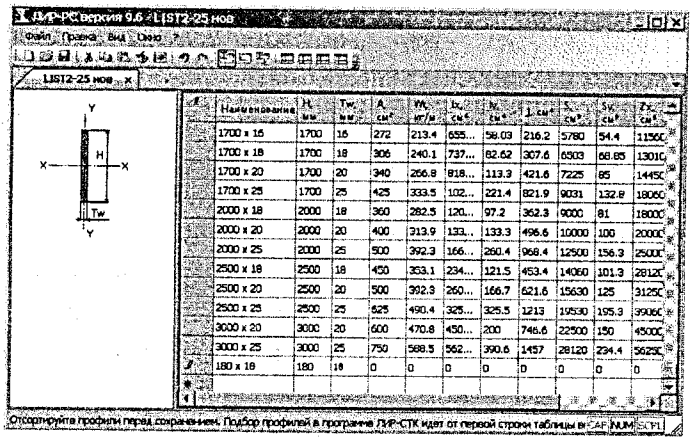


Наименование	ГОСТ	Tmin1 мм	Tmax мм	Ry1, МПа	Ru1, МПа	Rym1, МПа	Run1, МПа
18кп	ГОСТ 23570-79	4	20	220	355	225	365
ВСт3сп5-1	ТУ 14-1-3023-...	4	10	240	370	245	380
14Г2	ГОСТ 19282-7...	4	9	320	440	335	460
18Г2АФпс	ГОСТ19282-73*	4	32	400	535	440	590
ВСт3сп5	ГОСТ 380-71*	4	20	225	350	235	370
ВСт3сп5-2	ТУ 14-1-3023-...	4	10	270	380	275	390
10Г2С1(сварн...	ГОСТ 19282-7...	33	60	310	430	325	450
10ХНДП	ТУ 14-1-1217-...	4	9	330	450	345	470
14Г2АФ	ГОСТ 19282-7...	4	50	370	515	390	540
ВСт3пс	ГОСТ 380-71*	21	40	215	350	225	370
18Гсп	ГОСТ 23570 -...	31	40	230	380	235	390
15Г2АФДпс	ГОСТ19282-73*	4	32	355	490	390	540
		0	0	0	0	0	0

Рисунок 35

В меню **Правка** ставимо позначку ✓ напроти позиції **Разрешить правку**

Натискаємо **Правка ► Новая строка** та на панелі інструментів натискаємо **Профили(Ctrl+1)** . У відкритому нижньому рядку вводимо 180×18 і інші параметри: $H = 180$ мм, $T_w = 18$ мм (рис. 36).

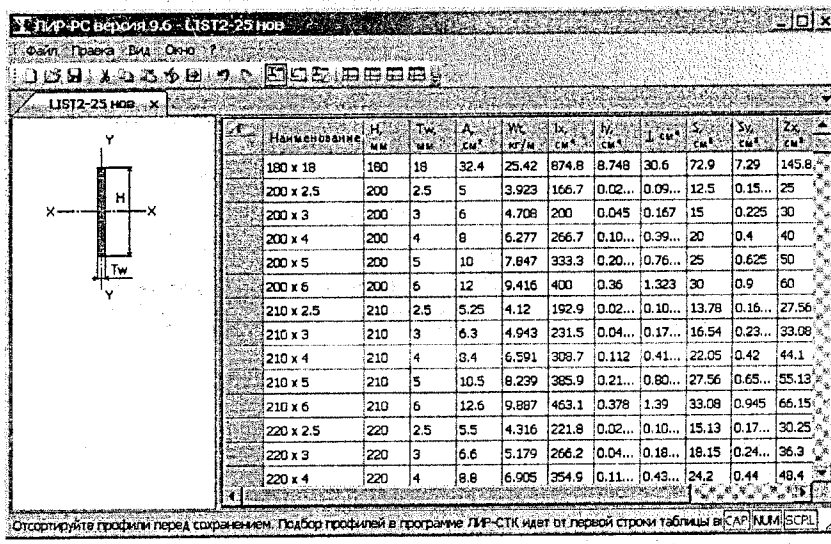


Наименование	H мм	Tw мм	A см²	Wt кг/м	Ix см⁴	Wx см³	Iy см⁴	Sx см³	Sy см³	Zx см³
1700 x 16	1700	16	272	213.4	655...	58.03	216.2	5780	54.4	11500
1700 x 18	1700	18	306	240.1	737...	62.62	307.6	6503	68.85	13010
1700 x 20	1700	20	340	266.8	818...	113.3	421.6	7225	85	14450
1700 x 25	1700	25	425	333.5	102...	221.4	821.9	9031	132.8	18060
2000 x 18	2000	18	360	282.5	120...	97.2	362.3	9000	81	18000
2000 x 20	2000	20	400	313.9	133...	133.3	496.6	10000	100	20000
2000 x 25	2000	25	500	392.3	166...	260.4	968.4	12500	156.3	25000
2500 x 18	2500	18	450	353.1	234...	121.5	453.4	14060	101.3	28120
2500 x 20	2500	20	500	392.3	260...	166.7	621.6	15630	125	31250
2500 x 25	2500	25	625	490.4	325...	325.5	1213	19530	195.3	39060
3000 x 20	3000	20	600	470.8	450...	200	746.6	22500	150	45000
3000 x 25	3000	25	750	588.5	562...	390.6	1457	28120	234.4	56250
180 x 18	180	18	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 36

Натискаємо **Дополнить недостающее(F12)** та відсортовуємо сортамент шляхом клацання на заголовок Н, мм.

В результаті отримаємо оновлене діалогове вікно **ЛИР-РС** з профілем 180×18, розташованим у верхньому рядку (рис. 37).



Наименование	H мм	Tw мм	A см²	Wt кг/м	Ix см⁴	Iy см⁴	I см⁴	Sx см³	Sy см³	Zx см³
180 x 18	180	18	32.4	25.42	874.8	8.748	30.6	72.9	7.29	145.8
200 x 2.5	200	2.5	5	3.923	166.7	0.02...	0.09...	12.5	0.15...	25
200 x 3	200	3	6	4.708	200	0.045	0.167	15	0.225	30
200 x 4	200	4	8	6.277	266.7	0.10...	0.39...	20	0.4	40
200 x 5	200	5	10	7.847	333.3	0.20...	0.76...	25	0.625	50
200 x 6	200	6	12	9.416	400	0.36	1.323	30	0.9	60
210 x 2.5	210	2.5	5.25	4.12	192.9	0.02...	0.10...	13.78	0.16...	27.56
210 x 3	210	3	6.3	4.943	231.5	0.04...	0.17...	16.54	0.23...	33.08
210 x 4	210	4	8.4	6.591	308.7	0.112	0.41...	22.05	0.42	44.1
210 x 5	210	5	10.5	8.239	385.9	0.21...	0.80...	27.56	0.65...	55.13
210 x 6	210	6	12.6	9.887	463.1	0.378	1.39	33.08	0.945	66.15
220 x 2.5	220	2.5	5.5	4.316	221.8	0.02...	0.10...	15.13	0.17...	30.25
220 x 3	220	3	6.6	5.179	266.2	0.04...	0.18...	18.15	0.24...	36.3
220 x 4	220	4	8.8	6.905	354.9	0.11...	0.43...	24.2	0.44	48.4

Рисунок 37

Зберігаємо сортамент та закриваємо **ЛИР-РС**.

Для оновлення профілів повторно вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм**, а в списку **Профиль** вибираємо рядок **180×18**.

В результаті отримаємо діалогове вікно з підібраними розмірами перерізу поличок та стінки (рис. 38).

Натискаємо кнопку **Стыковка** Стыковка>>. З'являється діалогове вікно, в якому біля параметра **b** пишемо 150, ставимо позначку • для зварного швелера з більшою довжиною стінки та надаємо параметру **a** значення 1.6 (рис. 39).

Натискаємо кнопку **ОК** OK, в результаті чого отримаємо діалогове вікно зі скорегованим перерізом підкранової частини колони (рис. 40).

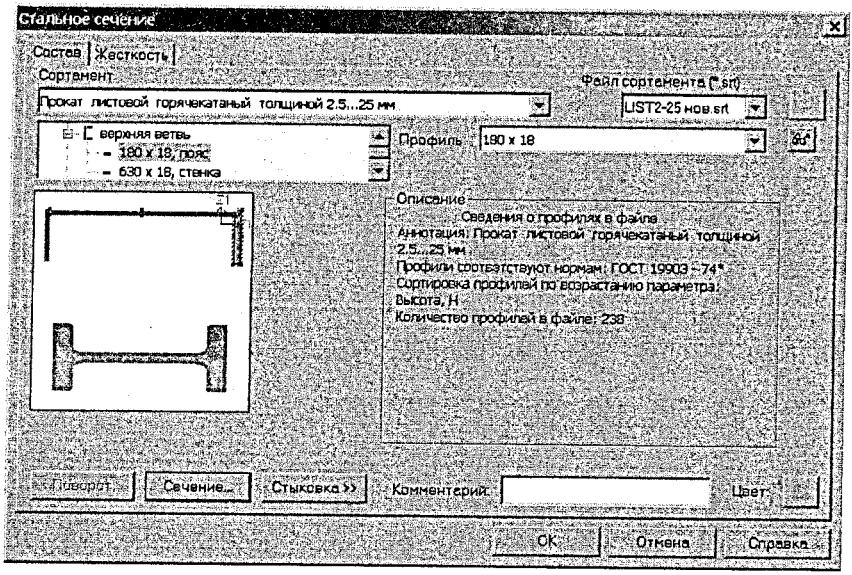


Рисунок 38

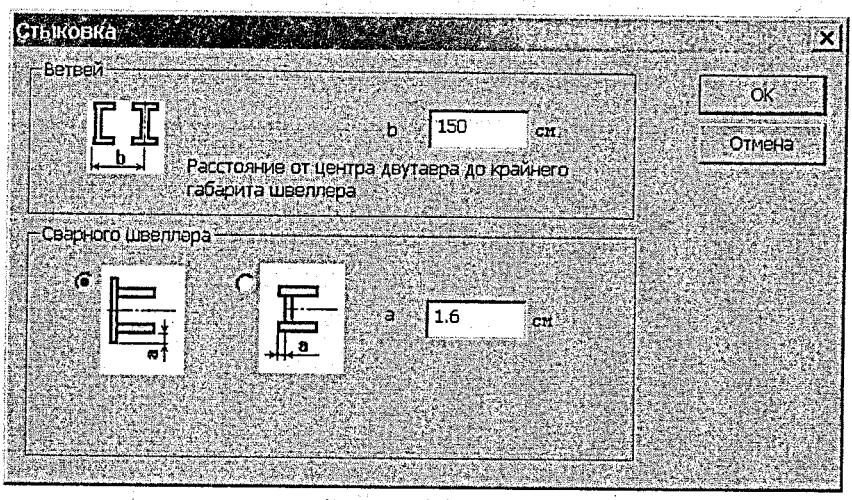


Рисунок 39

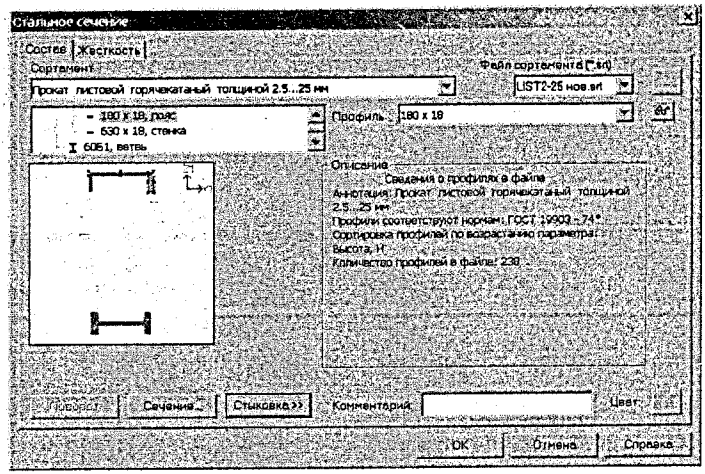


Рисунок 40

В рядку **Комментарий** пишемо **підкр. частина колони**. Натискаємо на кнопку **Цвет** та вибираємо будь-який колір. В даному прикладі вибрано синій колір. Натискаємо кнопку **ОК** OK та отримаємо діалогове вікно з коментарем **підкр. частина колони** (рис. 41).

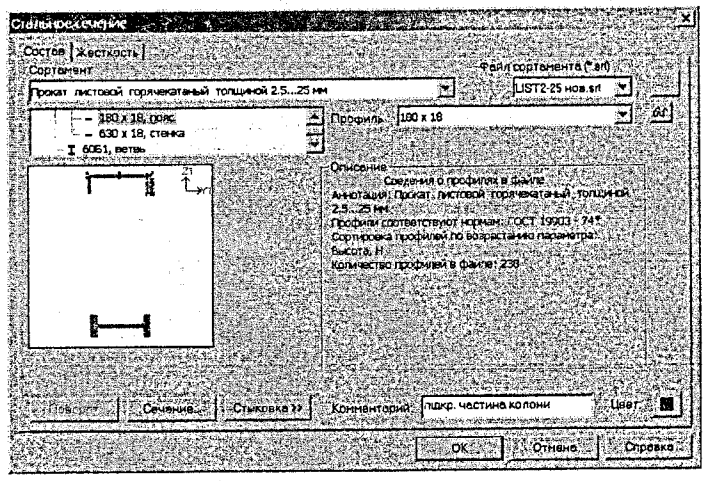


Рисунок 41

Натискаємо кнопку **ОК** [ОК] та отримаємо зменшене діалогове вікно (рис. 42).

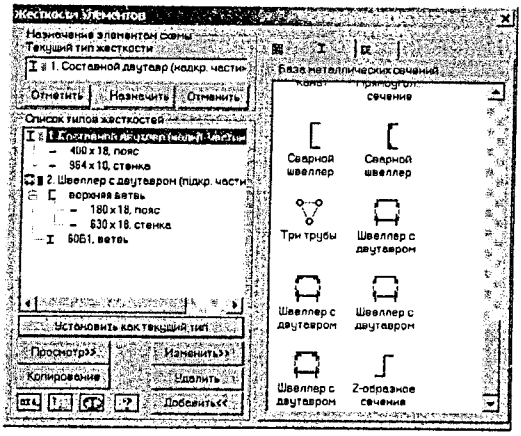


Рисунок 42

Вибираємо тип жорсткості 2 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип** [Установить как текущий тип], в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 2.

Для зручності пересуваємо діалогове вікно, натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи 3 і 5 підкранової частини колони та натискаємо кнопку **Назначить** [Назначить]. Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Оскільки жорсткості призначені елементам надкранової та підкранової частин колон, виділяємо вертикальні елементи 1, 2, 3, 5, 7, 8 колон (рис. 43) для перевірки правильності орієнтації перерізів елементів відносно їх місцевих осей.

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Фрагментация**.

В результаті з'являються лише вертикальні елементи колон поперечної рами (рис. 44).

Натискаємо **Вид ► Пространственная модель(3D-графика)**. Відкривається вікно 3D-візуалізації, в якому натискаємо на панелі інструментів кнопку **Показать сечения элементов**.

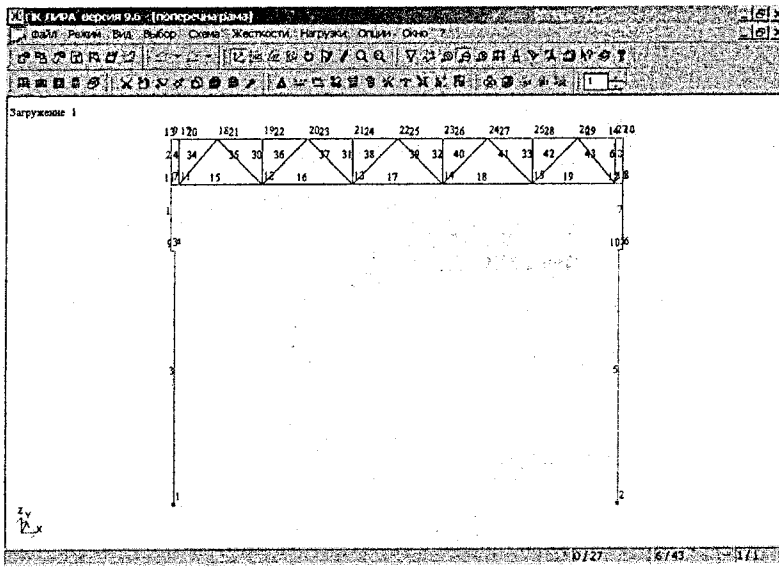


Рисунок 43

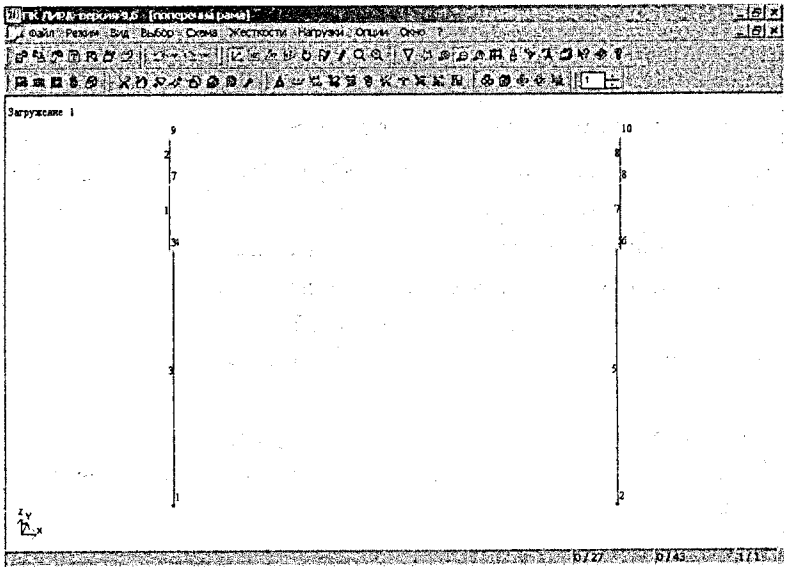


Рисунок 44

В результаті отримаємо зображення колон з перерізами елементів, яке при необхідності повертаємо у будь-якому напрямку (рис. 45).

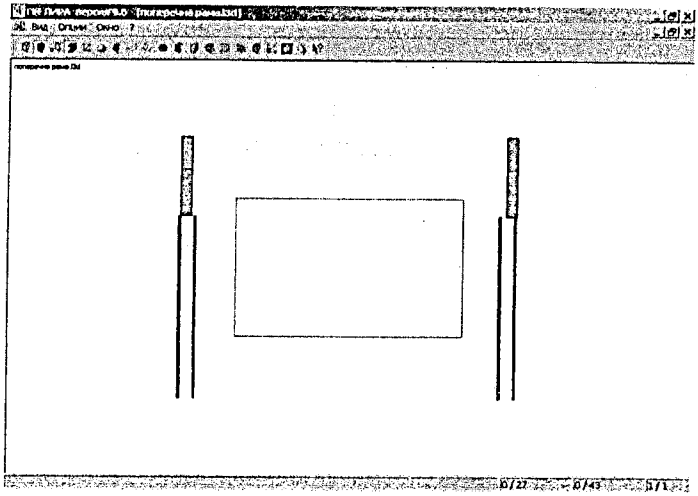


Рисунок 45

Натисканням мишею визначаємо, що переріз підкранової частини лівої колони розташований неправильно (рис. 46).

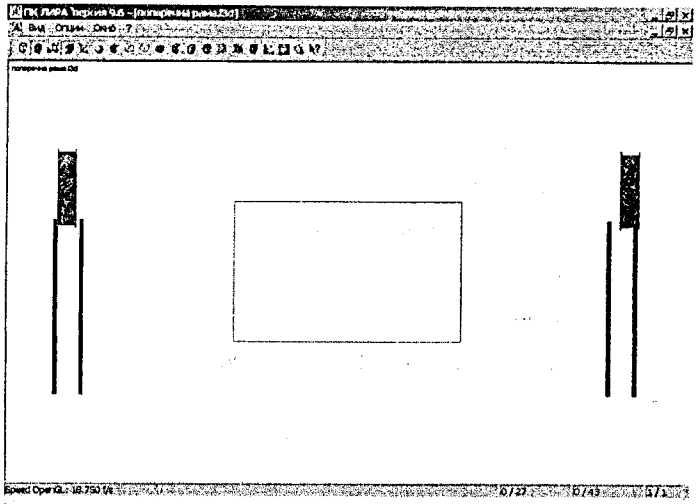


Рисунок 46

Закриваємо вікно 3D-візуалізації. Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Восстановление конструкции**.

В результаті отримаємо повний вигляд схеми поперечної рами (рис. 47).

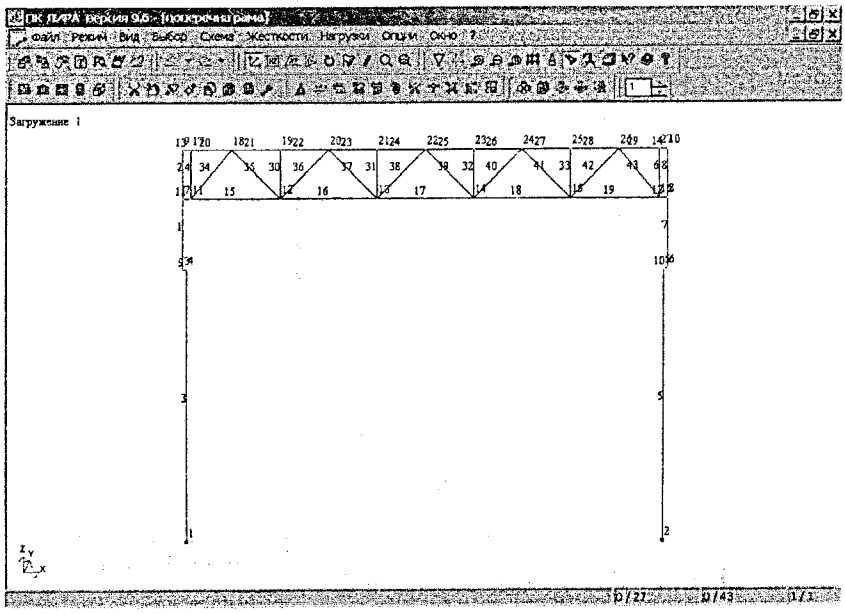


Рисунок 47

Для отримання правильного розташування частин колони виділяємо елемент 3 підкранової частини лівої колони, натискаємо на панелі інструментів кнопку **Информация об узле или элементе** та клацаємо по елементу 3. З'являється діалогове вікно, в якому переходимо на закладку **Угол вращения местн. осей** та задаємо кут 180 (рис. 48).

Натискаємо кнопку **Применить**. Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Для перевірки виділяємо вертикальні елементи 1, 2, 3 лівої колон (рис. 49).

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Фрагментация**.

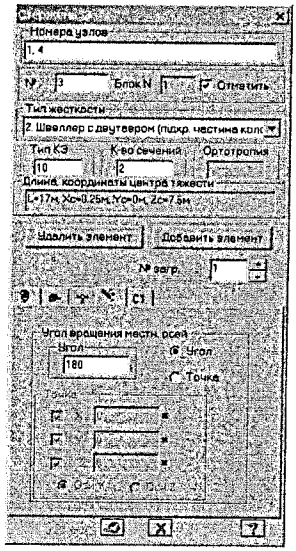


Рисунок 48

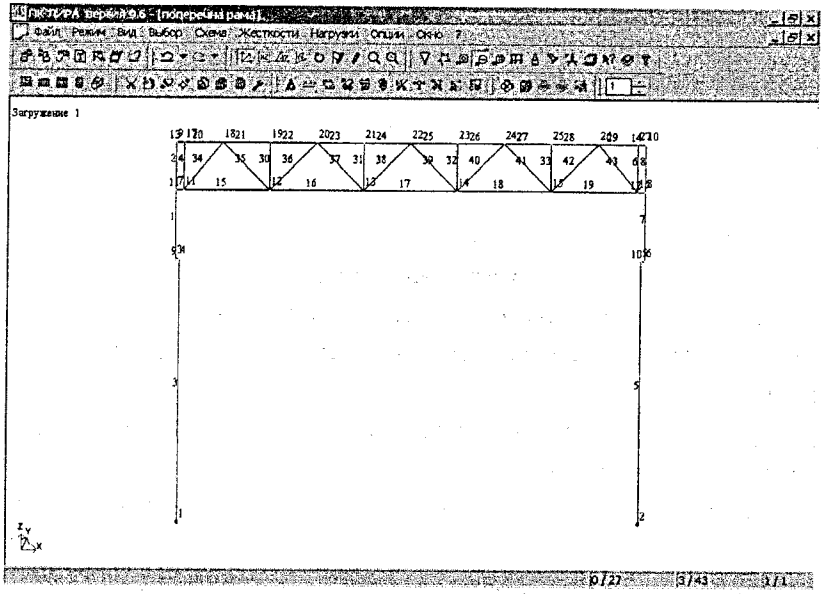


Рисунок 49

В результаті з'являються лише вертикальні елементи лівої колони поперечної рами (рис. 50).

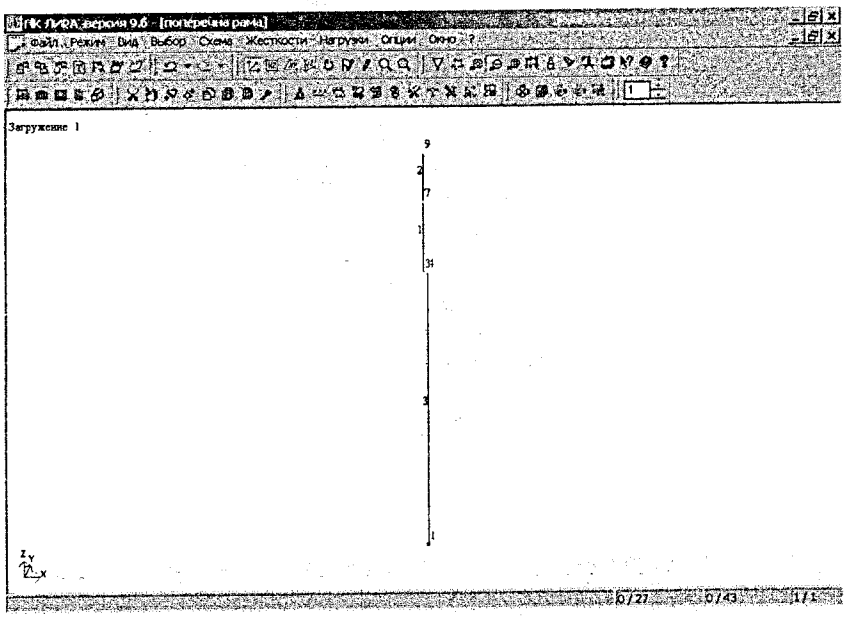


Рисунок 50

Натискаємо **Вид ▶ Пространственная модель(3D-графика)**. Відкривається вікно 3D-візуалізації, в якому натискаємо на панелі інструментів кнопку **Показать сечения элементов**.

В результаті отримаємо правильне зображення лівої колони з перерізами, яке при необхідності повертаємо у будь-якому напрямку (рис. 51).

Закриваємо вікно 3D-візуалізації. Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Восстановление конструкции**.

В результаті отримаємо повний вигляд схеми поперечної рами (рис. 52).

Натискаємо на панелі інструментів **Отметка блока** та клацаємо на будь-який вузол або елемент ферми, що дозволяє виділити всю ферму.

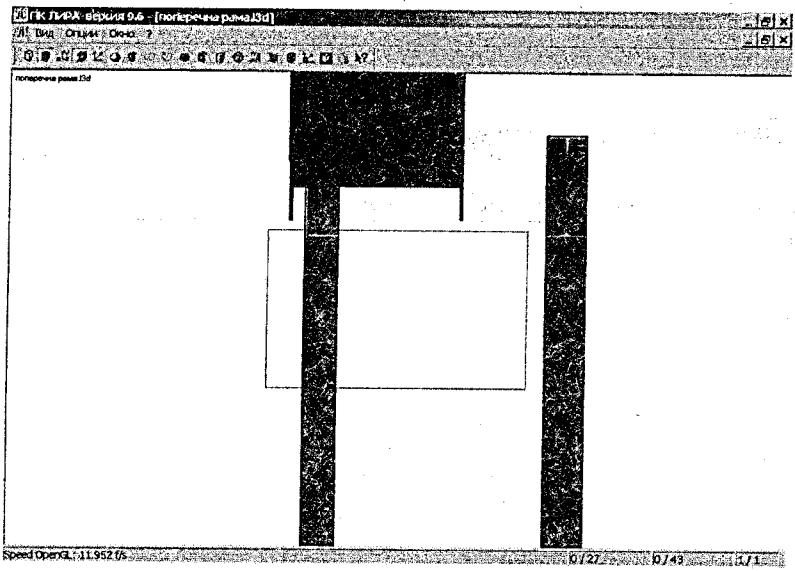


Рисунок 51

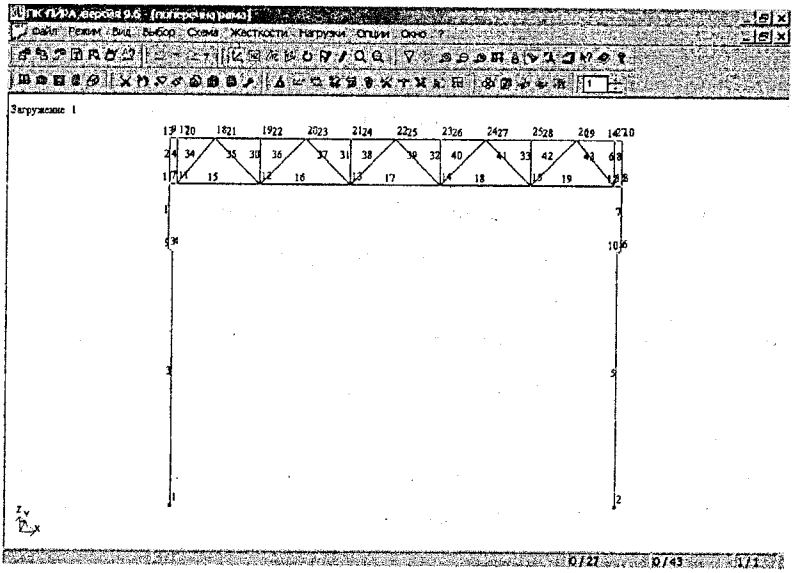


Рисунок 52

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Фрагментация.**

В результаті з'являється ферма без поперечної рами (рис. 53).

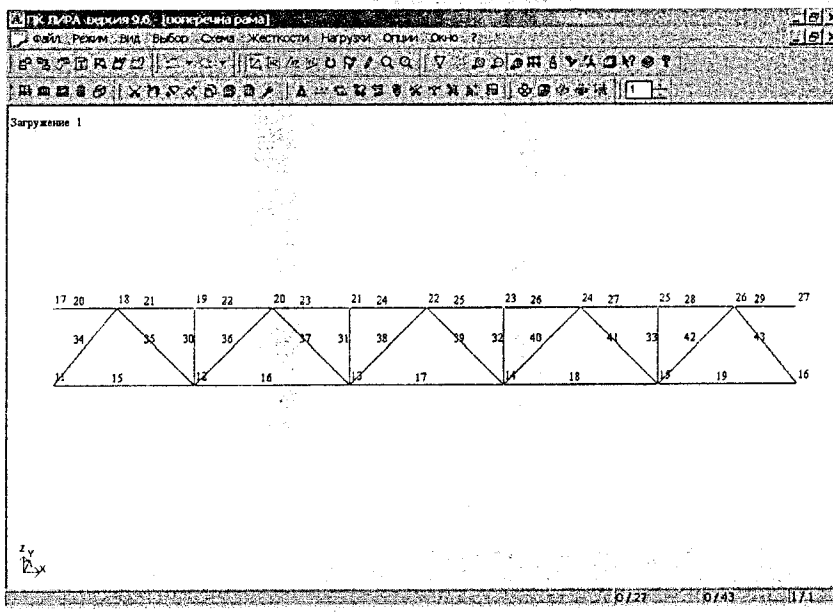


Рисунок 53

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Жесткости элементов**.

Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов,** в якому натискаємо кнопку **Добавить** Добавить>>.

Розширяється відкрите діалогове вікно **Жесткости элементов,** в якому переходимо на закладку **База металлических сечений** I та вибираємо переріз **Тавр** (рис. 54).

Двічі клацнувши на перерізі **Тавр** відкривається діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Тавр с параллельными гранями полки типа Ш**, а в списку **Профиль** вибираємо рядок **35ШТ1** (рис. 55).

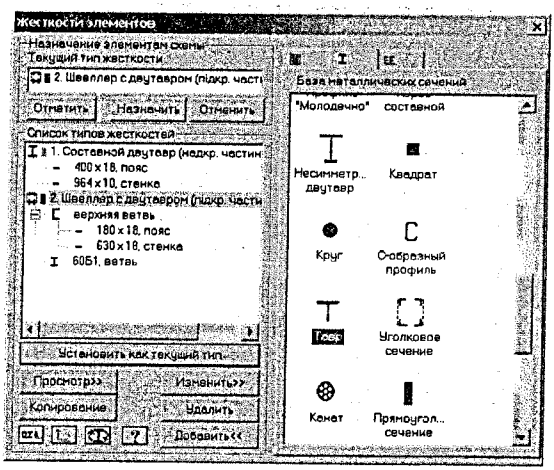


Рисунок 54

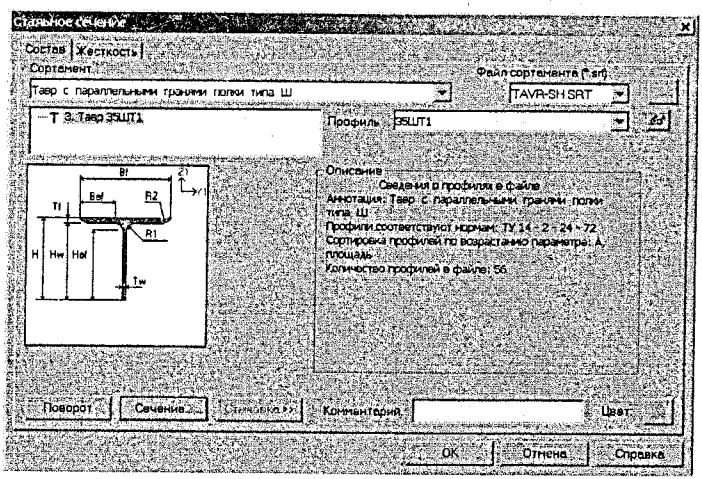


Рисунок 55

В рядку **Комментарий** пишемо **верхній пояс ферми**. Натискаємо на кнопку **Цвет** та вибираємо будь-який колір. В даному прикладі вибрано червоний колір. Натискаємо кнопку **ОК** OK та отримаємо діалогове вікно з коментарем **верхній пояс ферми** (рис. 56).

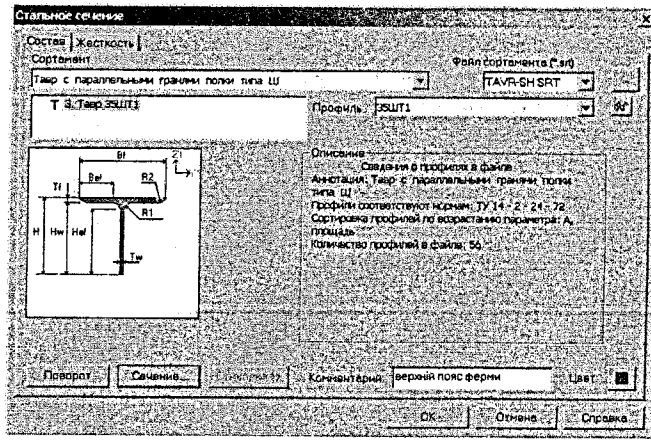


Рисунок 56

Натискаємо кнопку **ОК** [OK] та отримаємо зменшене діалогове вікно (рис. 57).

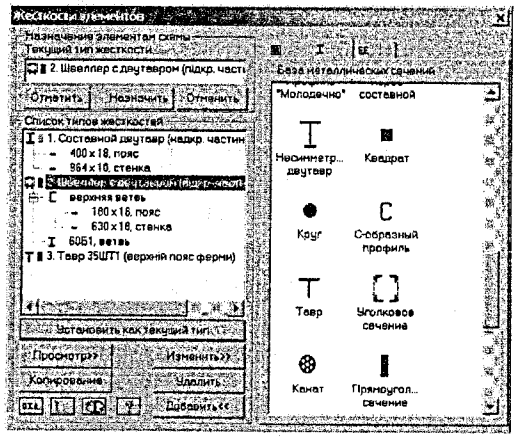


Рисунок 57

Вибираємо тип жорсткості 3 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип** [Установить как текущий тип], в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 3.

Для зручності пересуваємо діалогове вікно, натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 і 29 верхнього пояса ферми та натискаємо кнопку **Назначить**.

Натискаємо кнопку **Копирование**, виділяємо в списку тип жорсткості 4 та натискаємо кнопку **Изменить**. Відкривається діалогове вікно, в якому двічі натискаємо кнопку **Поворот**, в результаті чого переріз займає положення поличками вниз, а в рядку **Комментарий** пишемо **нижній пояс ферми**. Натискаємо на кнопку **Цвет** та вибираємо будь-який колір. В даному прикладі вибрано рожевий колір. Натискаємо кнопку **ОК** та отримаємо діалогове вікно з коментарем **нижній пояс ферми** (рис. 58).

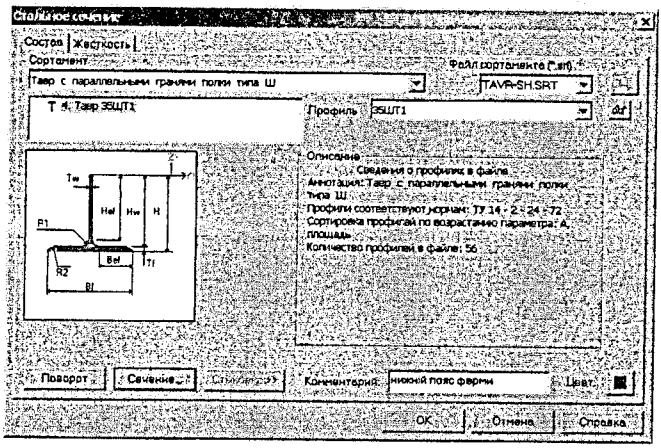


Рисунок 58

Натискаємо кнопку **ОК** та отримаємо зменшене діалогове вікно (рис. 59).

Вибираємо тип жорсткості 4 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип**, в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 4.

Для зручності пересуваємо діалогове вікно, натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи 15, 16,

17, 18 і 19 нижнього пояса ферми та натискаємо кнопку **Назначить** Назначить.

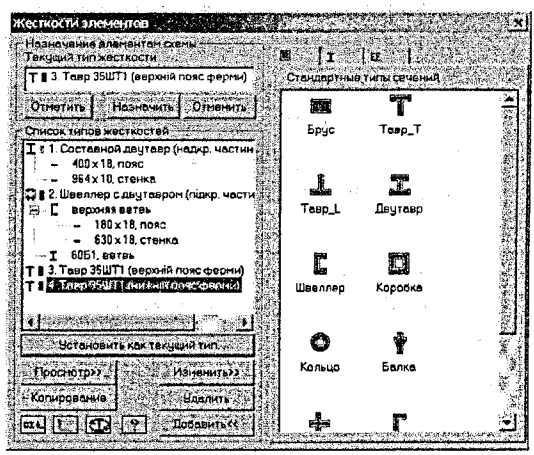


Рисунок 59

У розширеному відкритому діалоговому вікні **Жесткости элементов,** переходимо на закладку **База металлических сечений** I та вибираємо переріз **Два уголка** (рис. 60).

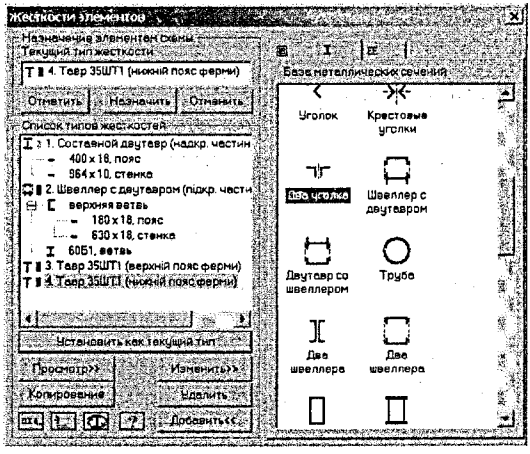


Рисунок 60

Двічі клацнувши на перерізі **Два уголка** відкривається діалогове вікно **Стальное сечение,** в якому вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Уголок равнополочный,** а в списку **Профиль** вибираємо рядок **160×160×11** (рис. 61).

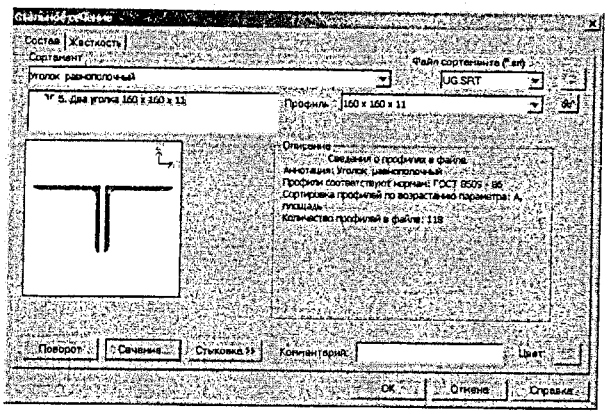


Рисунок 61

В рядку **Комментарий** пишемо **розкоси ферми**. Натискаємо на кнопку **Цвет** та вибираємо будь-який колір. В даному прикладі вибрано жовтий колір. Натискаємо кнопку **ОК** OK та отримаємо діалогове вікно з коментарем **розкоси ферми** (рис. 62).

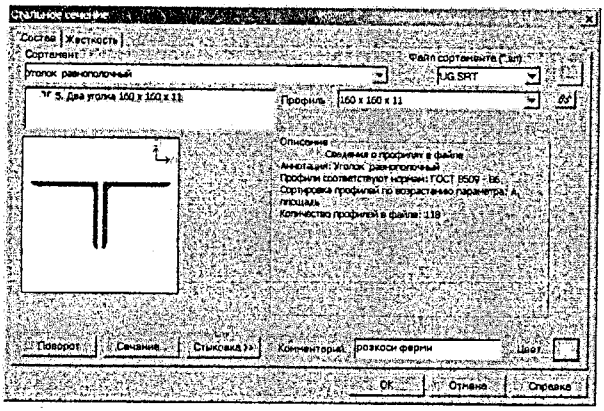


Рисунок 62

Натискаємо кнопку **ОК** [ОК] та отримаємо зменшене діалогове вікно (рис. 63).

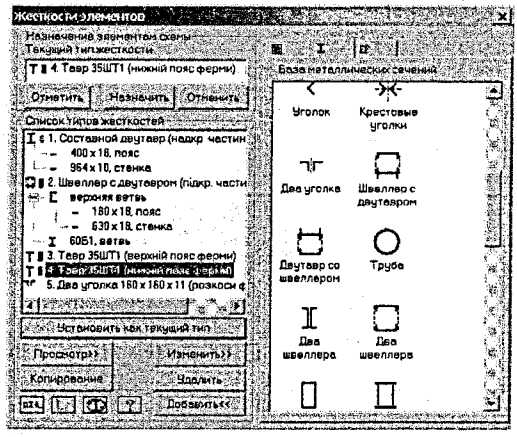


Рисунок 63

Вибираємо тип жорсткості 5 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип** [Установить как текущий тип], в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 5.

Для зручності пересуваємо діалогове вікно, натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** [⊖], виділяємо елементи 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 і 43, що відповідають розкосам ферми та натискаємо кнопку **Назначить** [Назначить].

Натискаємо кнопку **Копирование** [Копирование], виділяємо в списку тип жорсткості 6 та натискаємо кнопку **Изменить** [Изменить>>]. Відкривається діалогове вікно, в якому в списку **Профиль** вибираємо рядок **90×90×8**, а в рядку **Комментарий** пишемо **стояки ферми**. Натискаємо на кнопку **Цвет** [ ] та вибираємо будь-який колір. В даному прикладі вибрано зелений колір. Натискаємо кнопку **ОК** [ОК] та отримаємо діалогове вікно з коментарем **стояки ферми** (рис. 64).

Натискаємо кнопку **ОК** [ОК] та отримаємо зменшене діалогове вікно (рис. 65).

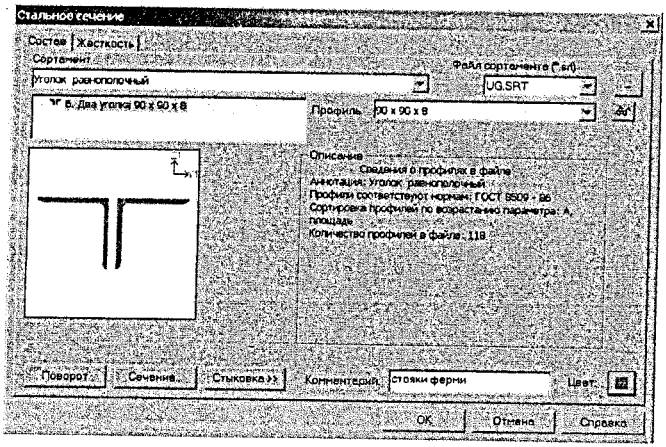


Рисунок 64

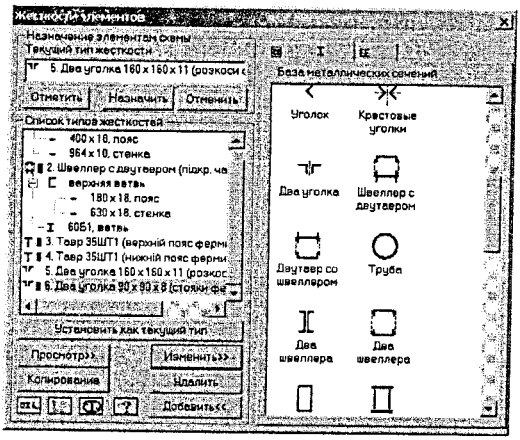


Рисунок 65

Вибираємо тип жорсткості 6 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип** [Установить как текущий тип], в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 6.

Для зручності пересуваємо діалогове вікно, натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** [⊖], виділяємо елементи 30, 31,

32 і 33, що відповідають стоякам ферми, та натискаємо кнопку **Назначить** Назначить.

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Восстановление конструкции**.

В результаті отримаємо повний вигляд схеми поперечної рами (рис. 66).

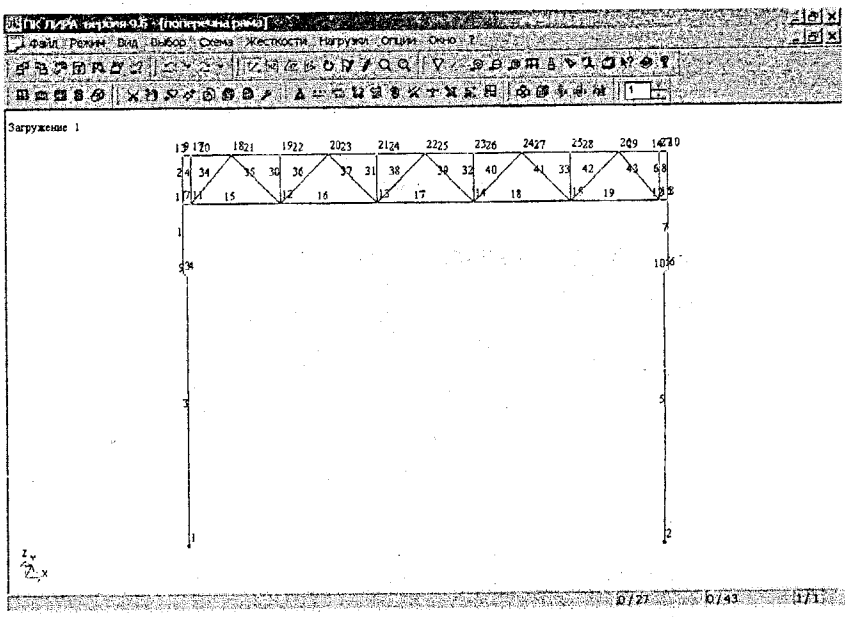


Рисунок 66

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Жесткости элементов**.

Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому натискаємо кнопку **Добавить** Добавить>>.

Розширяється відкрите діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому за замовчуванням використовуємо закладку **Стандартные типы сечений** та вибираємо переріз **Брус** (рис. 67).

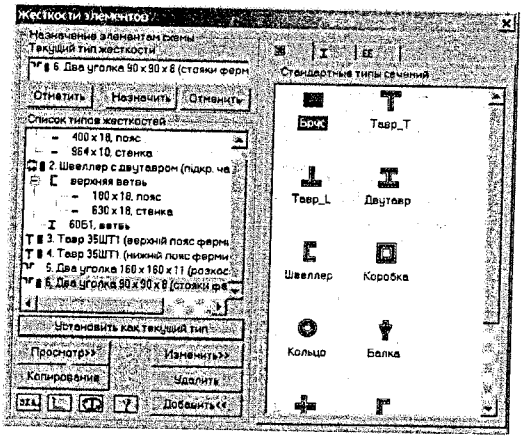


Рисунок 67

Двічі клацнувши на перерізі **Брус**, відкривається діалогове вікно **Задание стандартного сечения**, в якому вводимо $E = 2e9$ кН/м^2; $B = 100$ см; $H = 100$ см, а в рядку **Комментарий** пишемо **умовні стержні**. Натискаємо на кнопку **Цвет** та вибираємо будь-який колір. В даному прикладі вибрано чорний колір. Натискаємо кнопку **ОК** OK та отримаємо діалогове вікно з коментарем **умовні стержні** (рис. 68).

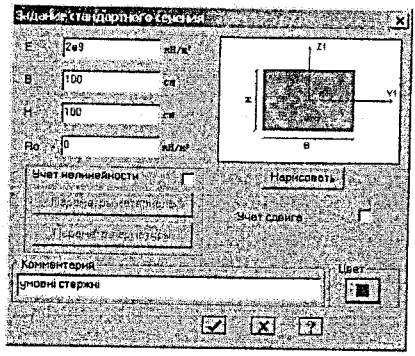


Рисунок 68

Натискаємо кнопку **Подтвердить** ☑ та отримаємо зменшене діалогове

вікно (рис. 69).

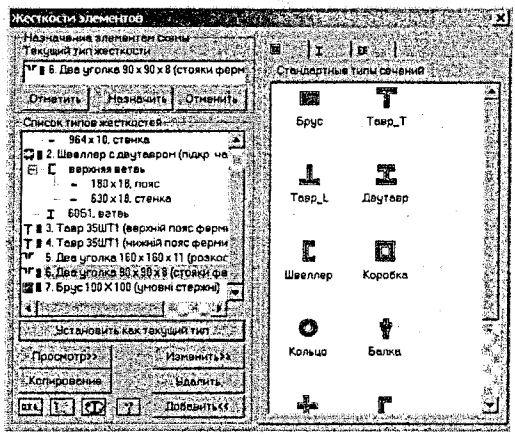


Рисунок 69

Вибираємо тип жорсткості 7 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип** Установить как текущий тип, в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 7.

Для зручності пересуваємо діалогове вікно, натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13 і 14, що відповідають умовним стержням та натискаємо кнопку **Назначить** Назначить.

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Всі підібрані перерізи елементів можна наочно побачити шляхом натискання **Вид ► Пространственная модель(3D-графика)**. Відкривається вікно 3D-візуалізації, в якому натискаємо на панелі інструментів кнопку **Показать сечения элементов**.

В результаті отримаємо зображення поперечної рами з перерізами елементів, яке при необхідності повертаємо у будь-якому напрямку (рис. 70).

Закриваємо вікно 3D-візуалізації.

В результаті отримаємо вигляд схеми поперечної рами (рис. 71).

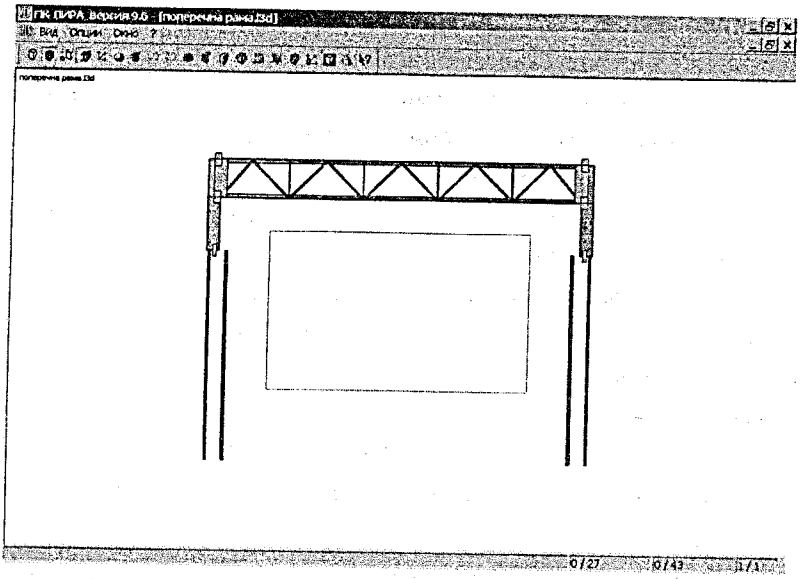


Рисунок 70

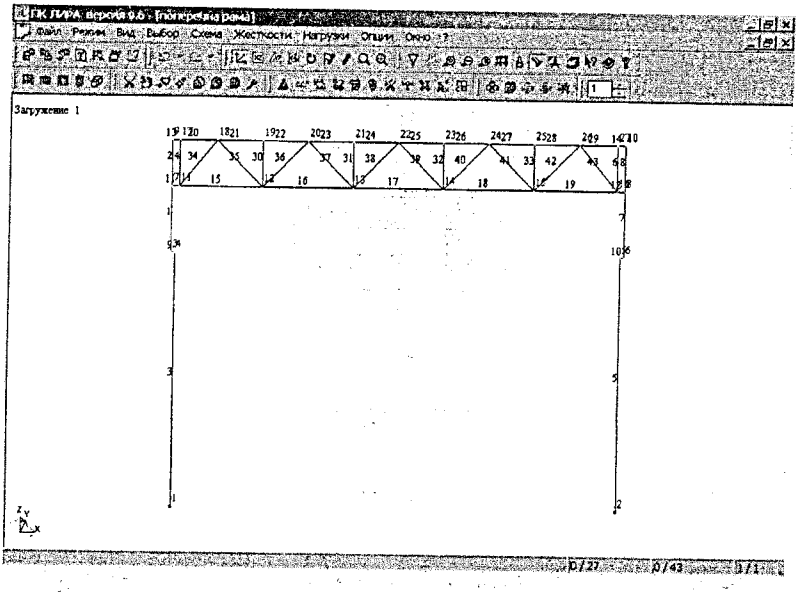


Рисунок 71

Задання схем прикладання навантаження

В зв'язку з розробкою нових версій програмного комплексу "ЛИРА" пропонуємо відкрити створену нами комп'ютерну модель в попередній версії. Для цього натискаємо **Файл ▶ Создать текстовый файл**, в результаті чого файл збережеться в папці **LData**. Даний файл можна скопіювати і вставити в будь-яку папку на жорсткому диску комп'ютера та відкрити в попередній версії програмного комплексу "ЛИРА".

Згідно із завданням маємо постійно діюче рівномірно розподілене навантаження на ферму від елементів покриття, яке складає 45,5 кН/м. З урахуванням вантажних значень площ 1,5 м і 3 м, відповідно за крайніми та середніми панелями верхнього пояса визначаємо зосереджені вузлові навантаження, які становитимуть $45{,}5 \cdot 1{,}5 = 68{,}25$ кН та $45{,}5 \cdot 3 = 136{,}5$ кН.

Виділяємо вузли 11 і 14, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок** (рис. 72).

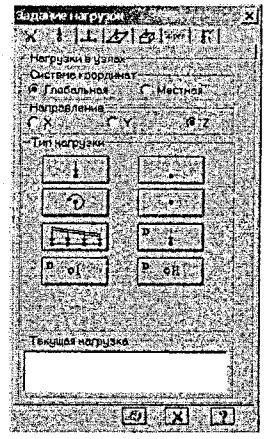


Рисунок 72

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** за замовчуванням вибраний напрямок по осі Z, де в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове

навантаження (рис. 72). Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 68.25 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 73). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 72) натискаємо кнопку **Применить**.

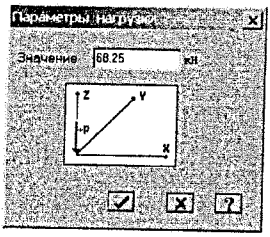


Рисунок 73

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения**. З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Имя** замість **Загружение 1** пишемо 1-постійне та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 74).

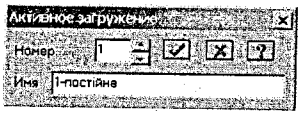


Рисунок 74

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним зосередженим навантаженням на верхній вузол колон (рис. 75).

Виділяємо вузли 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 і 27, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок** (рис. 76).

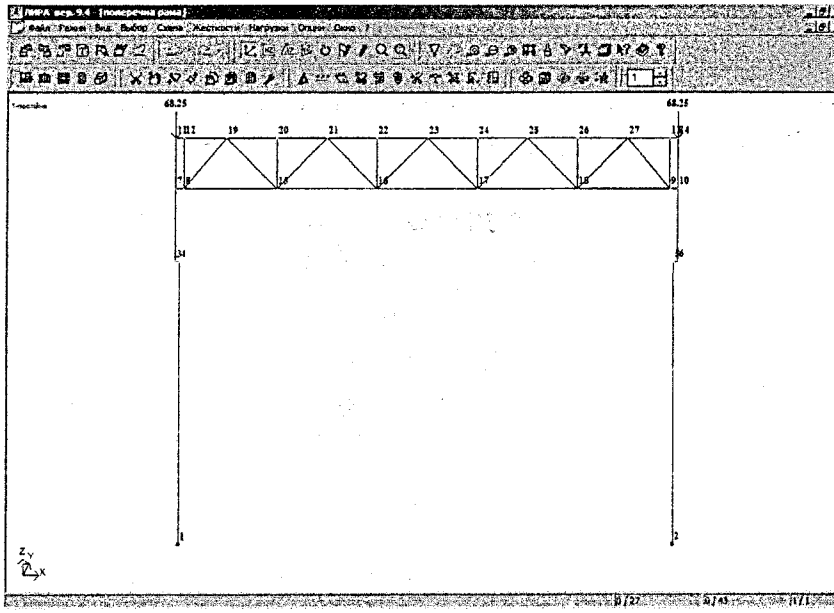


Рисунок 75

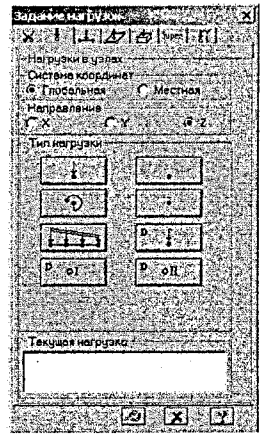


Рисунок 76

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** за замовчуванням вибраний

напрямок по осі Z, де в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 76). Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 136.5 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 77). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 76) натискаємо кнопку **Применить**.

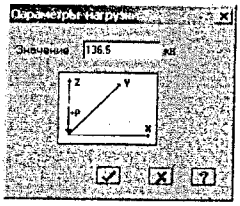


Рисунок 77

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним зосередженим навантаженням на верхній вузол колон та вузли верхнього пояса ферми (рис. 78).

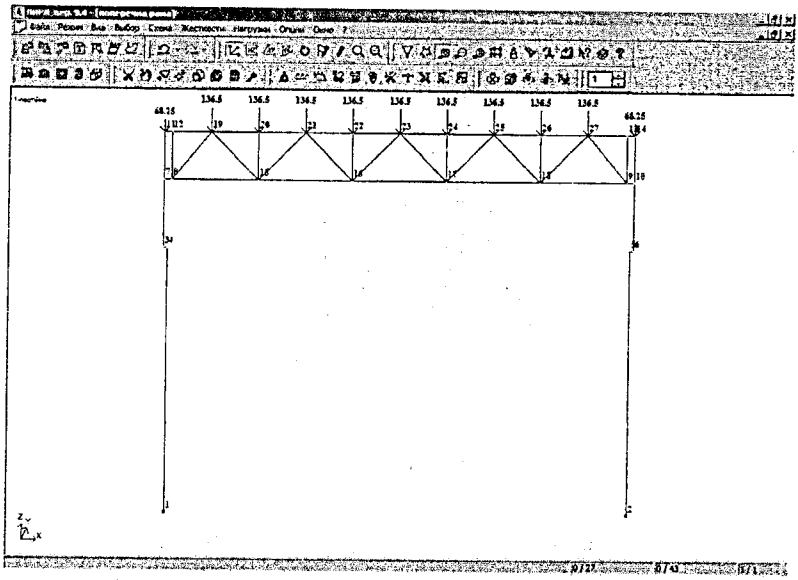


Рисунок 78

Згідно із завданням маємо постійно діюче рівномірно розподілене навантаження на колони від власної ваги стінових панелей, яке складає 27,72 кН/м.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**. Відкривається діалогове вікно, де за замовчуванням активована закладка **Элементы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**.

Виділяємо вертикальні елементи 1, 2, 3, 5, 7 і 8, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому переходимо на закладку **Нагрузки на стержни**, де за замовчуванням вибраний напрямок по осі Z, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо рівномірно розподілене навантаження (рис. 79).

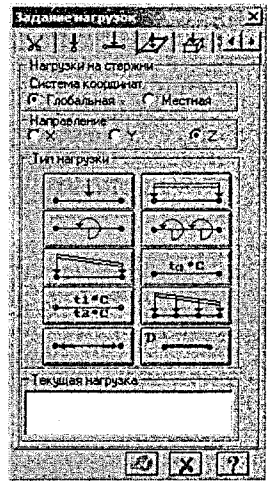


Рисунок 79

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження 27.72 кН/м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 80). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 79) натискаємо кнопку **Применить**.

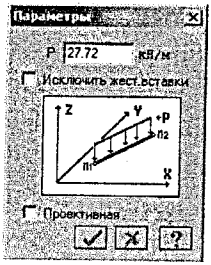


Рисунок 80

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами ще й з прикладеним рівномірно розподіленим навантаженням на вертикальні елементи колон (рис. 81).

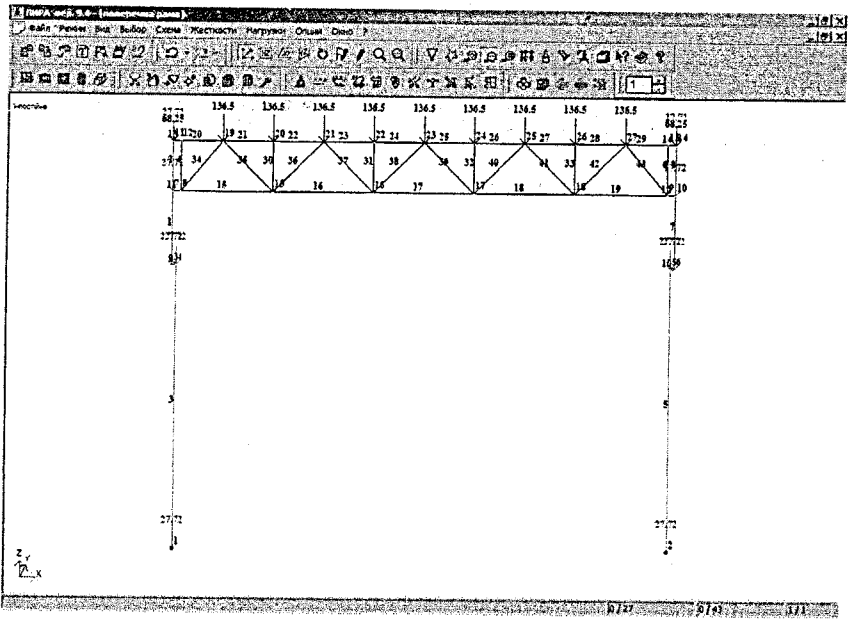


Рисунок 81

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи, за винятком 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13 і 14.

Задаємо навантаження від власної ваги конструкцій. Для цього натискаємо **Нагрузки ► Добавить собственный вес**. З'являється діалогове вікно, в якому ставимо позначку • напроти позиції **выделенные элементы**, а в рядку **Коэфф. надежности по нагрузке** пишемо 1.05 та натискаємо кнопку **Применить** (рис. 82).

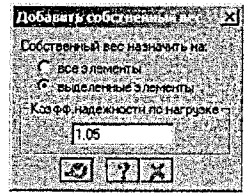


Рисунок 82

В результаті отримаємо схему поперечної рами ще й з навантаженням від власної ваги конструкцій (рис. 83).

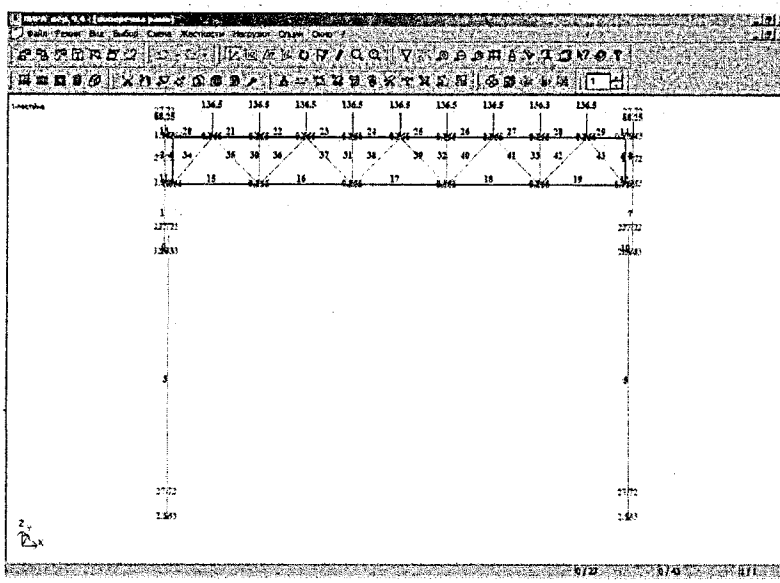


Рисунок 83

Згідно із завданням маємо короткочасно діюче рівномірно розподілене навантаження на ферму від снігу, яке складає 23,9 кН/м. З урахуванням вантажних значень площ 1,5 м і 3 м, відповідно за крайніми та середніми панелями верхнього пояса визначаємо зосереджені вузлові навантаження, які становитимуть $23{,}9 \cdot 1{,}5 = 35{,}85$ кН та $23{,}9 \cdot 3 = 71{,}7$ кН.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения**. З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер** ставимо 2, а в рядку **Имя** замість **Загружение 2** пишемо 2-снігове та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 84).

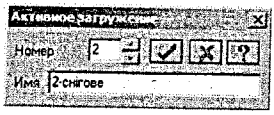


Рисунок 84

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**. Переходимо на закладку **Узлы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера узлов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**.

Виділяємо вузли 11 і 14, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок** (рис. 85).

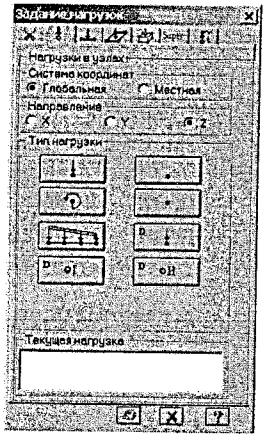


Рисунок 85

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** за замовчуванням вибраний напрямок по осі Z, де в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 85). Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 35.85 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 86). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 85) натискаємо кнопку **Применить**.

Рисунок 86

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним зосередженим навантаженням на верхній вузол колон (рис. 87).

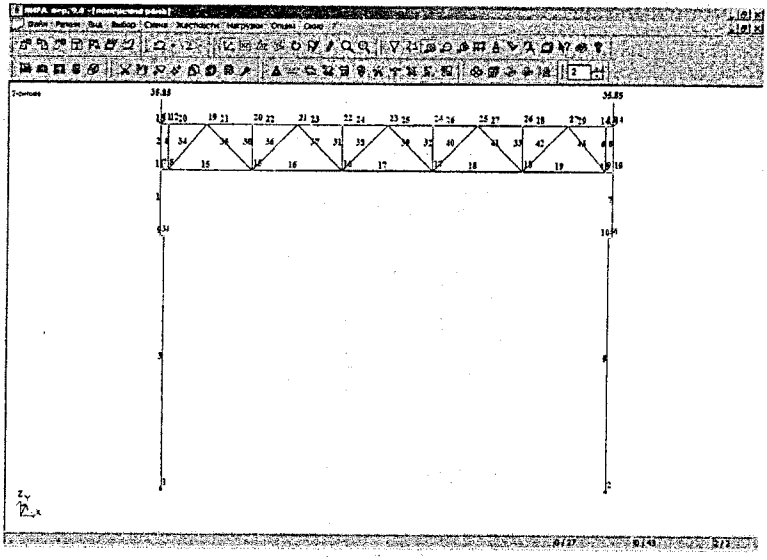


Рисунок 87

Виділяємо вузли 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 і 27, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок** (рис. 88).

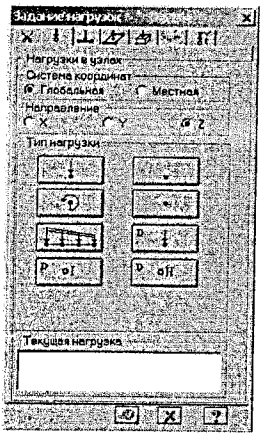


Рисунок 88

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** за замовчуванням вибраний напрямок по осі Z, де в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 88). Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 71.7 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 89). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 88) натискаємо кнопку **Применить**.

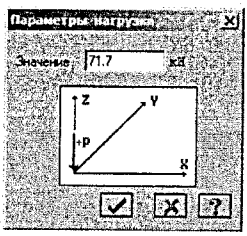


Рисунок 89

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним зосередженим навантаженням на верхній вузол колон та вузли верхнього пояса ферми (рис. 90).

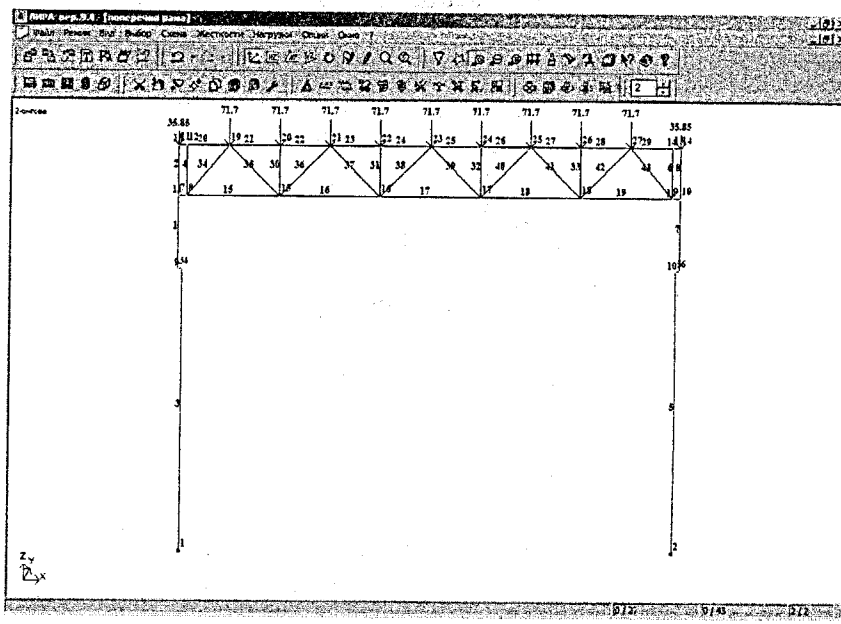


Рисунок 90

Згідно із завданням маємо прикладене до одної колони максимальне вертикальне кранове зосереджене навантаження від кранів зі значенням $D\max = 1977{,}3$ кН, а до другої колони прикладене мінімальне вертикальне кранове зосереджене навантаження від кранів зі значенням $D\min = 560{,}6$ кН.

З урахуванням відстані 0,75 м знаходимо максимальний і мінімальний моменти $M\max = 1977{,}3 \cdot 0{,}75 = 1483$ кН·м і $M\min = 560{,}6 \cdot 0{,}75 = 420{,}5$ кН·м, відповідно.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения**. З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер**

ставимо 3, а в рядку **Имя** замість **Загружение 3** пишемо 3-кран Dmax зліва та натискаємо кнопку **Подтвердить** ☑ (рис. 91).

Рисунок 91

Виділяємо верхній вузол 4 підкранової частини лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок** (рис. 92).

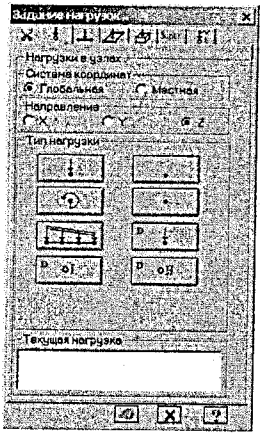


Рисунок 92

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** за замовчуванням вибраний напрямок по осі Z, де в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 92). Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 1977.3 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** ☑ (рис. 93). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 92) натискаємо кнопку **Применить**.

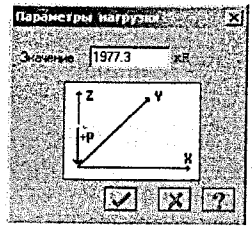


Рисунок 93

Виділяємо верхній вузол 5 підкранової частини правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** за замовчуванням вибраний напрямок по осі Z, де в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 94).

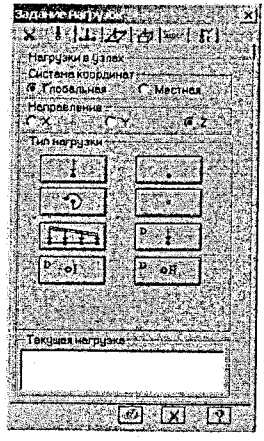


Рисунок 94

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 560.6 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 95). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 94) натискаємо кнопку **Применить**.

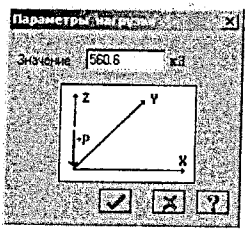


Рисунок 95

Виділяємо верхній вузол 4 підкранової частини лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції Y, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо момент (рис. 96).

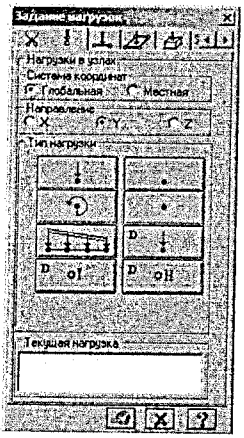


Рисунок 96

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення моменту -1483 кН · м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 97). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 96) натискаємо кнопку **Применить**.

Рисунок 97

Виділяємо верхній вузол 5 підкранової частини правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** у полі **Тип нагрузки** вибираємо момент (рис. 98).

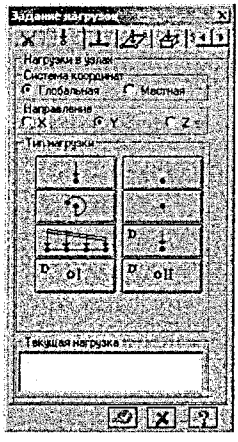


Рисунок 98

Відкривається вікно **Параметры нагрузки,** в якому вводимо значення моменту 420.5 кН $\cdot$ м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 99). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 98) натискаємо кнопку **Применить**.

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc.**

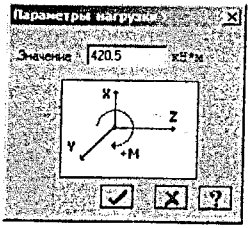


Рисунок 99

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеними зосередженими навантаженнями на верхні вузли 4 і 5 підкранової частини колон (рис. 100).

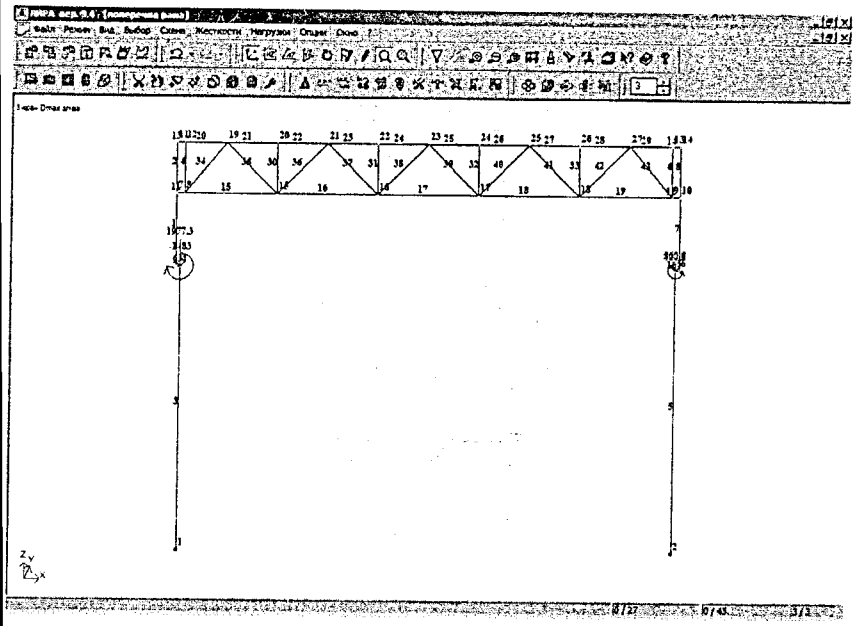


Рисунок 100

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения** . З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер**

ставимо 4, а в рядку **Имя** замість **Загружение 4** пишемо 4-кран Dmax справа та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 101).

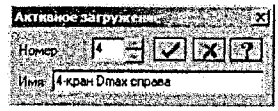


Рисунок 101

Виділяємо верхній вузол 4 підкранової частини лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок** (рис. 102).

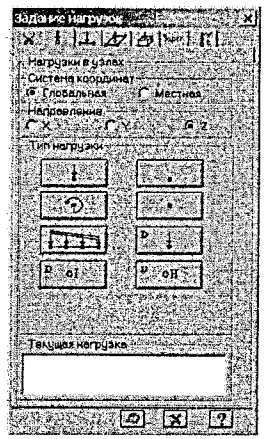


Рисунок 102

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** за замовчуванням вибраний напрямок по осі Z, де в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 102). Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 560.6 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 103). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 102) натискаємо кнопку **Применить**.

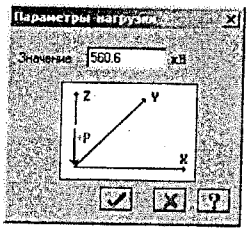


Рисунок 103

Виділяємо верхній вузол 5 підкранової частини правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** за замовчуванням вибраний напрямок по осі Z, де в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 104).

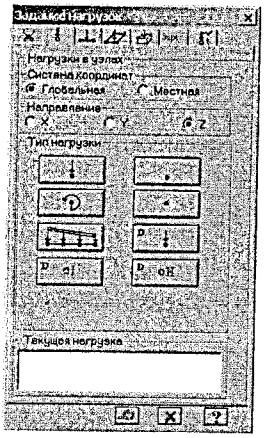


Рисунок 104

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 1977.3 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 105). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 104) натискаємо кнопку **Применить**.

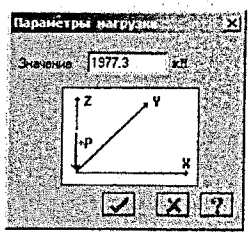


Рисунок 105

Виділяємо верхній вузол 4 підкранової частини лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції Y, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо момент (рис. 106).

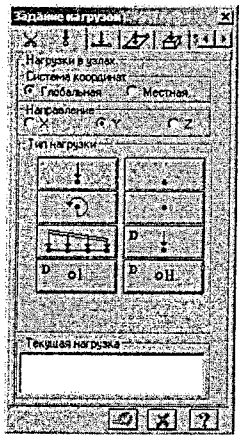


Рисунок 106

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення моменту -420.5 кН·м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 107). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 106) натискаємо кнопку **Применить**.

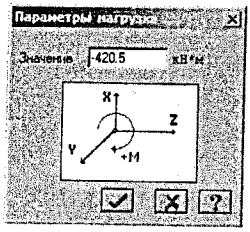


Рисунок 107

Виділяємо верхній вузол 5 підкранової частини правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** у полі **Тип нагрузки** вибираємо момент (рис. 108).

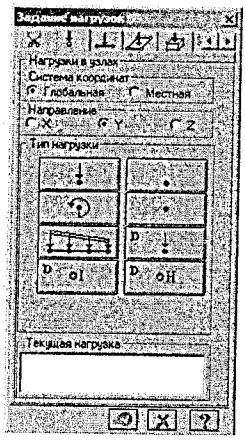


Рисунок 108

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення моменту 1483 кН · м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 109). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 108) натискаємо кнопку **Применить**.

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

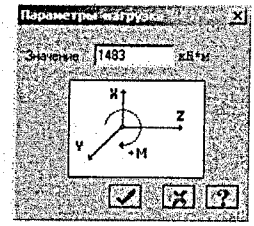


Рисунок 109

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеними зосередженими навантаженнями на верхні вузли 4 і 5 підкранової частини колон (рис. 110).

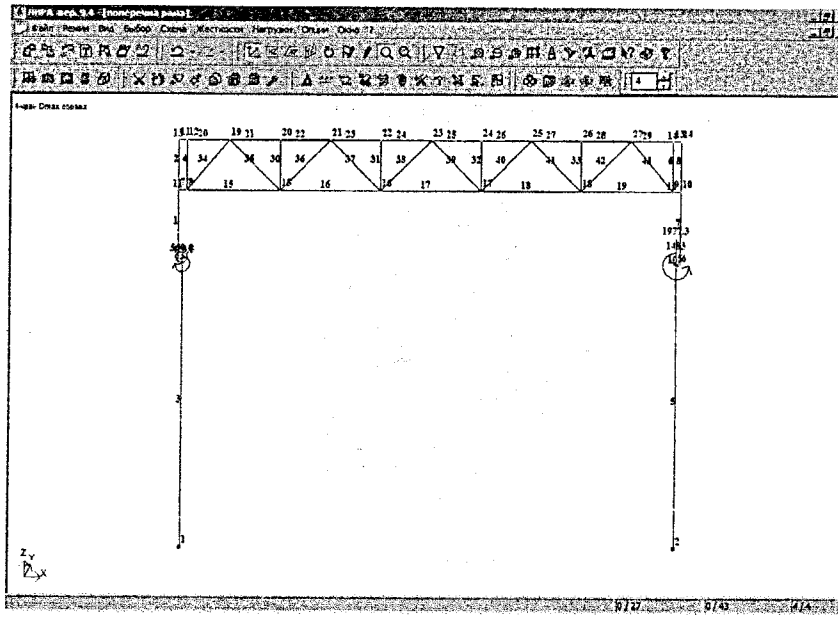


Рисунок 110

Згідно із завданням маємо максимальне горизонтальне кранове зосереджене навантаження на одну колону від кранів, яке складає $T\max = 197{,}73$ кН і мінімальне горизонтальне кранове зосереджене навантаження на другу

колону від кранів, яке складає $T\min = 26{,}23$ кН.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения**. З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер** ставимо 5, а в рядку **Имя** замість **Загружение 5** пишемо 5-кран Tmax зліва та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 111).

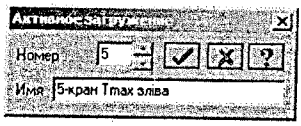


Рисунок 111

Виділяємо вертикальні елементи 1 і 7, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Добавить элемент**. З'являється діалогове вікно, в якому переходимо на закладку **Разделить на N равных частей**, де за замовчуванням введено значення 2 (рис. 112) та натискаємо кнопку **Применить**.

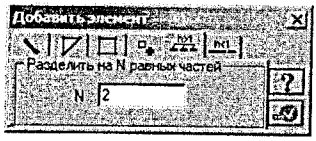


Рисунок 112

Визначимо розташування вузла, до якого прикладемо максимальне горизонтальне кранове зосереджене навантаження на одну колону від кранів, яке складає $T\max = 197{,}73$ кН і розташування вузла, до якого прикладемо мінімальне горизонтальне кранове зосереджене навантаження на другу колону від кранів, яке складає $T\min = 26{,}23$ кН. Для цього зробимо деякі обчислення: $17{,}8 - 0{,}17 - 16 = 1{,}63$м, $20{,}4 - 16 = 4{,}4$м, $4{,}4 - 1{,}63 = 2{,}77$м, $2{,}77 - 4{,}4/2 = 0{,}57$м, де 17,8 м – позначка верху головки підкранової рейки; 0,17 м – висота підкранової рейки; 16 м – позначка верху нижньої частини колон; 20,4 м – позначка низу ферми.

Виділяємо вузли 28 і 29 колон, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Викликаємо на панелі інструментів команду **Переместить выбранные объекты**. Відкривається діалогове вікно **Перемещение объектов**. За замовчуванням з'являється закладка **Перемещение по параметрам**, в якій задаємо $dZ = -0.57$ м (рис. 113) та натискаємо кнопку **Применить**.

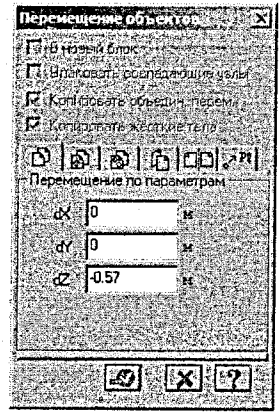


Рисунок 113

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Знімаємо виділення з об'єктів шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Виділяємо вузол 28 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 114).

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 197.73 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 115). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 114) натискаємо кнопку

Применить.

Рисунок 114

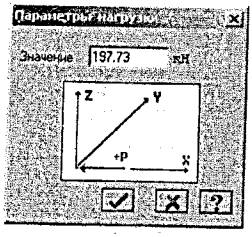


Рисунок 115

Виділяємо вузол 29 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 116).

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення

навантаження 26.23 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** ☑ (рис. 117). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 116) натискаємо кнопку **Применить** ☑.

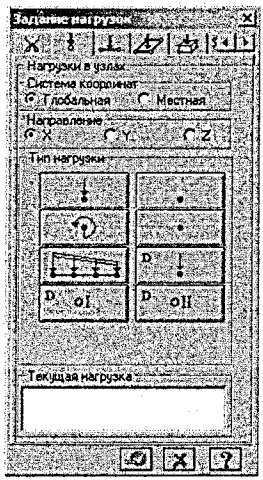


Рисунок 116

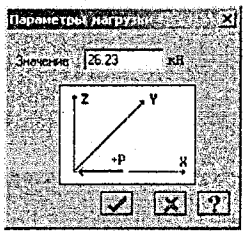


Рисунок 117

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним зосередженим навантаженням на вузол 28 лівої колони і вузол 29 правої колони (рис. 118).

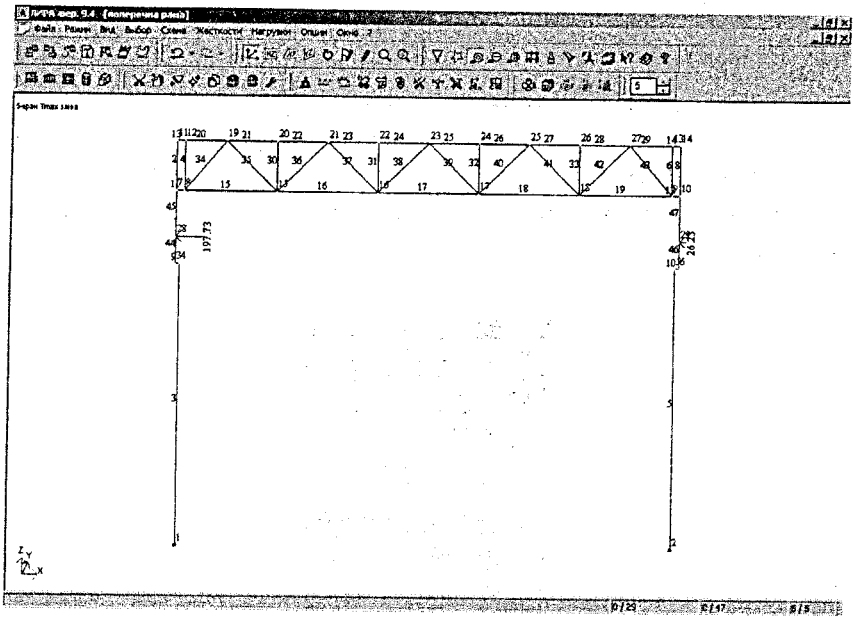


Рисунок 118

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения**. З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер** ставимо 6, а в рядку **Имя** замість **Загружение 6** пишемо 6-кран Tmax справа та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 119).

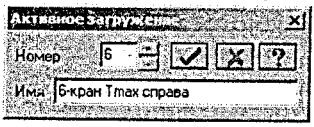


Рисунок 119

Виділяємо вузол 28 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и**

элементы . З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 120).

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 26.23 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 121). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 120) натискаємо кнопку **Применить**.

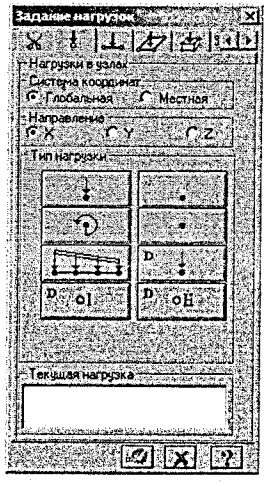


Рисунок 120

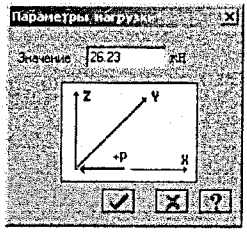


Рисунок 121

Виділяємо вузол 29 правої колони, попередньо натиснувши на панелі

інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 122).

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 197.73 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 123). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 122) натискаємо кнопку **Применить**.

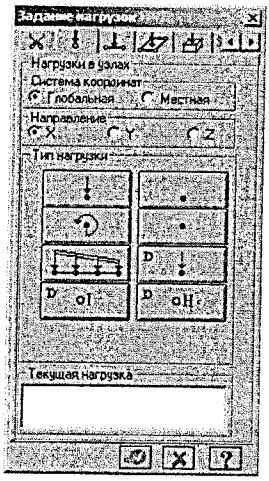


Рисунок 122

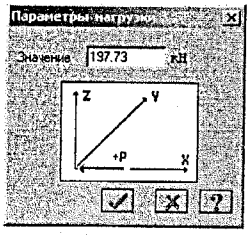


Рисунок 123

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним зосередженим навантаженням на вузол 28 лівої колони і вузол 29 правої колони (рис. 124).

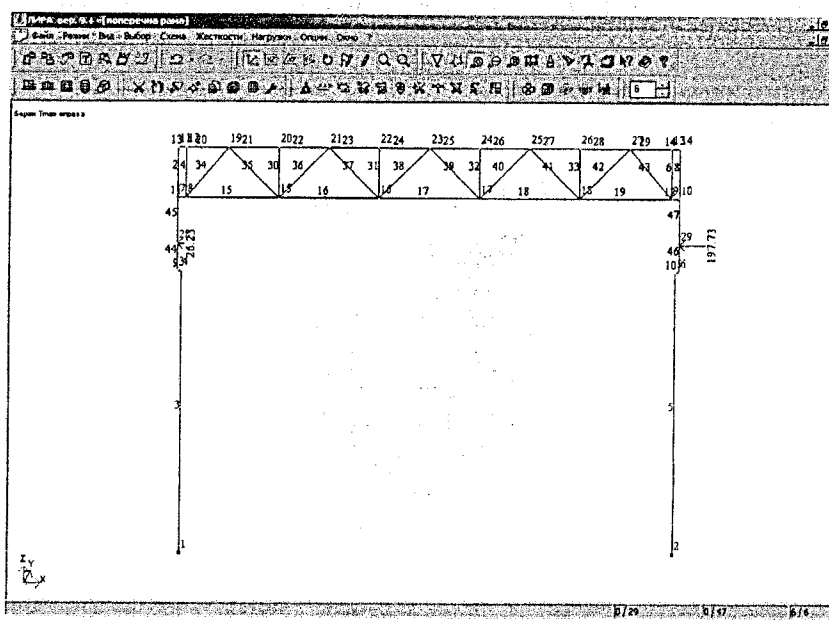


Рисунок 124

Згідно із завданням маємо варіант діагонально прикладеного максимального горизонтального кранового зосередженого навантаження на одну колону від кранів, яке складає $T\max = -235{,}45$ кН і мінімального горизонтального кранового зосередженого навантаження на другу колону від кранів, яке складає $T\min = -94{,}31$ кН.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения** . З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер** ставимо 7, а в рядку **Имя** замість **Загружение 7** пишемо 7-кран Tmax зліва

та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 125).

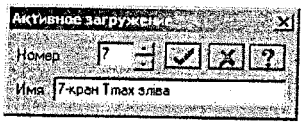


Рисунок 125

Виділяємо вузол 28 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 126).

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження –235,45 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 127). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 126) натискаємо кнопку **Применить**.

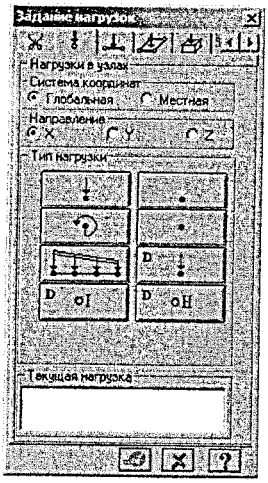


Рисунок 126

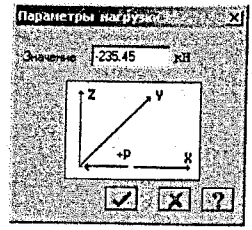


Рисунок 127

Виділяємо вузол 29 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 128).

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження –94.31 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 129). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 128) натискаємо кнопку **Применить**.

Рисунок 128

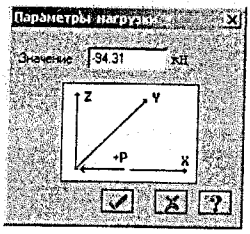


Рисунок 129

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним зосередженим навантаженням на вузол 28 лівої колони і вузол 29 правої колони (рис. 130).

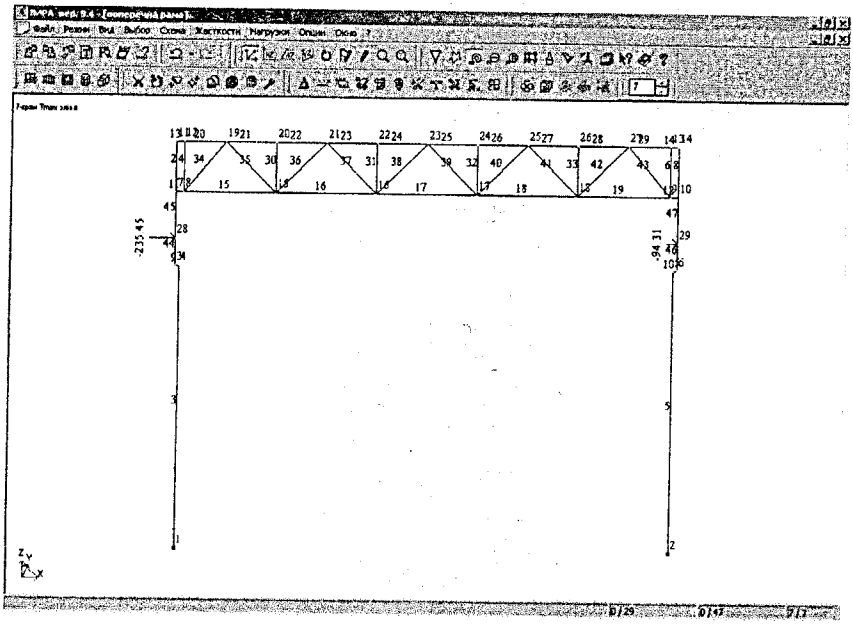


Рисунок 130

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения** .

З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер** ставимо 8, а в рядку **Имя** замість **Загружение 8** пишемо 8-кран Tmax справа та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 131).

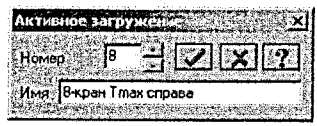


Рисунок 131

Виділяємо вузол 28 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 132).

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження –94.31 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 133). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 132) натискаємо кнопку **Применить**.

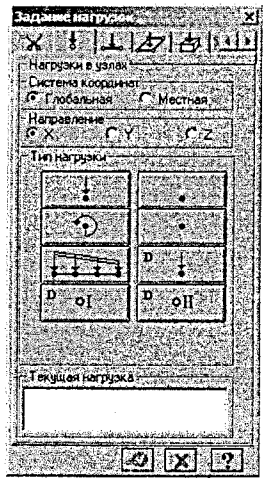


Рисунок 132

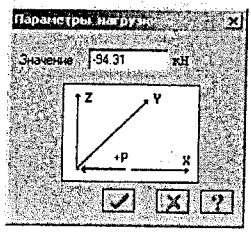


Рисунок 133

Виділяємо вузол 29 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 134).

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження –235.45 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 135). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 134) натискаємо кнопку **Применить**.

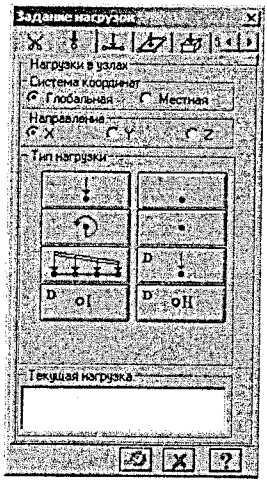


Рисунок 134

Рисунок 135

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc.**

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним зосередженим навантаженням на вузол 28 лівої колони і вузол 29 правої колони (рис. 136).

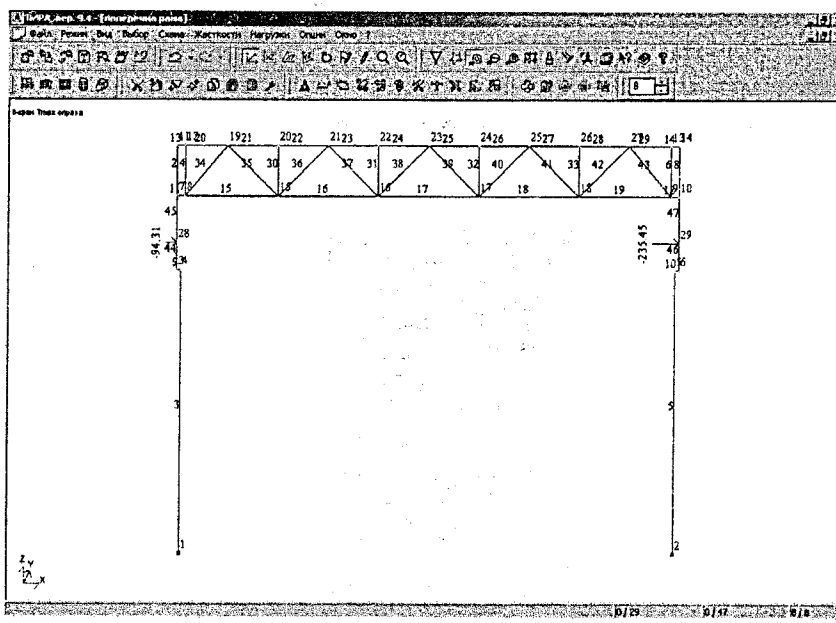


Рисунок 136

Згідно із завданням маємо прикладене до одної колони короткочасно

діюче розподілене навантаження від вітру з навітряної сторони, яке складає 2,86 кН/м на висоті 5 м, 3,71 кН/м на висоті 10 м, 4,86 кН/м на висоті 20 м, а до другої колони прикладене короткочасно діюче розподілене навантаження від вітру з підвітряної сторони, яке складає 1,97 кН/м на висоті 5 м, 2,55 кН/м на висоті 10 м, 3,31 кН/м на висоті 20 м.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения**. З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер** ставимо 9, а в рядку **Имя** замість **Загружение 9** пишемо 9-вітрове зліва та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 137).

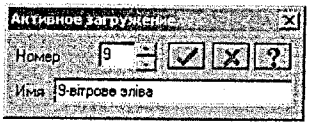


Рисунок 137

Переходимо на площинний вигляд поперечної рами шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Проекция на XOZ**.

Виділяємо вертикальні елементи 3 і 5, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Добавить элемент**. З'являється діалогове вікно, в якому переходимо на закладку **Разделить на N равных частей**, де замість введеного за замовчуванням значення 2 пишемо 3 (рис. 138) та натискаємо кнопку **Применить**.

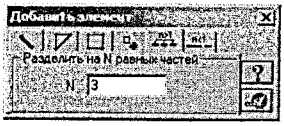


Рисунок 138

Виділяємо вертикальні елементи 45 і 47, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Добавить элемент** замість введеного значення 3 пишемо 2 (рис. 139) та натискаємо кнопку **Применить**.

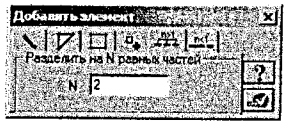


Рисунок 139

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Виділяємо вузли 30 і 32 колон, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Викликаємо на панелі інструментів команду **Переместить выбранные объекты**. Відкривається діалогове вікно **Перемещение объектов**. За замовчуванням з'являється закладка **Перемещение по параметрам**, в якій задаємо $dZ = 0.33$ м (рис. 140) та натискаємо кнопку **Применить**.

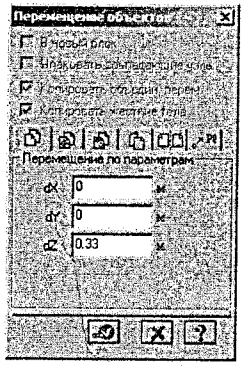


Рисунок 140

Знімаємо виділення з об'єктів шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Виділяємо вузли 31 і 33 колон, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Перемещение объектов** в закладці **Перемещение**

по параметрам задаємо $dZ = -0.34$ м (рис. 141) та натискаємо кнопку **Применить**.

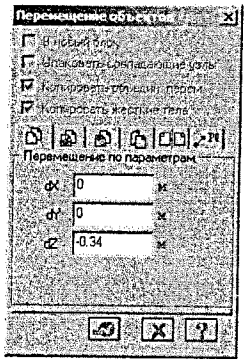


Рисунок 141

Знімаємо виділення з об'єктів шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Виділяємо вузли 34 і 35 колон, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Перемещение объектов** в закладці **Перемещение по параметрам** задаємо $dZ = 0.99$ м (рис. 142) та натискаємо кнопку **Применить**.

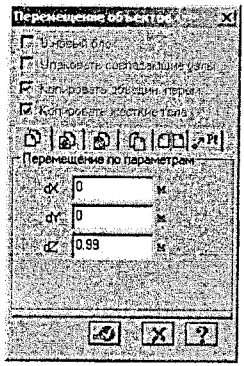


Рисунок 142

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Знімаємо виділення з об'єктів шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Виділяємо вертикальні елементи 48 і 51, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Добавить элемент**. З'являється діалогове вікно, в якому переходимо на закладку **Разделить на N равных частей**, де за замовчуванням залишаємо 2 (рис. 143) та натискаємо кнопку **Применить**.

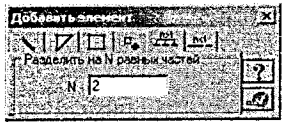


Рисунок 143

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Виділяємо вузли 36 і 37 колон, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Викликаємо на панелі інструментів команду **Переместить выбранные объекты**. Відкривається діалогове вікно **Перемещение объектов**. За замовчуванням з'являється закладка **Перемещение по параметрам**, в якій задаємо $dZ = -2$ м (рис. 144) та натискаємо кнопку **Применить**.

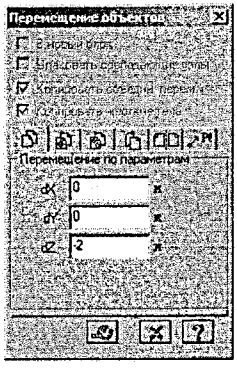


Рисунок 144

Знімаємо виділення з об'єктів шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами зі скорегованою координатою Z вузлів 30 і 32, 31 і 33, 34 і 35, 36 і 37 (рис. 145).

Виділяємо вертикальний елемент 59 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому переходимо на закладку **Нагрузки на стержни**, де у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо рівномірно розподілене навантаження (рис. 146).

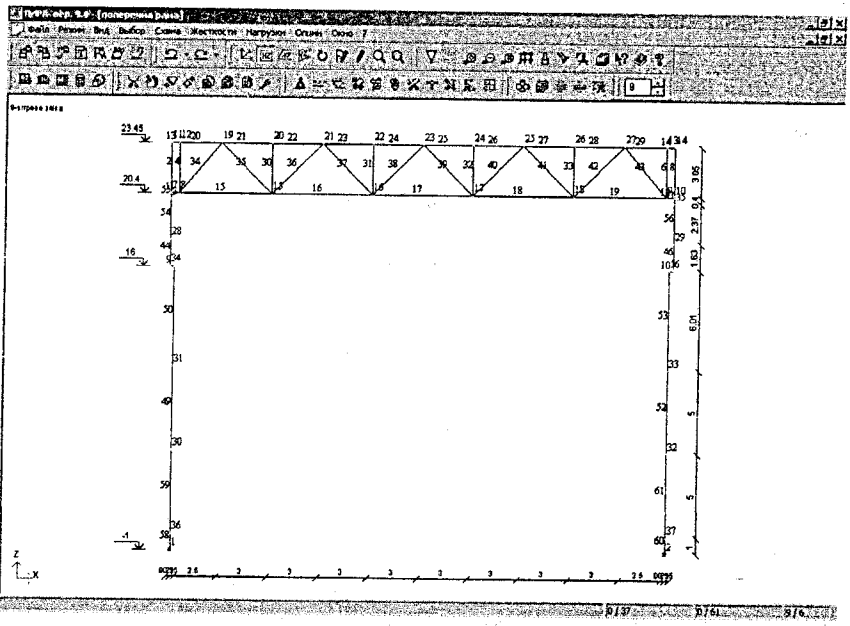


Рисунок 145

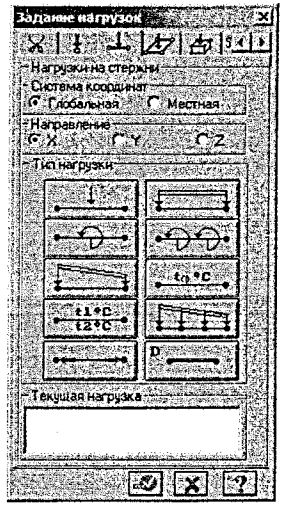


Рисунок 146

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження – 2.86 кН/м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 147). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 146) натискаємо кнопку **Применить**.

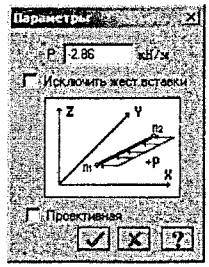


Рисунок 147

Виділяємо вертикальний елемент 61 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо рівномірно розподілене навантаження (рис. 148).

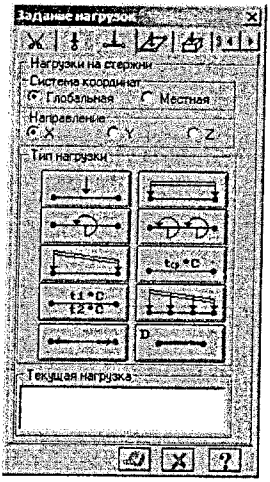


Рисунок 148

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження -1.97 кН/м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 149). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 148) натискаємо кнопку **Применить**.

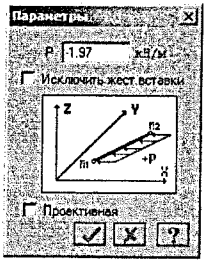


Рисунок 149

Виділяємо вертикальний елемент 49 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо рівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 150).

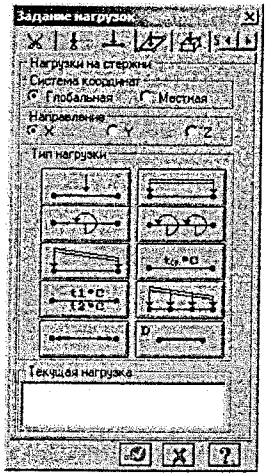


Рисунок 150

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 151). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 150) натискаємо кнопку **Применить**.

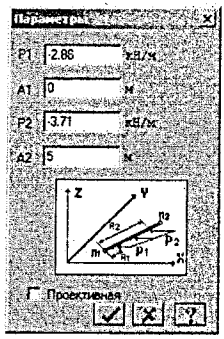


Рисунок 151

Виділяємо вертикальний елемент 52 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції

(рис. 152).

Рисунок 152

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою та натискаємо кнопку **Подтвердить** ☑ (рис. 153). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 152) натискаємо кнопку **Применить** .

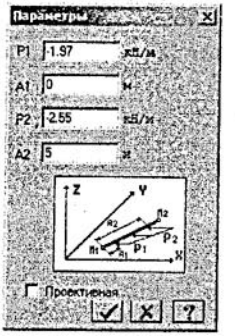


Рисунок 153

Виділяємо вертикальні елементи 50, 44 і 54 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** .

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки**

вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 154).

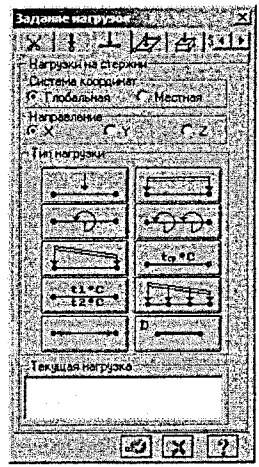


Рисунок 154

Відкривається вікно **Неравномерная нагрузка**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою, ставимо позначку • напроти позиції **Вдоль оси Z** та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 155). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 154) натискаємо кнопку **Применить**.

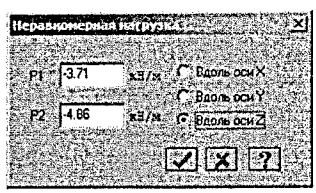


Рисунок 155

Виділяємо вертикальні елементи 53, 46 і 56 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки**

вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 156).

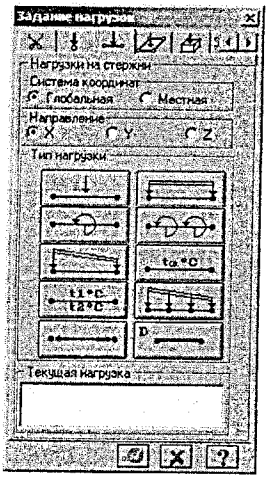


Рисунок 156

Відкривається вікно **Неравномерная нагрузка**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою, ставимо позначку • напроти позиції **Вдоль оси Z** та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 157). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 156) натискаємо кнопку **Применить**.

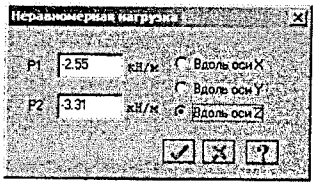


Рисунок 157

Виділяємо вертикальні елементи 55 і 2 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 158).

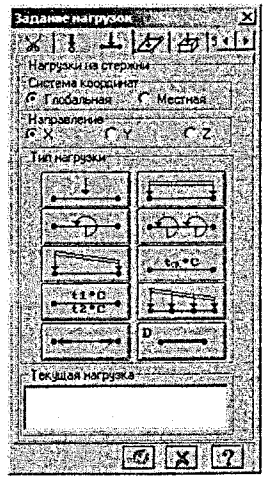


Рисунок 158

Відкривається вікно **Неравномерная нагрузка**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою, ставимо позначку • напроти позиції **Вдоль оси Z** та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 159). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 158) натискаємо кнопку **Применить**.

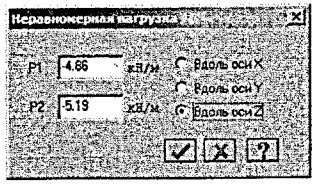


Рисунок 159

Виділяємо вертикальні елементи 57 і 8 правої колони, попередньо

натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 160).

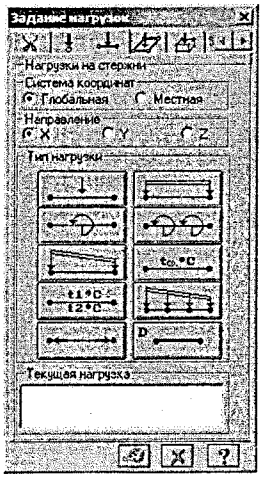


Рисунок 160

Відкривається вікно **Неравномерная нагрузка**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою, ставимо позначку • напроти позиції **Вдоль оси Z** та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 161). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 160) натискаємо кнопку **Применить**.

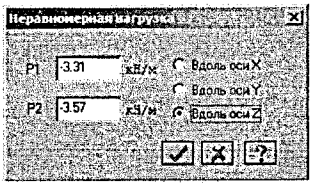


Рисунок 161

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Виділяємо вузол 11 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 162).

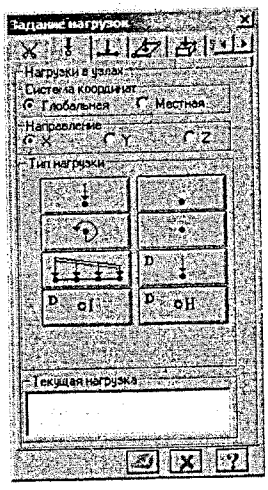


Рисунок 162

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження –15.9 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 163). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 162) натискаємо кнопку **Применить**.

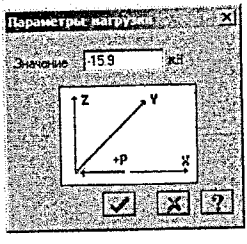


Рисунок 163

Виділяємо вузол 14 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 164).

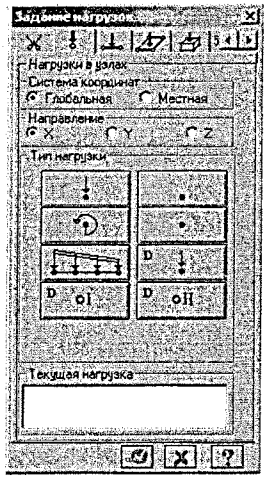


Рисунок 164

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження –10.9 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 165). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 164) натискаємо кнопку **Применить**.

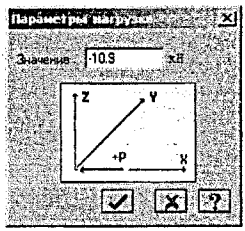


Рисунок 165

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки

Esc.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним розподіленим навантаженням на вертикальні елементи колон (рис. 166).

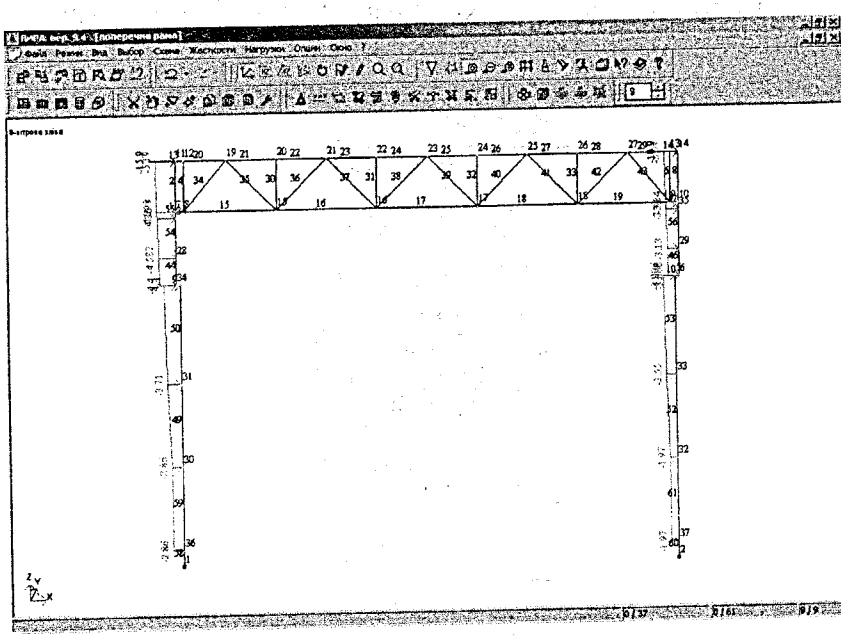


Рисунок 166

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения**. З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер** ставимо 10, а в рядку **Имя** замість **Загружение 10** пишемо 10-вітрове справа та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 167).

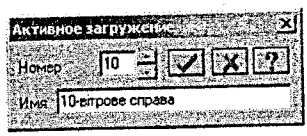


Рисунок 167

Виділяємо вертикальний елемент 59 лівої колони, попередньо

натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому переходимо на закладку **Нагрузки на стержни**, де у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо рівномірно розподілене навантаження (рис. 168).

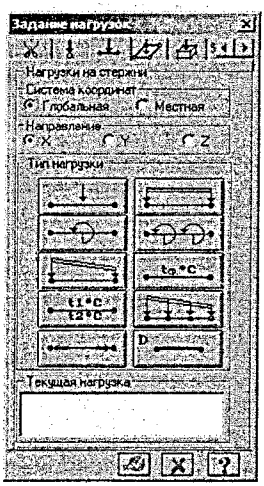


Рисунок 168

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження 1.97 кН/м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 169). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 168) натискаємо кнопку **Применить**.

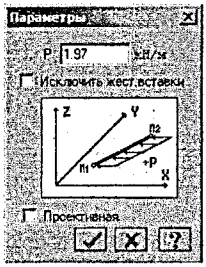


Рисунок 169

Виділяємо вертикальний елемент 61 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо рівномірно розподілене навантаження (рис. 170).

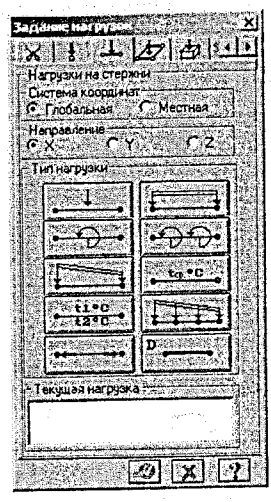


Рисунок 170

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження 2.86 кН/м і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 171). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 170) натискаємо кнопку **Применить**.

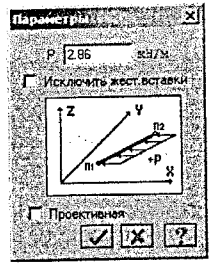


Рисунок 171

Виділяємо вертикальний елемент 49 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо рівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 172).

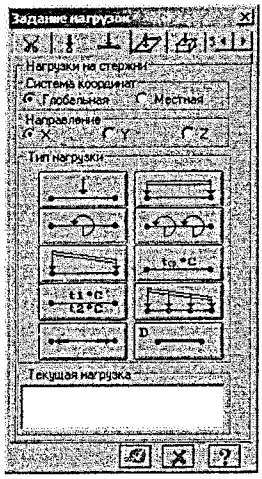


Рисунок 172

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 173). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 172) натискаємо кнопку **Применить**.

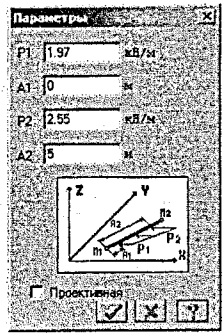


Рисунок 173

Виділяємо вертикальний елемент 52 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 174).

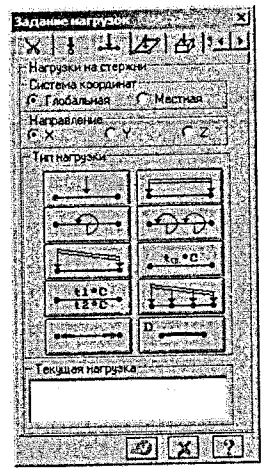


Рисунок 174

Відкривається вікно **Параметры**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 175). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 174) натискаємо кнопку **Применить**.

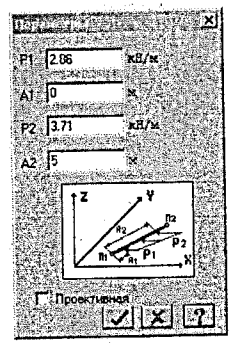


Рисунок 175

Виділяємо вертикальні елементи 50, 44 і 54 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 176).

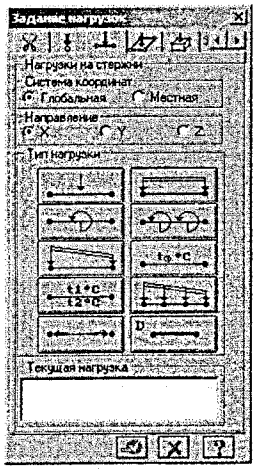


Рисунок 176

Відкривається вікно **Неравномерная нагрузка**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою, ставимо позначку • напроти позиції **Вдоль оси Z** та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 177). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 176) натискаємо кнопку **Применить**.

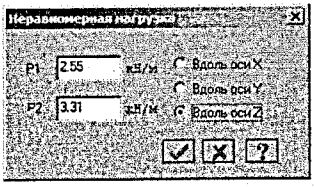


Рисунок 177

Виділяємо вертикальні елементи 53, 46 і 56 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 178).

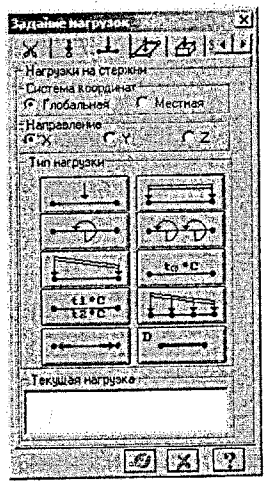


Рисунок 178

Відкривається вікно **Неравномерная нагрузка**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою, ставимо позначку • напроти позиції **Вдоль оси Z** та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 179). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 178) натискаємо кнопку **Применить**.

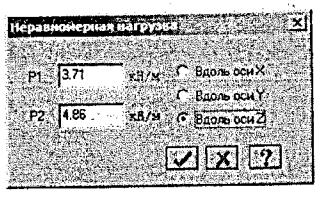


Рисунок 179

Виділяємо вертикальні елементи 55 і 2 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 180).

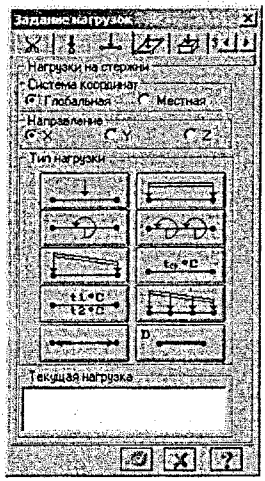


Рисунок 180

Відкривається вікно **Неравномерная нагрузка**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою, ставимо позначку • напроти позиції **Вдоль оси Z** та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 181). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 180) натискаємо кнопку **Применить**.

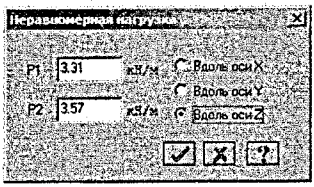


Рисунок 181

Виділяємо вертикальні елементи 57 і 8 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо нерівномірно розподілене навантаження у формі трапеції (рис. 182).

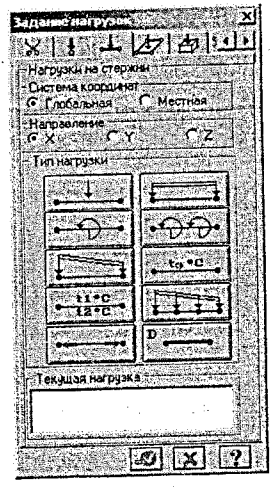


Рисунок 182

Відкривається вікно **Неравномерная нагрузка**, в якому вводимо значення навантаження трапецієподібною ділянкою, ставимо позначку • напроти позиції **Вдоль оси Z** та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 183). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 182) натискаємо кнопку **Применить**.

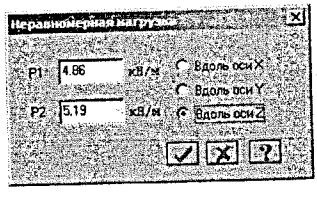


Рисунок 183

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки

Esc.

Виділяємо вузол 11 лівої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Нагрузки на узлы и элементы**. З'являється діалогове вікно **Задание нагрузок**, в якому у полі **Направление** ставимо позначку • напроти позиції X, а в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 184).

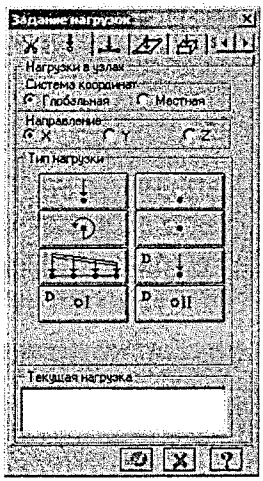


Рисунок 184

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 10.9 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 185). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 184) натискаємо кнопку **Применить**.

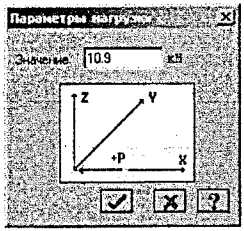


Рисунок 185

Виділяємо вузол 14 правої колони, попередньо натиснувши на панелі інструментів кнопку **Отметка узлов**.

В діалоговому вікні **Задание нагрузок** в полі **Тип нагрузки** вибираємо вузлове навантаження (рис. 186).

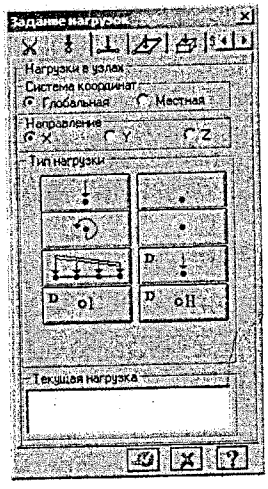


Рисунок 186

Відкривається вікно **Параметры нагрузки**, в якому вводимо значення навантаження 15.9 кН і натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 187). В діалоговому вікні **Задание нагрузок** (рис. 186) натискаємо кнопку **Применить**.

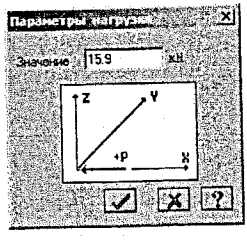


Рисунок 187

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті отримаємо схему поперечної рами з прикладеним розподіленим навантаженням на вертикальні елементи колон (рис. 188).

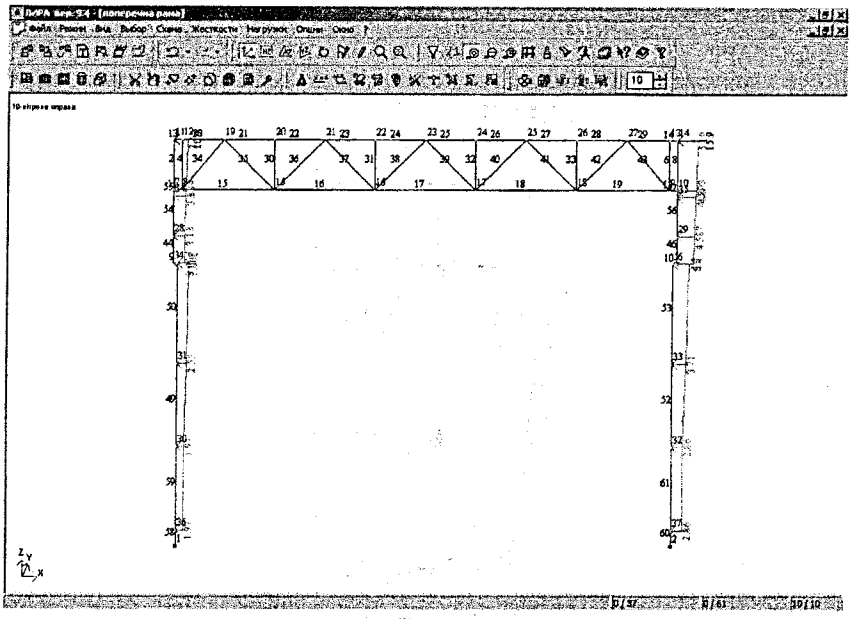


Рисунок 188

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выбор загружения**. З'являється діалогове вікно **Активное загружение**, де в рядку **Номер** ставимо 1 та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 189).

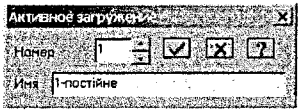


Рисунок 189

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Информация об узле или элементе** та клацаємо по вертикальному елементу 58 лівої колони. З'являється діалогове вікно, в якому в полі **Нагрузки** вибираємо перший рядок, який вказує на постійно діюче рівномірно розподілене навантаження від власної ваги стінових панелей, натискаємо кнопку **Удалить** і кнопку **Применить** (рис. 190).

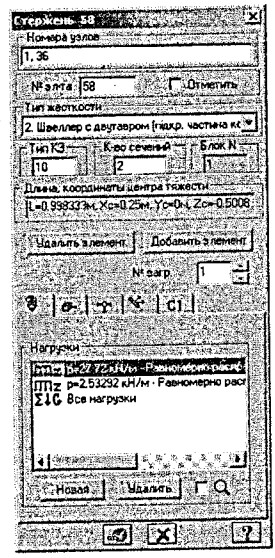


Рисунок 190

Аналогічно виконуємо для вертикального елемента 60 правої колони, звільнюючи його від стінових панелей.

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Формування РСУ

Натискаємо **Нагрузки ► РСУ ► Генерация таблицы РСУ**. З'являється діалогове вікно **Расчетные сочетания усилий**, в якому в полі **Строительные нормы** вибираємо **ДБН В.1.2-2:2006**, а в полі **Вид загружения** вказуємо **Постоянное (0)** і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 191).

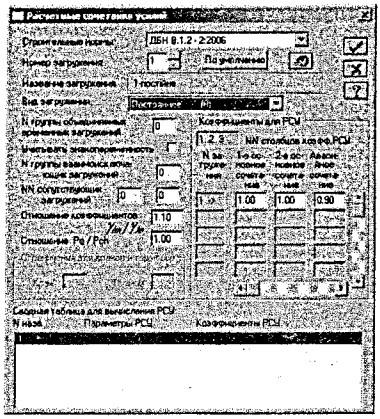


Рисунок 191

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Кратковременное (2)**, в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} вказуємо 2.04, а в полі **Отношение** P_q/P_{ch} пишемо 0.3 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 192).

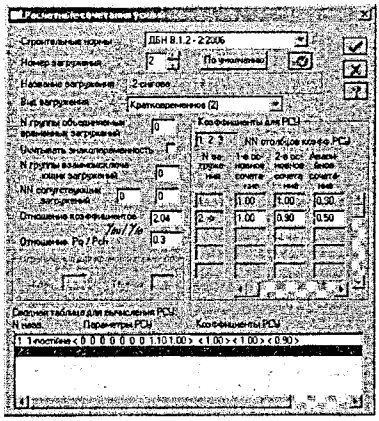


Рисунок 192

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Крановое (3)**, в полі **N группы взаимоисключающих загружений** пишемо 1, біля позиції **NN сопутствующих загружений** в

першому рядку вказуємо 5, в другому 7, в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} залишаємо 1.1, а в полі **Отношение** P_q/P_{ch} пишемо 0.6 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 193).

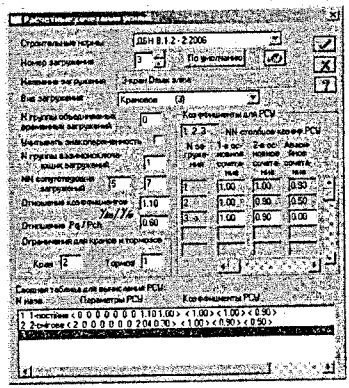


Рисунок 193

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Крановое (3)**, в полі **N группы взаимоисключающих загружений** пишемо 1, біля позиції **NN сопутствующих загружений** в першому рядку вказуємо 6, в другому 8, в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} залишаємо 1.1, а в полі **Отношение** P_q/P_{ch} пишемо 0.6 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 194).

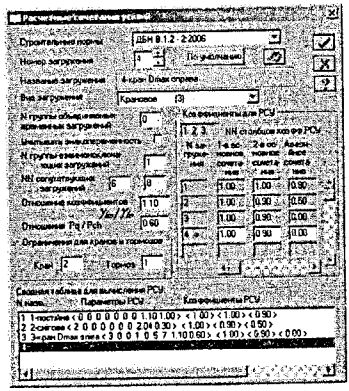


Рисунок 194

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Тормозное (4)**, ставимо позначку ✓ напроти позиції **Учитывать знакопеременность**, а в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} залишаємо 1.1 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 195).

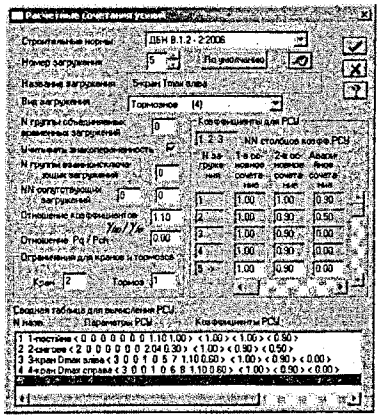


Рисунок 195

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Тормозное (4)**, ставимо позначку ✓ напроти позиції **Учитывать знакопеременность**, а в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} залишаємо 1.1 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 196).

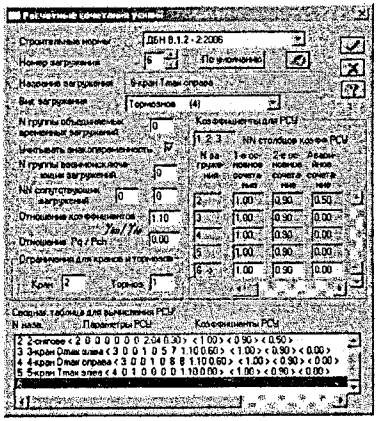


Рисунок 196

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Тормозное (4)**, ставимо позначку ✓ напроти позиції **Учитывать знакопеременность**, а в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} залишаємо 1.1 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 197).

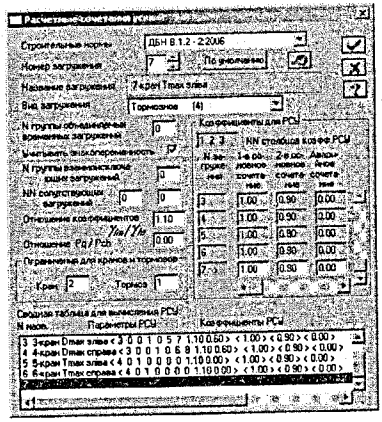


Рисунок 197

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Тормозное (4)**, ставимо позначку ✓ напроти позиції **Учитывать знакопеременность**, а в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} залишаємо 1.1 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 198).

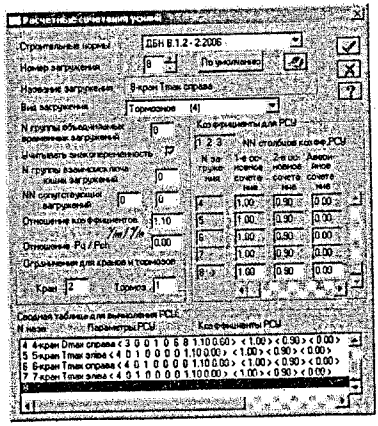


Рисунок 198

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Кратковременное (2)**, в полі **N группы взаимоисключающих загружений** пишемо 2, а в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} вказуємо 4.77 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 199).

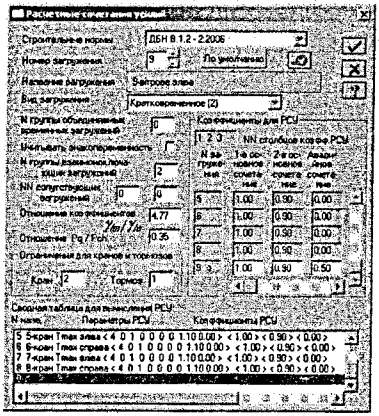


Рисунок 199

В діалоговому вікні **Расчетные сочетания усилий** в полі **Вид загружения** вибираємо **Кратковременное (2)**, в полі **N группы взаимоисключающих загружений** пишемо 2, а в полі **Отношение коэффициентов** γ_{fm}/γ_{fe} вказуємо 4.77 і натискаємо кнопку **Применить** (рис. 200).

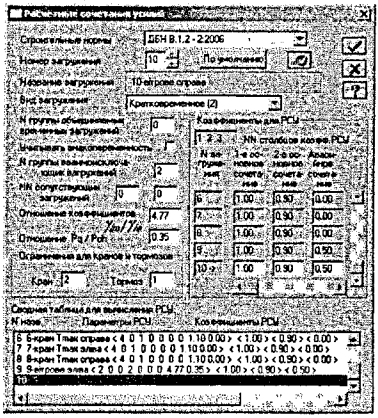


Рисунок 200

Натискаємо кнопку **Подтвердить** ☑.

Розрахунок

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выполнить расчет** . Якщо дані введені коректно, то програма не зупиняється в процесі розрахунку, якщо були допущені помилки – програма в протоколі розрахунку виводить **ЗАДАНИЕ НЕ ВЫПОЛНЕНО**. В такому випадку потрібно скорегувати дані і повторно натиснути на панелі інструментів кнопку **Выполнить расчет** .

Візуалізація результатів розрахунку

Після правильного виконання розрахунку стає активною на панелі інструментів кнопка **Визуализация результатов расчета** . Натискаємо її та переходимо в режим візуалізації результатів розрахунку. Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** .

За замовчуванням з'являється деформована схема (**deformed chart**) поперечної рами (рис. 201).

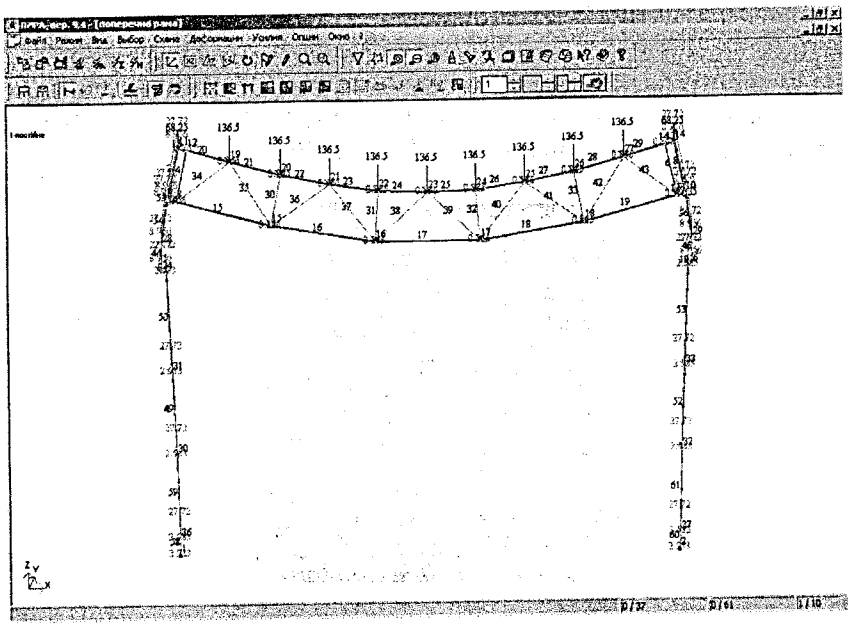


Рисунок 201

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходная схема** і отримаємо вихідну схему (**initial chart**) поперечної рами (рис. 202).

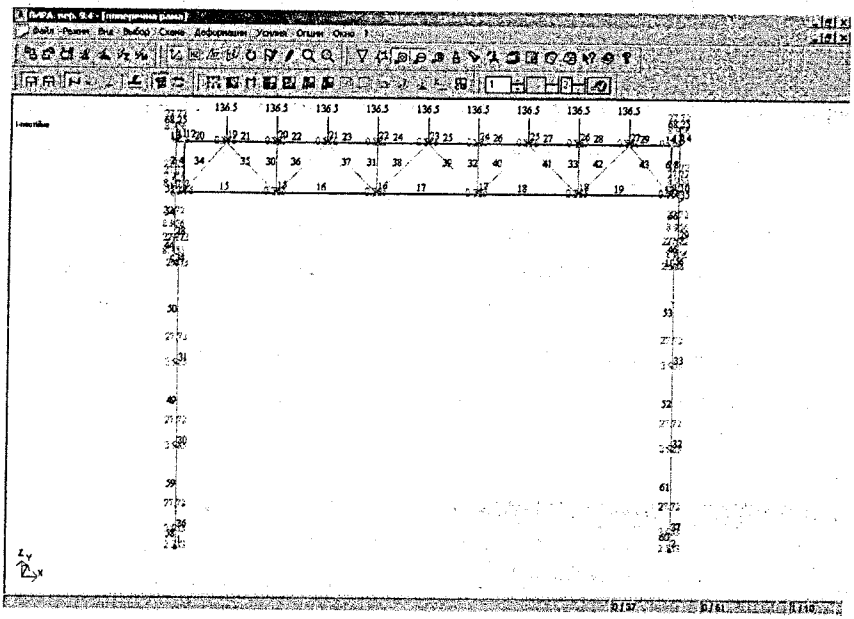


Рисунок 202

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходная + деформированная** і отримаємо одночасно вихідну та деформовану схеми поперечної рами (рис. 203).

Отримання кольорового та числового зображення переміщень вузлів (**moving of knots**) поперечної рами здійснюємо шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Мозаика перемещений**, в результаті чого за замовчуванням справа з'являється вертикальна панель кнопок, за допомогою яких можна вивести дві мозаїки лінійних (X, Z) та одну мозаїку кутових (U_Y) переміщень вузлів.

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер**.

Перехід на 1-постійне, 2-снігове та ін. завантаження здійснюємо шляхом введення відповідного **номера загружения** в окремому вікні на панелі інструментів і натискаємо кнопку **Применить**. Цифра 2, яка введена в цьому вікні означає перехід на завантаження 2-снігове. Оскільки в даному завантаженні діє вертикальне навантаження, то натискаємо на вертикальній панелі інструментів кнопку **Мозаика перемещений по Z(G)** і отримаємо схему поперечної рами з кольоровим і числовим зображенням переміщень вузлів (рис. 204).

Сума максимальних переміщень по осі Z середнього вузла ферми від сумарної дії двох завантажень: 1 - постійне + 2 - снігове виявилась в межах норм і склала 51,9 + 24,9 = 76,8 мм. Отже, жорсткість ферми забезпечена.

Повторним натисканням кнопки **Мозаика перемещений по Z(G)** і кнопки **Исходная схема** повертаємось до вихідної схеми поперечної рами (рис. 205).

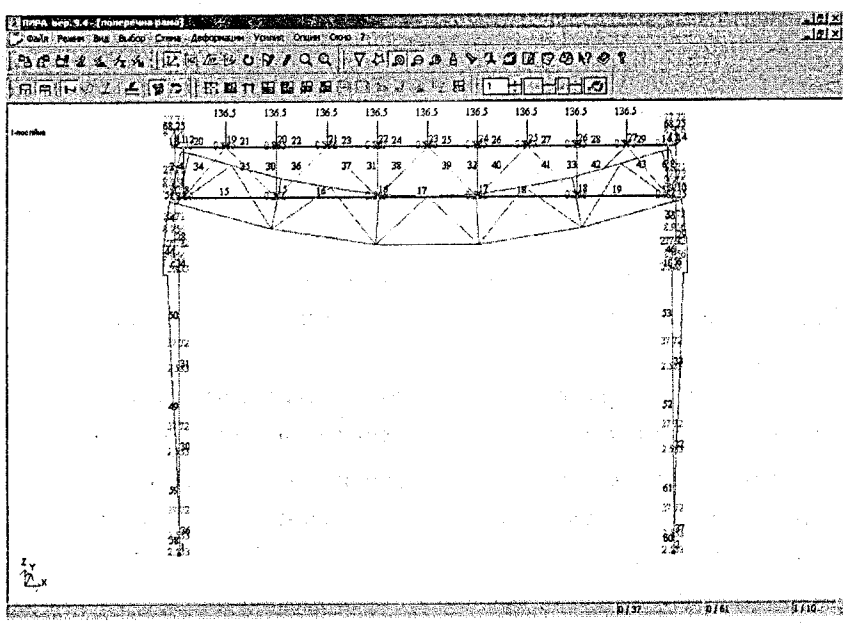


Рисунок 203

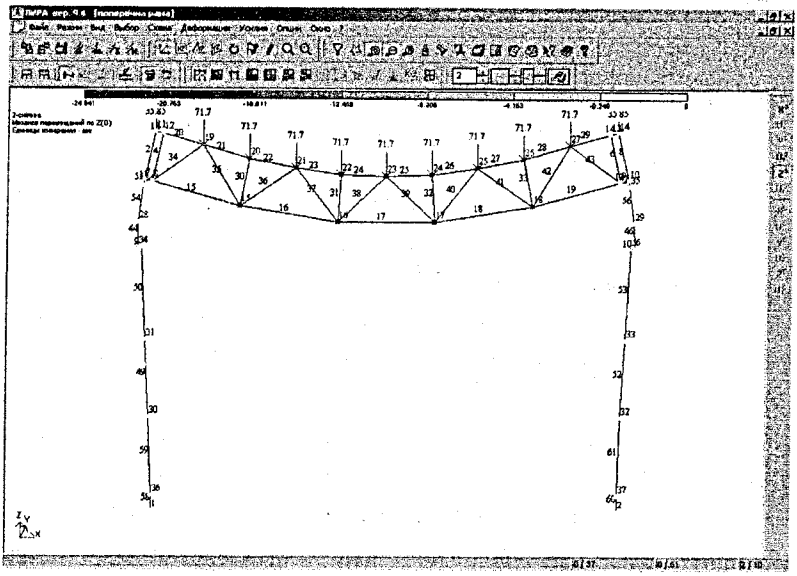


Рисунок 204

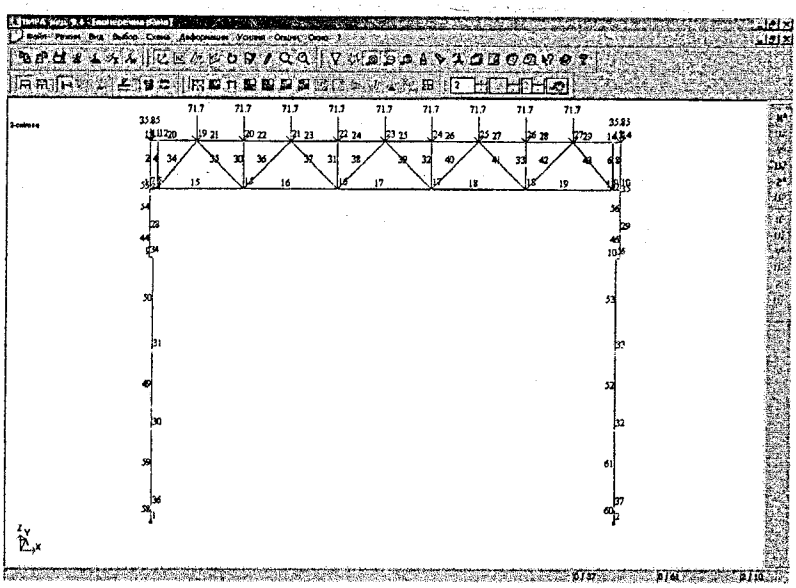


Рисунок 205

Вибираємо на панелі інструментів кнопку **Исходная + деформированная**, змінюємо **номера загружения** в окремому вікні і клацаємо кнопку **Применить**. В результаті отримаємо одночасно вихідну і деформовану схеми поперечної рами від інших завантажень (рис. 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214).

Здійснюємо перехід на 1-постійне завантаження шляхом введення 1 для **номера загружения** в окремому вікні на панелі інструментів і натискаємо кнопку **Применить**.

Отримання кольорового та числового зображення епюр зусиль в елементах (**efforts are in elements**) здійснюємо шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Эпюры усилий в стержнях**, в результаті чого за замовчуванням внизу з'являється горизонтальна панель кнопок, за допомогою яких можна вивести епюри N, Q_z і M_y та мозаїки N, Q_z і M_y.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**. Переходимо на закладку **Общие**, в якій забираємо позначку ✓ напроти позиції **Величины нагрузок** і натискаємо кнопку **Перерисовать**.

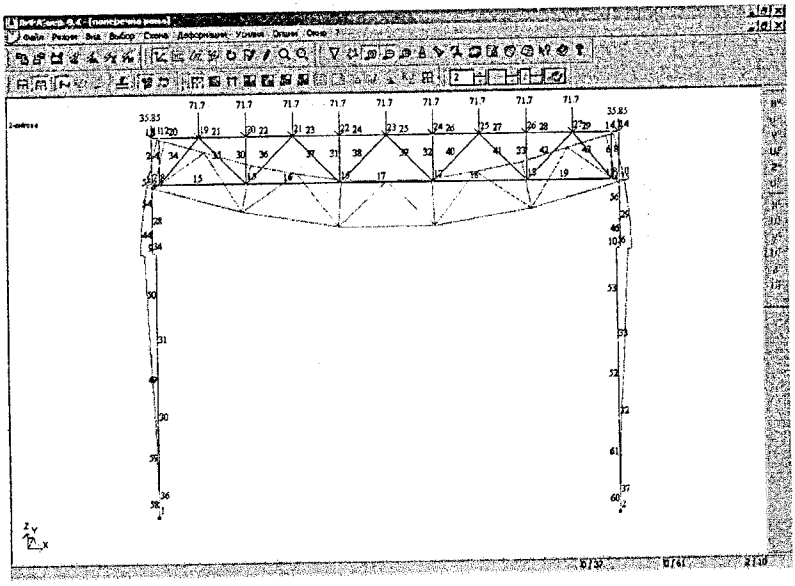


Рисунок 206

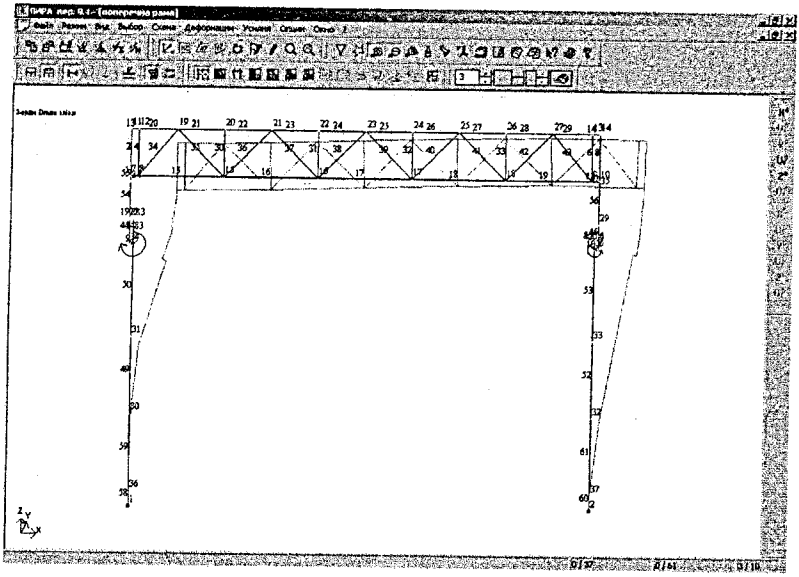


Рисунок 207

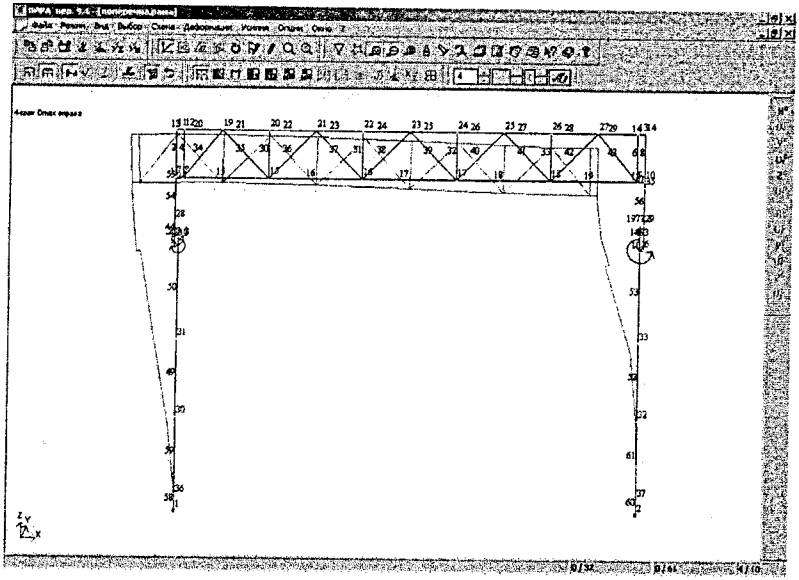


Рисунок 208

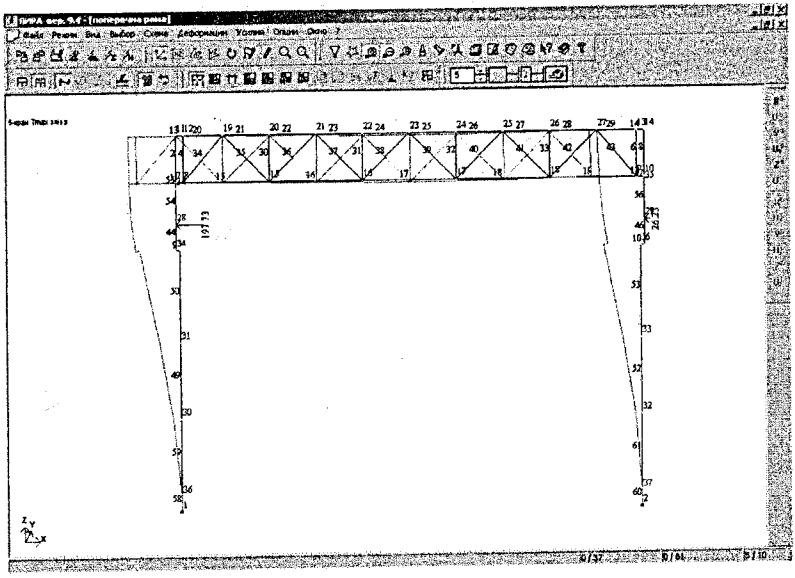


Рисунок 209

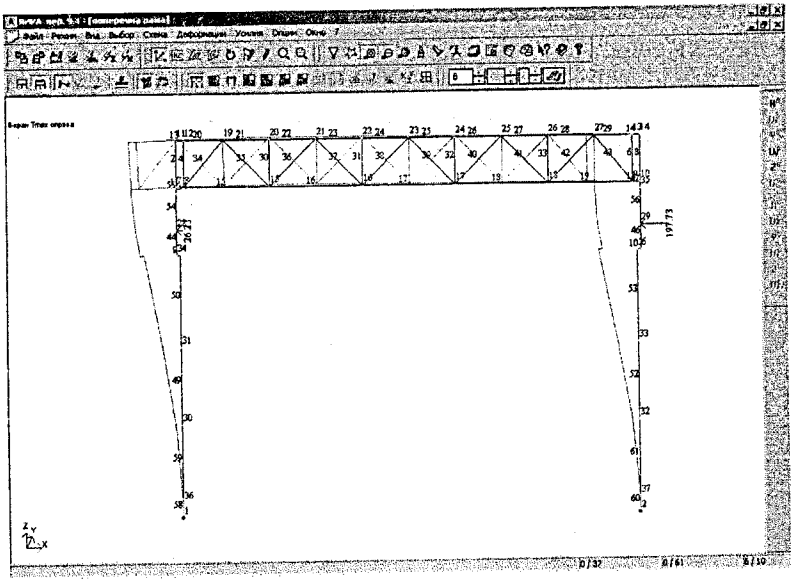


Рисунок 210

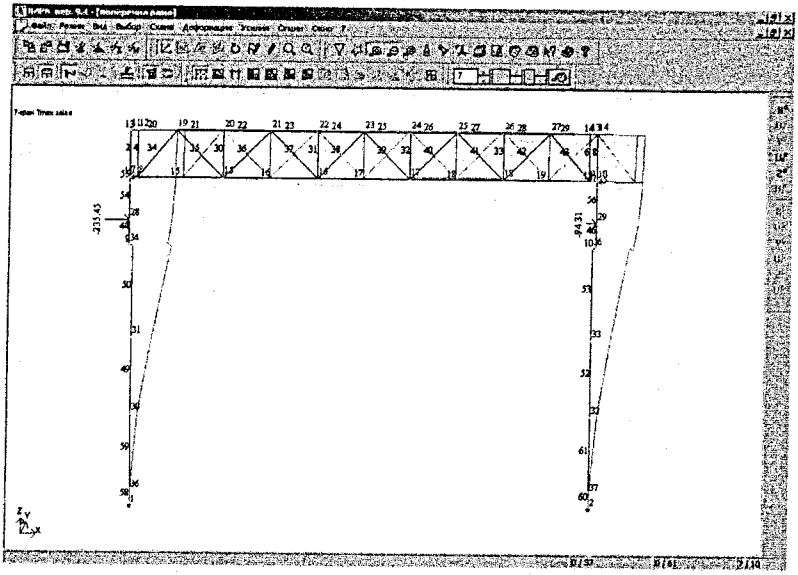


Рисунок 211

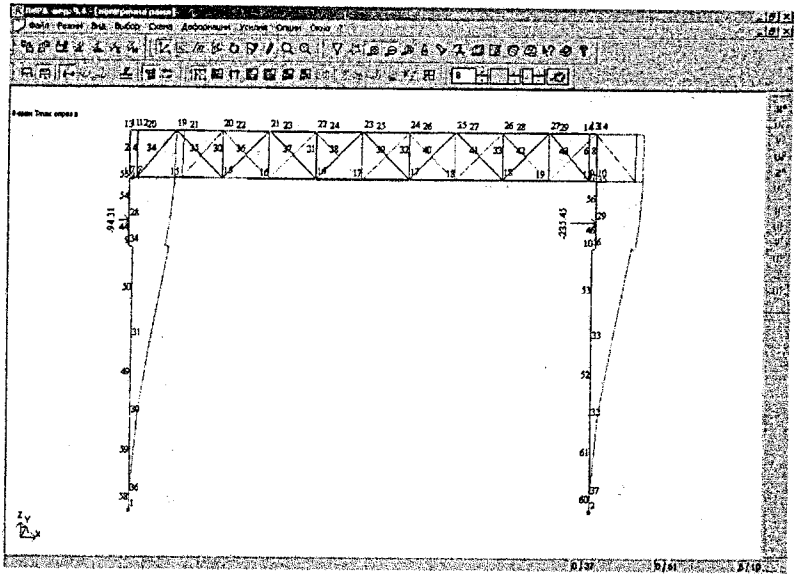


Рисунок 212

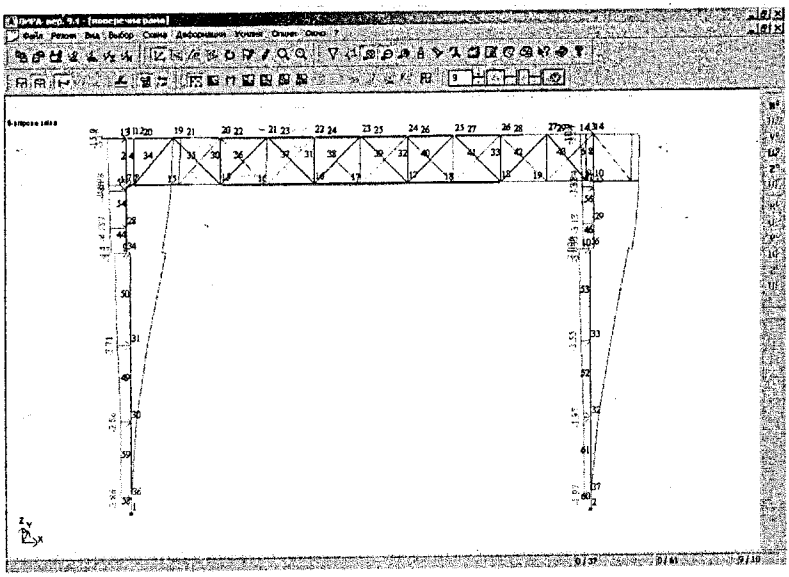


Рисунок 213

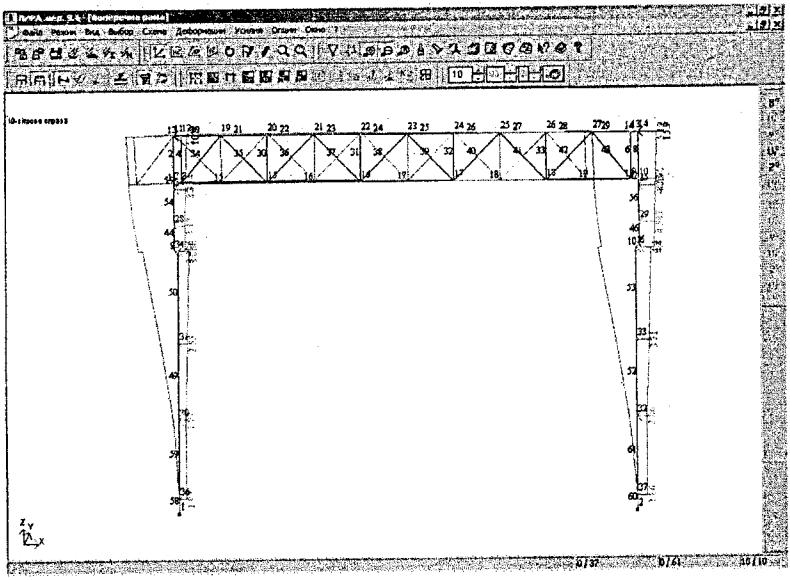


Рисунок 214

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо вертикальні елементи колон 58, 59, 49, 50, 44, 54, 55, 2, 60, 61, 52, 53, 46, 56, 57 і 8.

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Фрагментация**. Вибираємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**. Переходимо на закладку **Результаты**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Значения на эпюрах**. Виділяємо елементи 58, 50, 44, 55, 60, 53, 46 і 57, натискаємо кнопку **Применить флаги рисования для выделенных объектов** та на горизонтальній нижній панелі натискаємо кнопку **Эпюры M_y**.

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

В результаті дії завантаження під номером 1 і назвою 1-постійне отримаємо епюри M_y для колон поперечної рами (рис. 215).

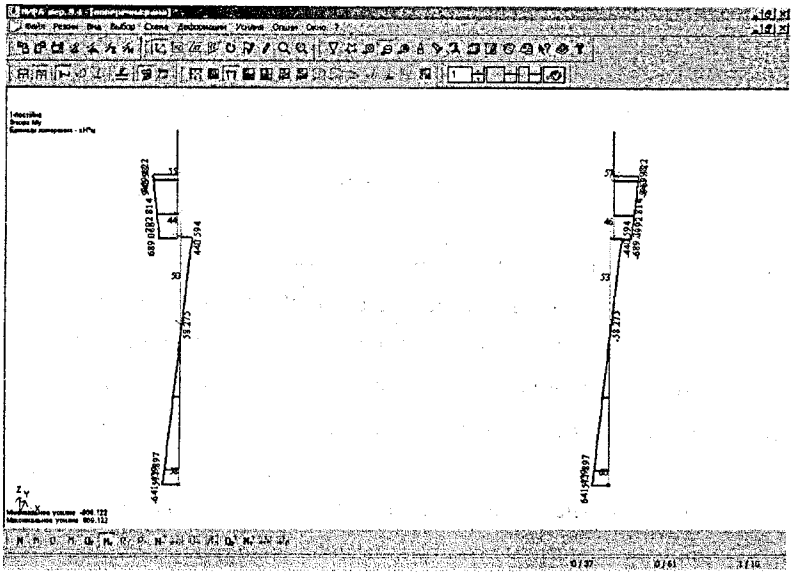


Рисунок 215

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Восстановление конструкции.**

В результаті отримаємо повний вигляд схеми поперечної рами з епюрами M_y від дії завантаження під номером 1 і назвою 1-постійне (рис. 216).

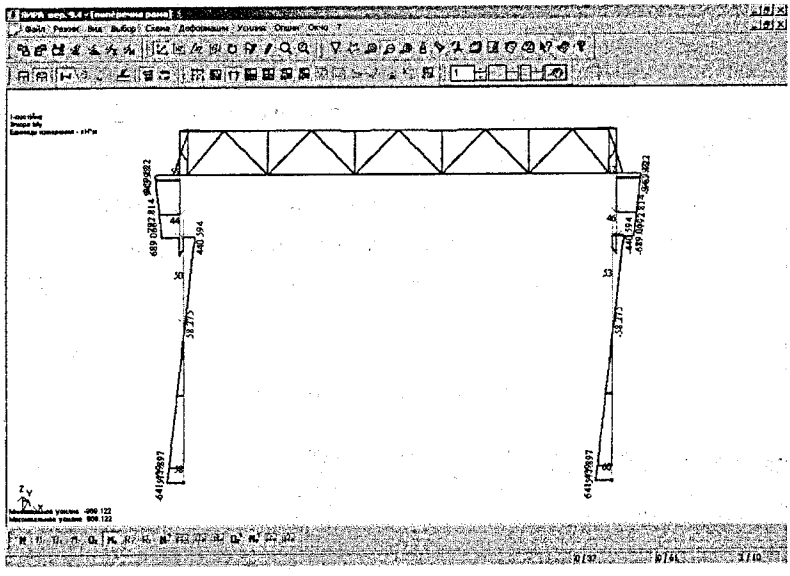


Рисунок 216

Змінюємо **номера загружения** в окремому вікні на панелі інструментів і натискаємо кнопку **Применить**. В результаті отримаємо епюри M_y для колон поперечної рами від інших завантажень. Шляхом натискання кнопок **Эпюры продольных сил N** і **Эпюры поперечных сил Q_z** на горизонтальній нижній панелі отримаємо епюри N і Q_z.

Натискаємо кнопки **Мозаика N**, **Мозаика Q_z** і **Мозаика M_y** на горизонтальній нижній панелі. Змінюємо **номера загружения** в окремому вікні на панелі інструментів і натискаємо кнопку **Применить**. В результаті отримаємо мозаїки N, Q_z і M_y для поперечної рами від всіх завантажень.

Для прикладу наведемо лише мозаїки N для завантаження під номером 1 і назвою 1-постійне (рис. 217) та під номером 2 і назвою 2-снігове (рис. 218).

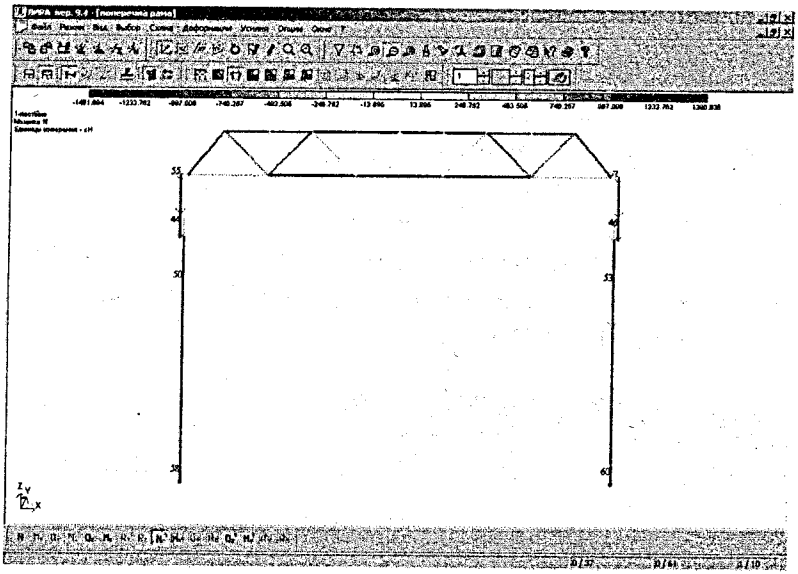


Рисунок 217

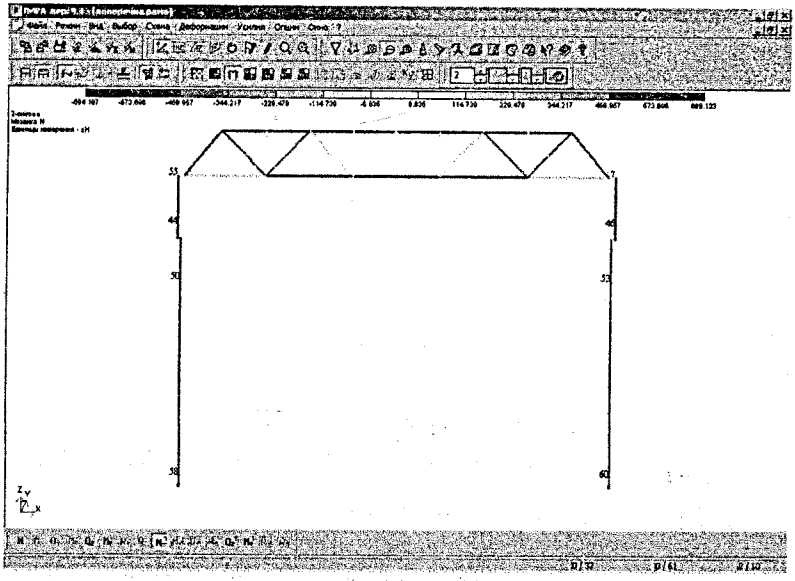


Рисунок 218

Натискаємо **Файл ▶** кнопку **Сохранить...**, в результаті чого файл збережеться в папці **LData**.

Підбір і перевірка перерізів елементів

Для підбору і перевірки перерізів елементів використовується ЛИР-СТК.

Натискаємо **Окно ▶ ЛИР-СТК**. Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами в ЛИР-СТК (рис. 219).

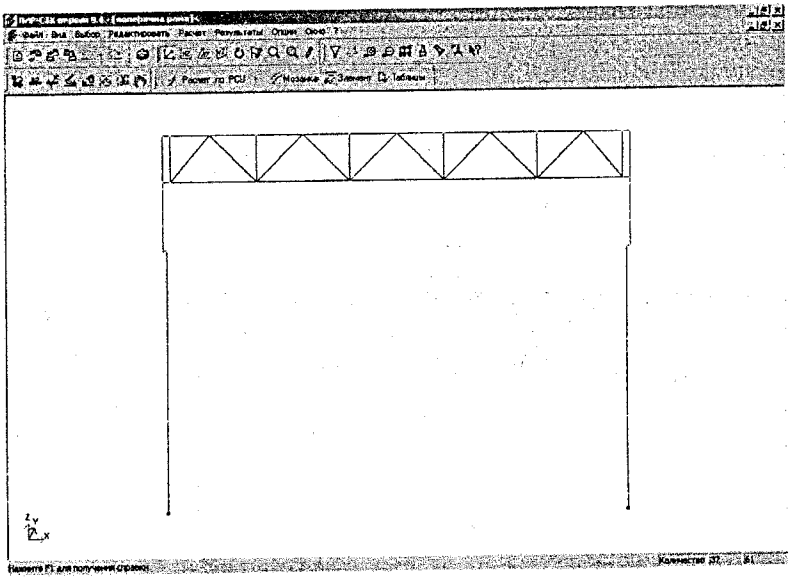


Рисунок 219

Інший спосіб передбачає відкриття ЛИР-СТК в такій послідовності: **Пуск ▶ Программы ▶ Lira Soft ▶ ЛИРА 9.4 ▶** кнопку **ЛИР-СТК**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Импорт** (рис. 220).

З'являється діалогове вікно **Введите имя импортируемого файла,** в якому знаходимо потрібний файл і натискаємо кнопку **Открыть** (рис. 221).

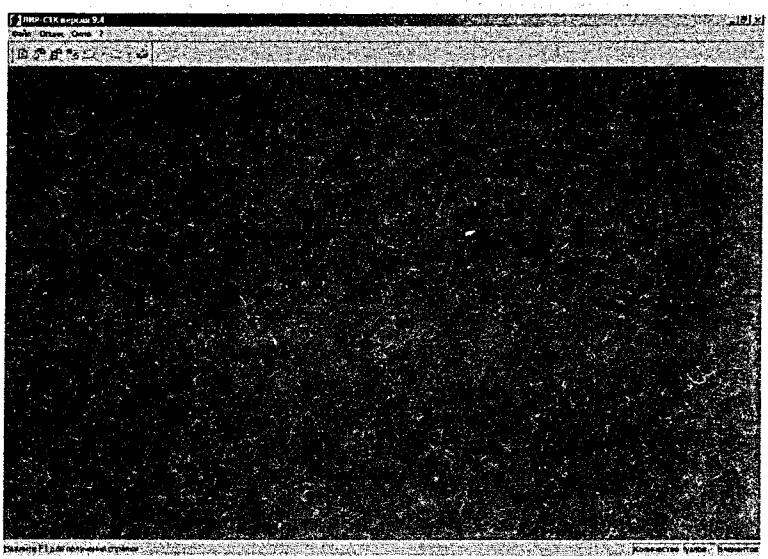


Рисунок 220

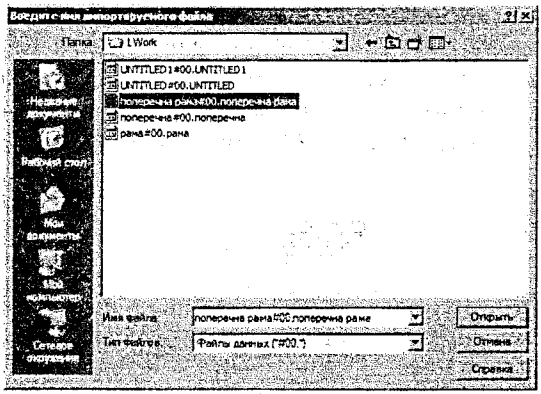


Рисунок 221

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами в ЛИР-СТК (рис. 222).

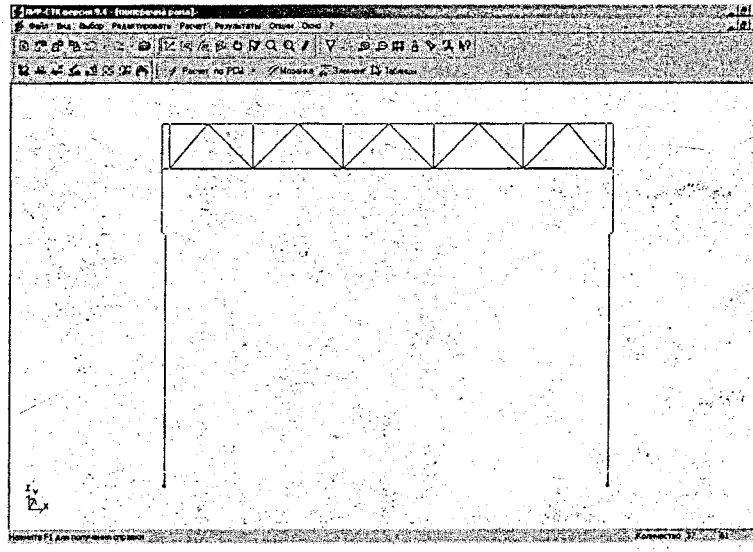


Рисунок 222

Натискаємо **Файл** ▶ кнопку **Сохранить...** . З'являється діалогове вікно **Сохранить как**, в якому натискаємо кнопку **Сохранить** Сохранить, в результаті чого файл збережеться в папці **LData**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения** . Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 6 і натискаємо кнопку **Изменить** Изменить>> (рис. 223).

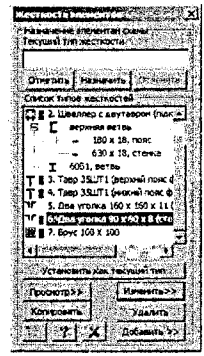


Рисунок 223

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому у списку **Сталь** вибираємо рядок **09Г2С** (рис. 224).

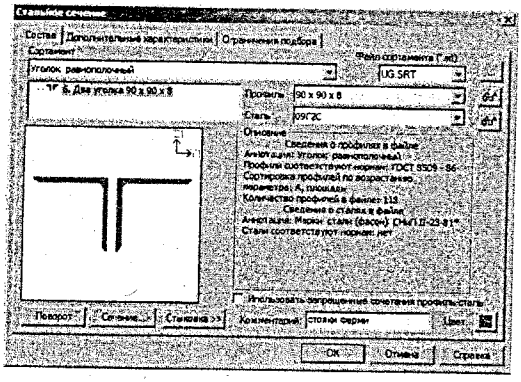


Рисунок 224

Напроти списку **Сталь** натискаємо кнопку , в результаті чого з'являється діалогове вікно **ЛИР-РС - UG**, в якому можна подивитися розрахункові опори (**calculation resistances**), що відповідають маркам сталі (**marks of steel**) (рис. 225).

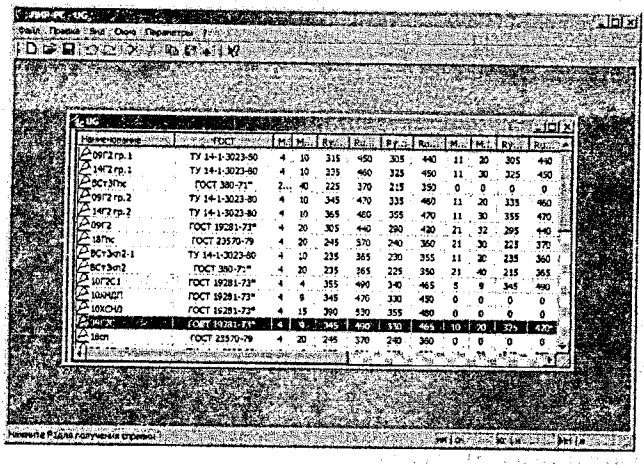


Рисунок 225

Закриваємо діалогове вікно **ЛИР-РС - UG** шляхом натискання кнопки **Закрыть** ☒.

Натискаємо кнопку **Стыковка** Стыковка >>. Доповнюється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому біля параметра Y = Y1 = пишемо 1.6 см (рис. 226).

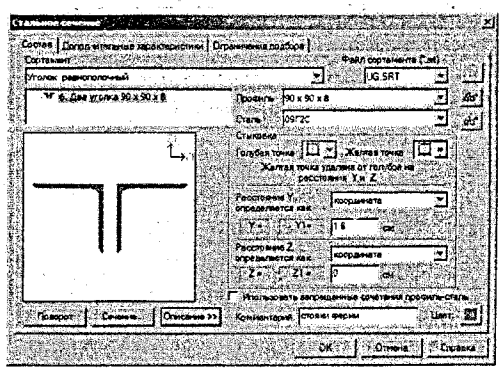


Рисунок 226

Переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, в якій у полі **Тип элемента** ставимо позначку • напроти позиції **Ферменный**, а в полі **Расчетные длины** ставимо позначку ✓ напроти позиції **использовать коэффициенты к длине конструктивного элемента**, причому в рядку **относительно оси Z1** пишемо 1, а в рядку **относительно оси Y1** пишемо 0.8. Крім того, в полі **Предельная гибкость** ставимо позначку • напроти позиції **неопорный элемент решетки фермы**, а в полі **Коэффициенты условий работы** в рядку **по устойчивости** пишемо 0.8 і натискаємо кнопку **ОК** OK (рис. 227).

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, переходимо на закладку **Элементы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**.

Клацаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 30, 31, 32 і 33.

Натискаємо **Редактировать** ► кнопку **Унифицировать элементы...**

З'являється діалогове вікно **Унифицированные группы**, в якому у полі **Типы унификации** ставимо позначку • напроти позиції **Все сечения между собой** і натискаємо кнопку **ОК** (рис. 228).

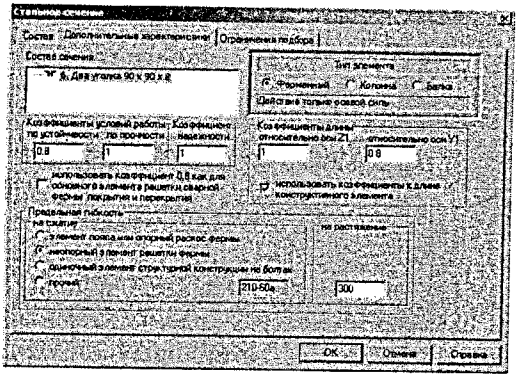


Рисунок 227

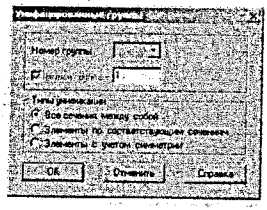


Рисунок 228

Якщо залишились відкритими діалогові вікна, то закриваємо їх шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами з фермою, в якій біля стояків з'явиться підпис УФ11 (рис. 229).

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Расчет**. З'являється діалогове вікно **Расчет**, в якому натискаємо кнопку **Расчет** (рис. 230).

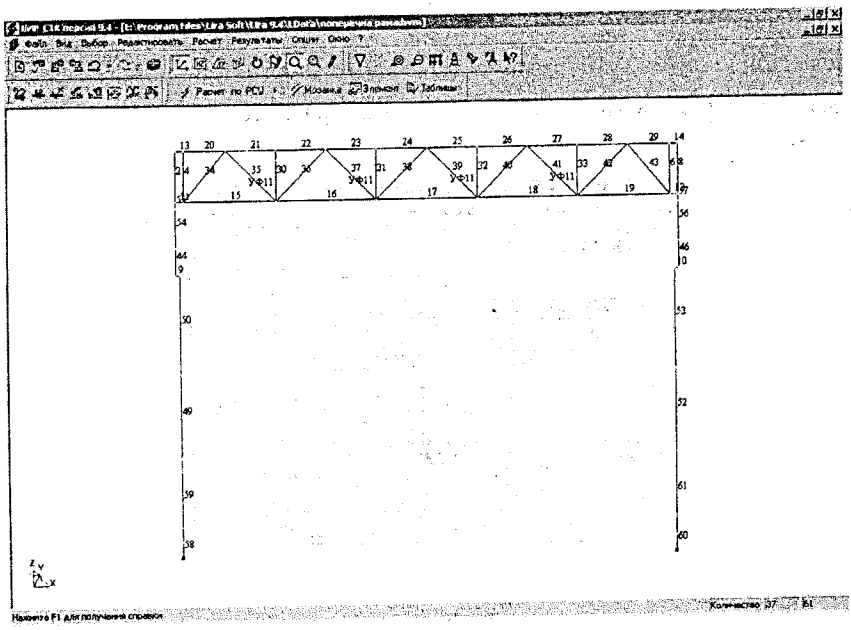


Рисунок 229

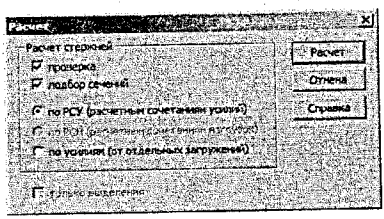


Рисунок 230

Виділяємо елементи 30, 31, 32 і 33 та натискаємо кнопку **Таблицы результатов** Таблицы.

З'являється діалогове вікно **Таблицы результатов**, в якому ставимо позначку • напроти позиції **Excel**, виділяємо рядок **Подбор** та натискаємо кнопку **Создать таблицу результатов** (рис. 231).

В результаті з'являється вікно **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** з наведеними результатами розрахунку (рис. 232).

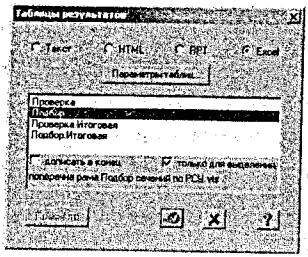


Рисунок 231

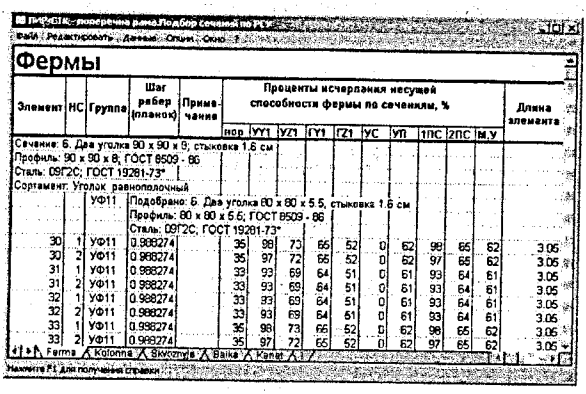


Рисунок 232

Закриваємо вікна **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** і **Таблицы результатов** шляхом натискання кнопки **Закрыть**. Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отмена выбора**, знімаючи таким чином виділення з об'єктів.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 4 і натискаємо кнопку **Изменить** (рис. 233).

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому у списку **Сталь** вибираємо рядок **09Г2С** (рис. 234).

Переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, в якій у полі **Тип элемента** ставимо позначку • напроти позиції **Ферменный**, а в полі **Расчетные длины** ставимо позначку ✓ напроти позиції **использовать**

коэффициенты к длине конструктивного элемента, причому в рядку **относительно оси Z1** пишемо 1 і в рядку **относительно оси Y1** пишемо 1. Крім того, в полі **Предельная гибкость на сжатие** ставимо позначку • напроти позиції **элемент пояса или опорный раскос фермы**, а **на растяжение** вводимо число 400, причому в полі **Коэффициенты условий работы** в рядку **по устойчивости** пишемо 0.95 і в рядку **по прочности** пишемо 0.95 та натискаємо кнопку **ОК** OK (рис. 235).

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, переходимо на закладку **Элементы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**.

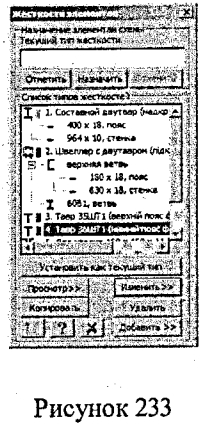


Рисунок 233

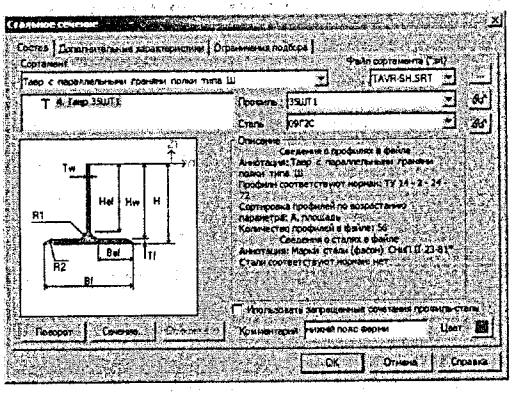


Рисунок 234

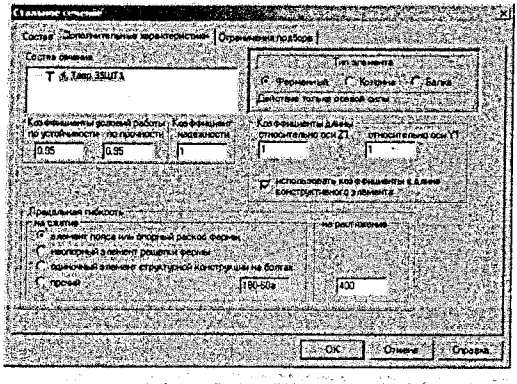


Рисунок 235

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 16, 17 і 18.

Натискаємо **Редактировать** ▶ кнопку **Создать конструктивные элементы**.

Закриваємо діалогові вікна шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами з фермою, в якій над елементами нижнього пояса, за винятком крайніх, з'явиться надпис КФ1 (рис. 236).

Виділяємо елементи 16, 17 і 18.

Натискаємо **Редактировать** ▶ кнопку **Унифицировать конструктивные элементы...**. З'являється діалогове вікно **Унификация конструктивных элементов**, в якому натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 237).

В результаті отримаємо схему поперечної рами з фермою, в якій під елементами нижнього пояса, за винятком крайніх, з'явиться напис УГКФ1 (рис. 238).

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 4 і натискаємо кнопку **Копировать** (рис. 239).

В діалоговому вікні **Жесткости элементов** виділяємо в списку новий тип жорсткості 8 та натискаємо кнопку **Изменить** Изменить>>. З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, де у полі **Коэффициенты длины** в рядку **относительно оси Y1** пишемо 0.5 і натискаємо кнопку **ОК** OK (рис. 240).

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи КФ1 нижнього пояса ферми.

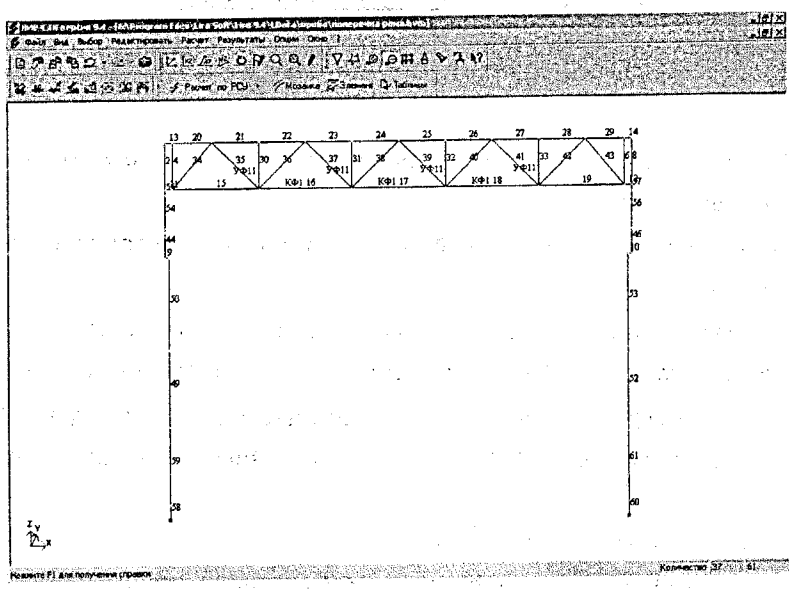


Рисунок 236

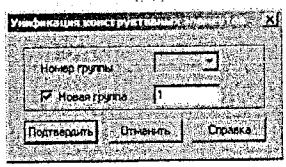


Рисунок 237

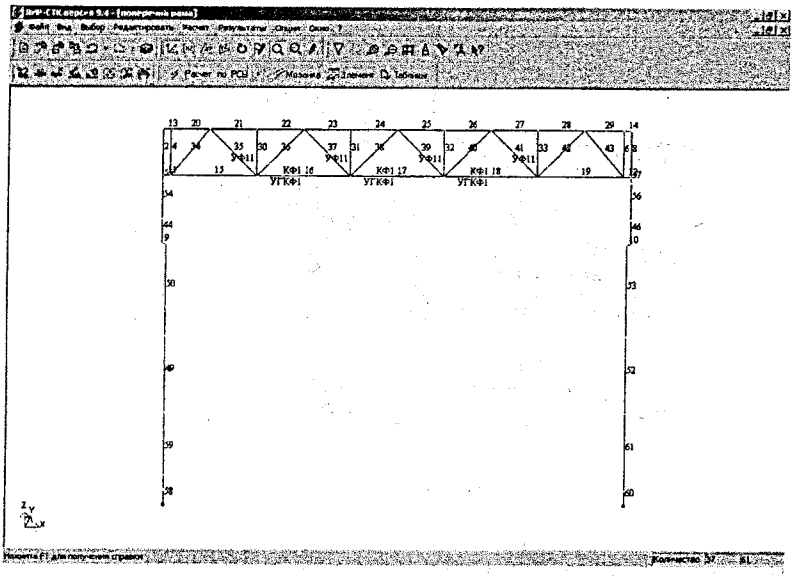


Рисунок 238

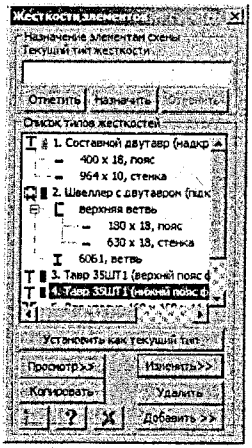


Рисунок 239

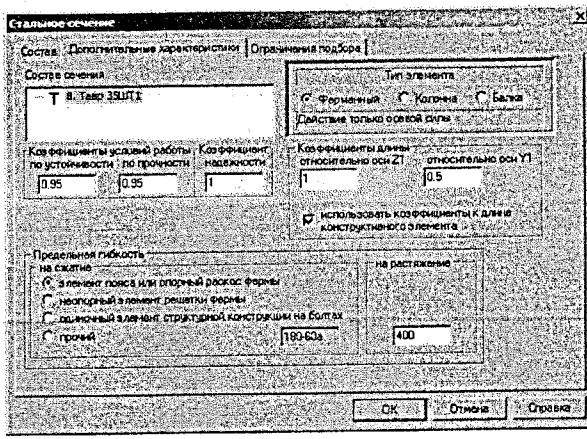


Рисунок 240

В діалоговому вікні **Жесткости элементов** виділяємо в списку новий тип жорсткості 8 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип** Установить как текущий тип, в результаті чого в полі **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 8. Натискаємо кнопку **Назначить** Назначить (рис. 241).

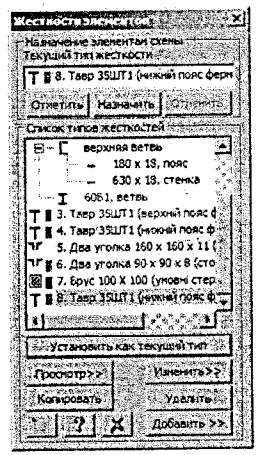


Рисунок 241

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Расчет** Расчет. З'являється діалогове вікно **Расчет**, в якому натискаємо кнопку **Расчет** Расчет (рис. 242).

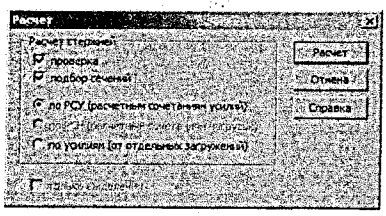


Рисунок 242

Виділяємо елементи 15, 16, 17, 18 і 19 та натискаємо кнопку **Таблицы результатов** Таблицы.

З'являється діалогове вікно **Таблицы результатов**, в якому виділяємо рядок **Подбор** та натискаємо кнопку **Создать таблицу результатов** (рис. 243).

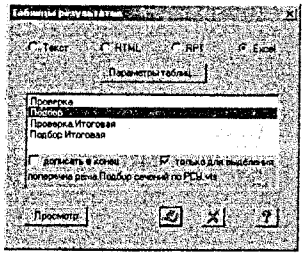
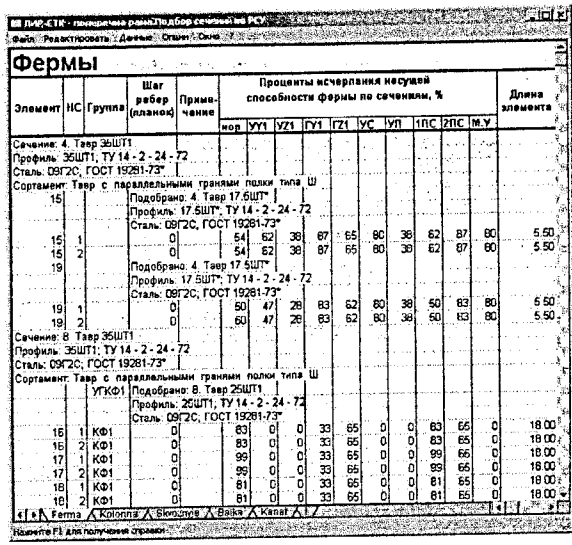


Рисунок 243

В результаті з'являється вікно **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** з наведеними результатами розрахунку (рис. 244).

Закриваємо вікна **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** і **Таблицы результатов** шляхом натискання кнопки **Закрыть**. Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отмена выбора**, знімаючи таким чином виділення з об'єктів.



Фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %											Длина элемента
					нор	УУ1	УZ1	ГУ1	ГZ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У		
Сечение: 4. Тавр 35ШТ1																
Профиль: 35ШТ1; ТУ 14 - 2 - 24 - 72																
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*																
Сортамент: Тавр с параллельными гранями полки типа Ш																
15			Подобрано: 4. Тавр 17.5ШТ*													
			Профиль: 17.5ШТ*; ТУ 14 - 2 - 24 - 72													
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
15	1		0		54	62	38	87	65	80	38	62	87	80		5.50
15	2		0		54	62	38	87	65	80	38	62	87	80		5.50
19			Подобрано: 4. Тавр 17.5ШТ*													
			Профиль: 17.5ШТ*; ТУ 14 - 2 - 24 - 72													
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
19	1		0		50	47	28	83	62	80	38	50	83	80		5.50
19	2		0		50	47	28	83	62	80	38	50	83	80		5.50
Сечение: 8. Тавр 35ШТ1																
Профиль: 35ШТ1; ТУ 14 - 2 - 24 - 72																
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*																
Сортамент: Тавр с параллельными гранями полки типа Ш																
		УГКФ1	Подобрано: 8. Тавр 25ШТ1													
			Профиль: 25ШТ1; ТУ 14 - 2 - 24 - 72													
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
16	1	КФ1	0		83	0	0	33	65	0	0	83	65	0		18.00
16	2	КФ1	0		83	0	0	33	65	0	0	83	65	0		18.00
17	1	КФ1	0		99	0	0	33	65	0	0	99	65	0		18.00
17	2	КФ1	0		99	0	0	33	65	0	0	99	65	0		18.00
18	1	КФ1	0		81	0	0	33	65	0	0	81	65	0		18.00
18	2	КФ1	0		81	0	0	33	65	0	0	81	65	0		18.00

Рисунок 244

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 3 і натискаємо кнопку **Изменить** (рис. 245).

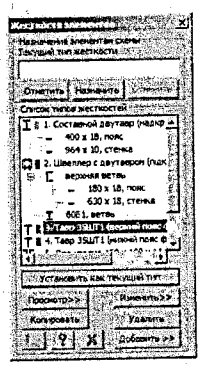


Рисунок 245

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому у списку **Сталь**

вибираємо рядок **09Г2С** (рис. 246).

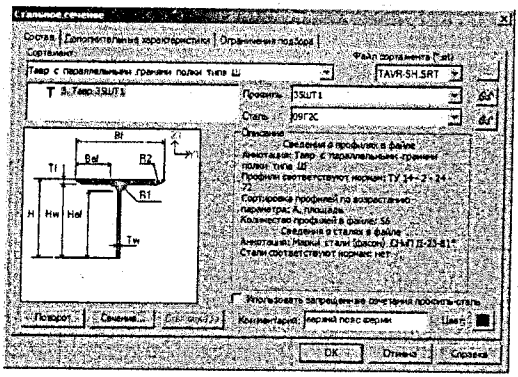


Рисунок 246

Переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, в якій у полі **Тип элемента** ставимо позначку • напроти позиції **Ферменный**, а в полі **Расчетные длины** ставимо позначку ✓ напроти позиції **использовать коэффициенты к длине конструктивного элемента**, причому в рядку **относительно оси Z1** пишемо 1 і в рядку **относительно оси Y1** пишемо 1. Крім того, в полі **Предельная гибкость на сжатие** ставимо позначку • напроти позиції **элемент пояса или опорный раскос фермы**, а в полі **Коэффициенты условий работы** в рядку **по устойчивости** пишемо 0.95 і в рядку **по прочности** пишемо 1 та натискаємо кнопку **ОК** OK (рис. 247).

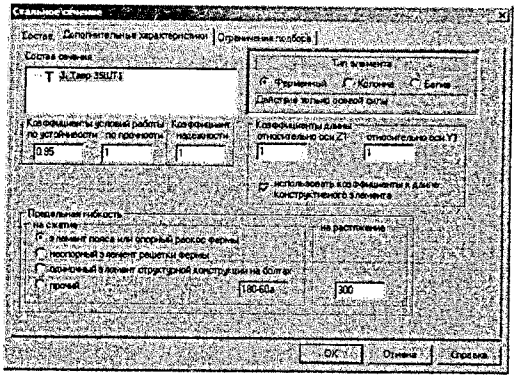


Рисунок 247

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, переходимо на закладку **Элементы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**.

Клацаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 23 і 24.

Натискаємо **Редактировать** ▶ кнопку **Создать конструктивные элементы**.

Виділяємо елементи 25 і 26.

Натискаємо **Редактировать** ▶ кнопку **Создать конструктивные элементы**.

Закриваємо діалогові вікна шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами з фермою, в якій над елементами 23 і 24 верхнього пояса з'явиться надпис КФ2, а над елементами 25 і 26 верхнього пояса з'явиться надпис КФ3 (рис. 248).

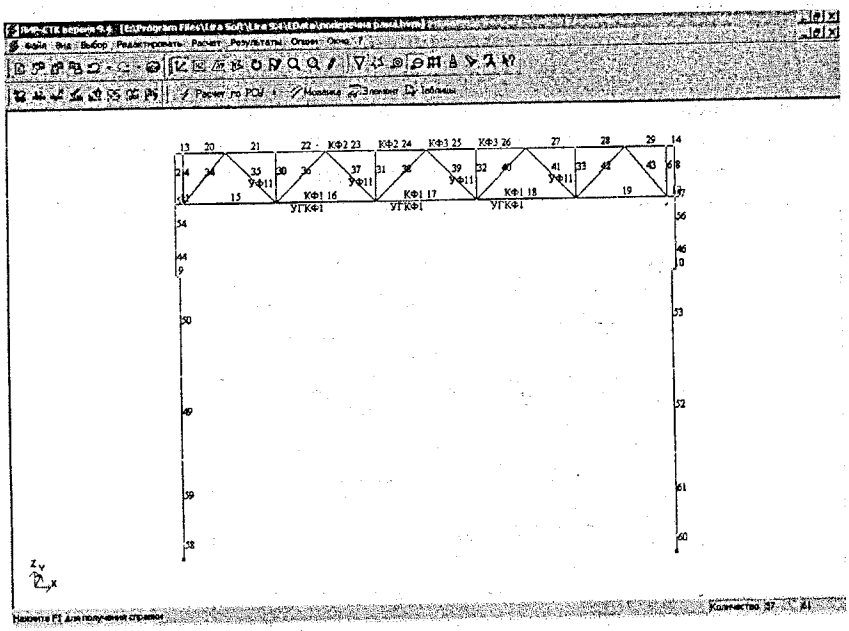


Рисунок 248

Виділяємо елементи 23, 24, 25 і 26.

Натискаємо **Редактировать** ► кнопку **Унифицировать конструктивные элементы...** . З'являється діалогове вікно **Унификация конструктивных элементов**, в якому натискаємо кнопку **Подтвердить** Подтвердить (рис. 249).

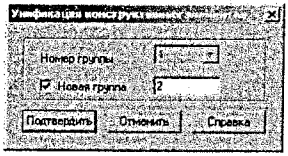


Рисунок 249

В результаті отримаємо схему поперечної рами з фермою, в якій під елементами верхнього пояса, за винятком крайніх, з'явиться напис УГКФ2 (рис. 250).

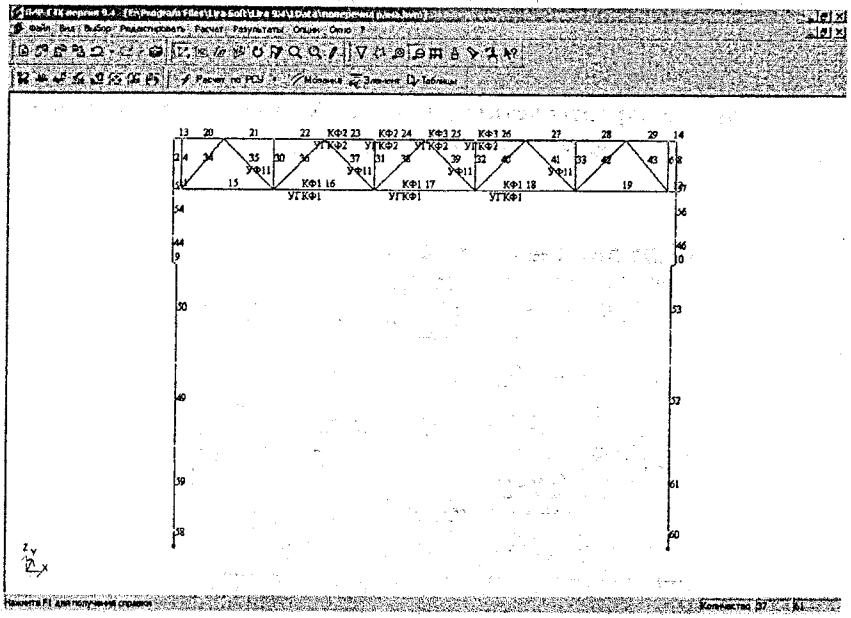


Рисунок 250

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 3 і натискаємо кнопку **Копировать** (рис. 251).

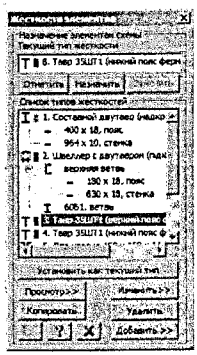


Рисунок 251

В діалоговому вікні **Жесткости элементов** виділяємо в списку новий тип жорсткості 9 та натискаємо кнопку **Изменить**. З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, де у полі **Коэффициенты длины** в рядку **относительно оси Y1** пишемо 0.5 і натискаємо кнопку **ОК** (рис. 252).

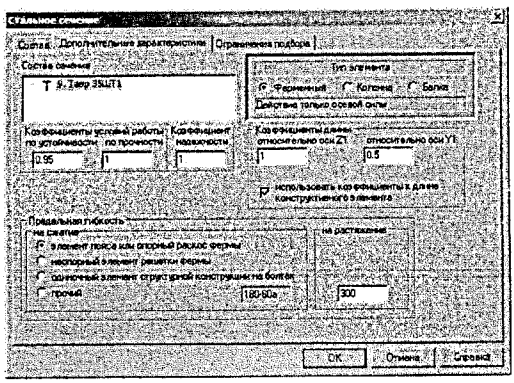


Рисунок 252

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи КФ2 і КФ3 верхнього пояса ферми.

В діалоговому вікні **Жесткости элементов** виділяємо в списку новий тип жорсткості 9 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип**, в результаті чого в полі **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 9. Натискаємо кнопку **Назначить** (рис. 253).

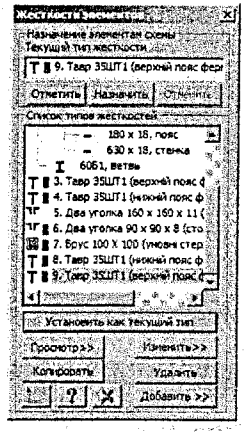


Рисунок 253

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Расчет**. З'являється діалогове вікно **Расчет**, в якому натискаємо кнопку **Расчет** (рис. 254).

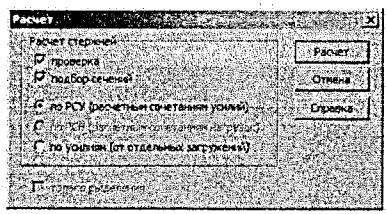


Рисунок 254

Виділяємо елементи 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 і 29 та натискаємо кнопку **Таблицы результатов** Таблицы.

З'являється діалогове вікно **Таблицы результатов**, в якому виділяємо рядок **Подбор** та натискаємо кнопку **Создать таблицу результатов** (рис. 255).

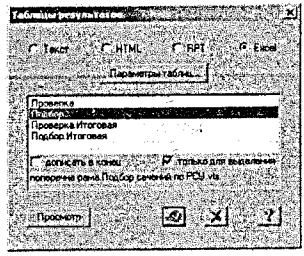
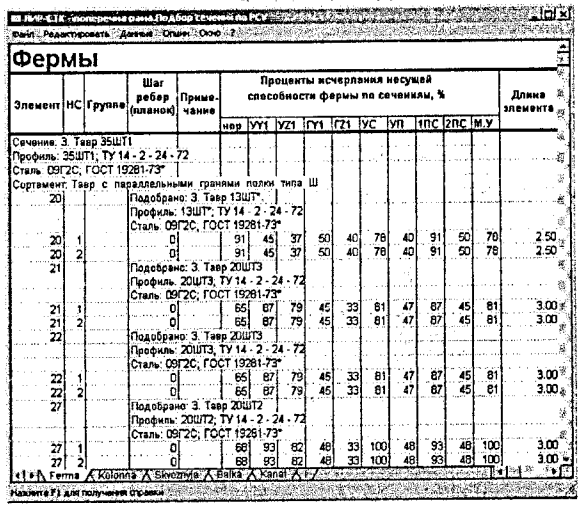


Рисунок 255

В результаті з'являється вікно **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** з наведеними результатами розрахунку (рис. 256, 257).



Файл Редактировать Данные Опции Окно ?

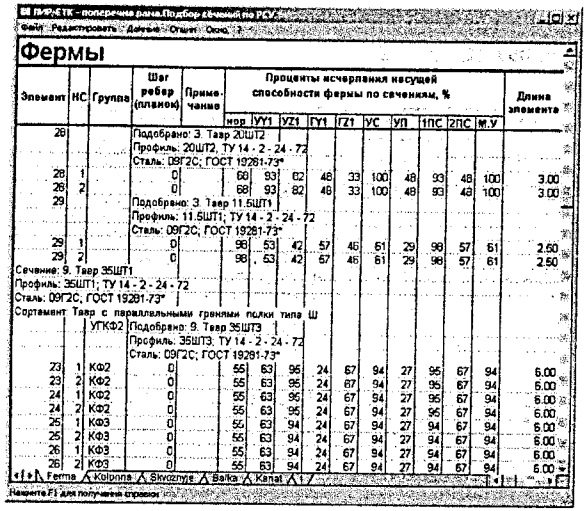
Фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %											Длина элемента
					нер	YY1	YZ1	TY1	TZ1	YC	YП	1ПС	2ПС	М.У		
Сечение: 3. Тавр 35ШТ1																
Профиль: 35ШТ1; ТУ 14 - 2 - 24 - 72																
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*																
Сортамент: Тавр с параллельными гранями полки типа Ш																
20			Подобрано: 3. Тавр 13ШТ*													
			Профиль: 13ШТ*; ТУ 14 - 2 - 24 - 72													
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
20	1		0		91	45	37	50	40	78	40	91	50	78		2.50
20	2		0		91	45	37	50	40	78	40	91	50	78		2.50
21			Подобрано: 3. Тавр 20ШТ3													
			Профиль: 20ШТ3; ТУ 14 - 2 - 24 - 72													
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
21	1		0		65	87	79	45	33	81	47	87	45	81		3.00
21	2		0		65	87	79	45	33	81	47	87	45	81		3.00
22			Подобрано: 3. Тавр 20ШТ3													
			Профиль: 20ШТ3; ТУ 14 - 2 - 24 - 72													
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
22	1		0		65	87	79	45	33	81	47	87	45	81		3.00
22	2		0		65	87	79	45	33	81	47	87	45	81		3.00
27			Подобрано: 3. Тавр 20ШТ2													
			Профиль: 20ШТ2; ТУ 14 - 2 - 24 - 72													
			Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*													
27	1		0		68	93	82	48	33	100	48	93	48	100		3.00
27	2		0		68	93	82	48	33	100	48	93	48	100		3.00

Ferma Kolonna Sikozhya Balka Kanat

Нажмите F1 для получения справки

Рисунок 256



ЛИР-СТК - поперечна рама.Подбор сечений по РСУ

Файл Редактировать Данные Отчет Окно ?

Фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					нор	IУУ1	IУZ1	IГУ1	IГZ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
28				Подобрано: 3. Тавр 20ШТ2											
				Профиль: 20ШТ2, ТУ 14 - 2 - 24 - 72											
				Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*											
28	1		0		68	93	82	48	33	100	48	93	48	100	3.00
28	2		0		68	93	82	48	33	100	48	93	48	100	3.00
29				Подобрано: 3. Тавр 11.5ШТ1											
				Профиль: 11.5ШТ1; ТУ 14 - 2 - 24 - 72											
				Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*											
29	1		0		98	53	42	57	46	61	29	98	57	61	2.50
29	2		0		98	53	42	57	46	61	29	98	57	61	2.50
Сечение: 9. Тавр 35ШТ1															
Профиль: 35ШТ1; ТУ 14 - 2 - 24 - 72															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент Тавр с параллельными гранями полки типа Ш															
		УГКФ2		Подобрано: 9. Тавр 35ШТ3											
				Профиль: 35ШТ3; ТУ 14 - 2 - 24 - 72											
				Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*											
23	1	КФ2	0		55	63	95	24	67	94	27	95	67	94	6.00
23	2	КФ2	0		55	63	95	24	67	94	27	95	67	94	6.00
24	1	КФ2	0		55	63	95	24	67	94	27	95	67	94	6.00
24	2	КФ2	0		55	63	95	24	67	94	27	95	67	94	6.00
25	1	КФ3	0		55	63	94	24	67	94	27	94	67	94	6.00
25	2	КФ3	0		55	63	94	24	67	94	27	94	67	94	6.00
26	1	КФ3	0		55	63	94	24	67	94	27	94	67	94	6.00
26	2	КФ3	0		55	63	94	24	67	94	27	94	67	94	6.00

Ferma | Kolonna | Skvoznye | Balka | Kanat

Нажмите F1 для получения справки

Рисунок 257

Закриваємо вікна **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** і **Таблицы результатов** шляхом натискання кнопки **Закрыть**. Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отмена выбора**, знімаючи таким чином виділення з об'єктів.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 5 і натискаємо кнопку **Изменить** (рис. 258).

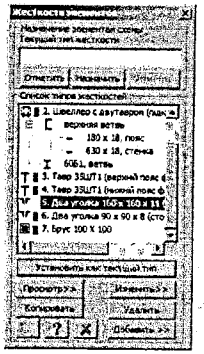


Рисунок 258

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому у списку **Сталь** вибираємо рядок **09Г2С** (рис. 259).

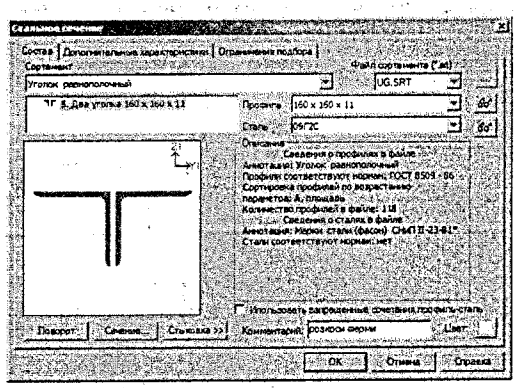


Рисунок 259

Натискаємо кнопку **Стыковка** Стыковка >>. Доповнюється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому біля параметра Y = Y1 = пишемо 1.6 см (рис. 260).

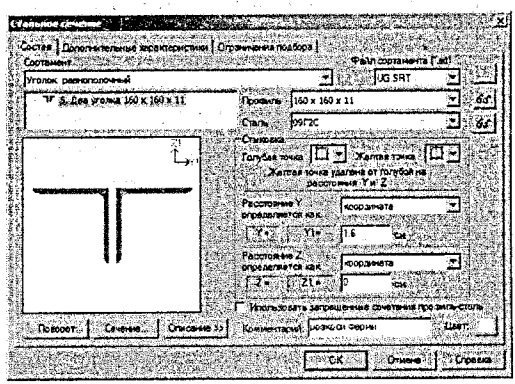


Рисунок 260

Переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, в якій у полі **Тип элемента** ставимо позначку • напроти позиції **Ферменный**, а в полі **Расчетные длины** ставимо позначку ✓ напроти позиції **использовать коэффициенты к длине конструктивного элемента**, причому в рядку **относительно оси Z1** пишемо 1 і в рядку **относительно оси Y1** пишемо

0.5. Крім того, в полі **Предельная гибкость на сжатие** ставимо позначку • напроти позиції **элемент пояса или опорный раскос фермы**, а **на растяжение** вводимо число 400, причому в полі **Коэффициенты условий работы** в рядку **по устойчивости** пишемо 0.95, а в рядку **по прочности** пишемо 1 та натискаємо кнопку **ОК** (рис. 261).

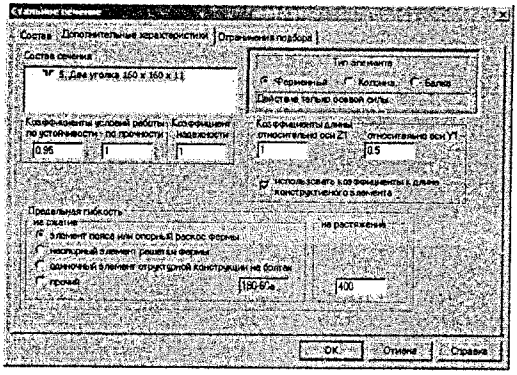


Рисунок 261

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, переходимо на закладку **Элементы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 34 і 43.

Натискаємо **Редактировать** ▶ кнопку **Унифицировать элементы...**. З'являється діалогове вікно **Унифицированные группы**, в якому у полі **Типы унификации** ставимо позначку • напроти позиції **Все сечения между собой** і натискаємо кнопку **ОК** (рис. 262).

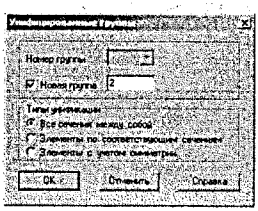


Рисунок 262

Якщо залишились відкритими діалогові вікна, то закриваємо їх шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами з фермою, в якій біля опорних розкосів з'явиться напис УФ21 (рис. 263).

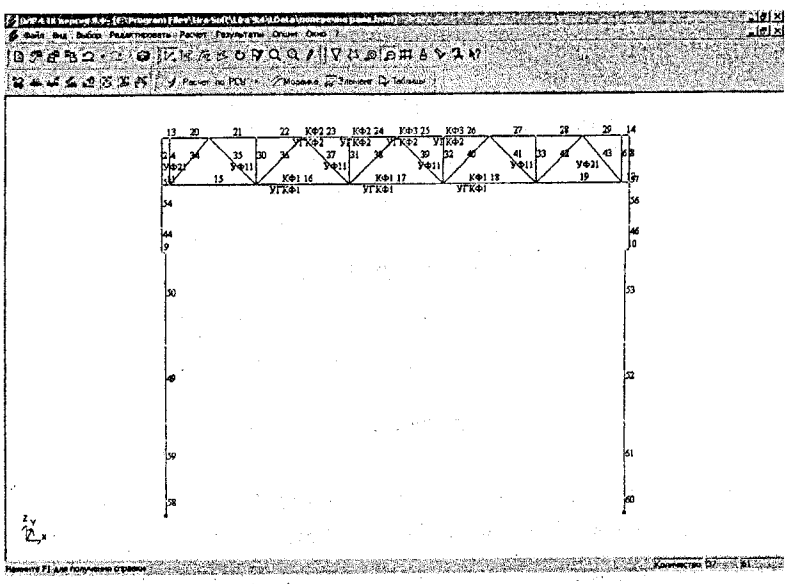


Рисунок 263

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Расчет**. З'являється діалогове вікно **Расчет**, в якому натискаємо кнопку **Расчет** (рис. 264).

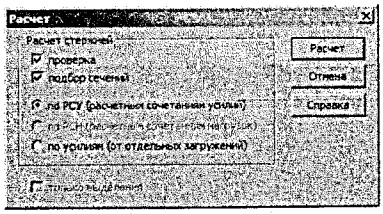


Рисунок 264

Виділяємо елементи 34 і 43 та натискаємо кнопку **Таблицы результатов** Таблицы.

З'являється діалогове вікно **Таблицы результатов**, в якому виділяємо рядок **Подбор** та натискаємо кнопку **Создать таблицу результатов** (рис. 265).

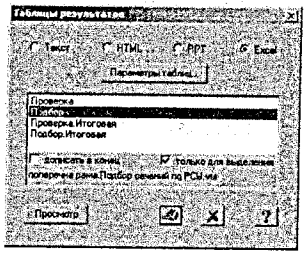


Рисунок 265

В результаті з'являється вікно **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** з наведеними результатами розрахунку (рис. 266).

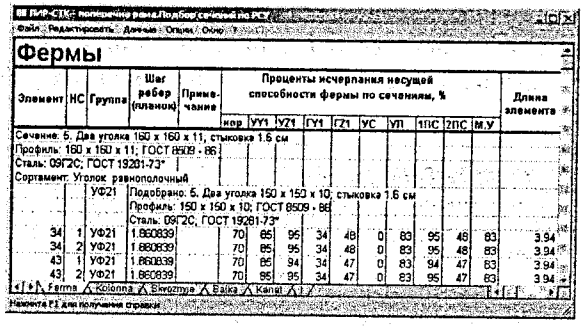


Рисунок 266

Закриваємо вікна **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** і **Таблицы результатов** шляхом натискання кнопки **Закрыть**. Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отмена выбора**, знімаючи таким чином виділення з об'єктів.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 5 і натискаємо кнопку **Копировать** Копировать (рис. 267).

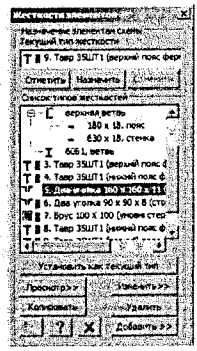


Рисунок 267

В діалоговому вікні **Жесткости элементов** виділяємо в списку новий тип жорсткості 10 та натискаємо кнопку **Изменить** Изменить>>. З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, де у полі **Коэффициенты длины** в рядку **относительно оси Y1** пишемо 0.8. Крім того, в полі **Предельная гибкость на сжатие** ставимо позначку • напроти позиції **неопорный элемент решетки фермы**, а **на растяжение** вводимо число 400, причому в полі **Коэффициенты условий работы** в рядку **по устойчивости** пишемо 0.95 і в рядку **по прочности** пишемо 0.95 та натискаємо кнопку **ОК** OK (рис. 268).

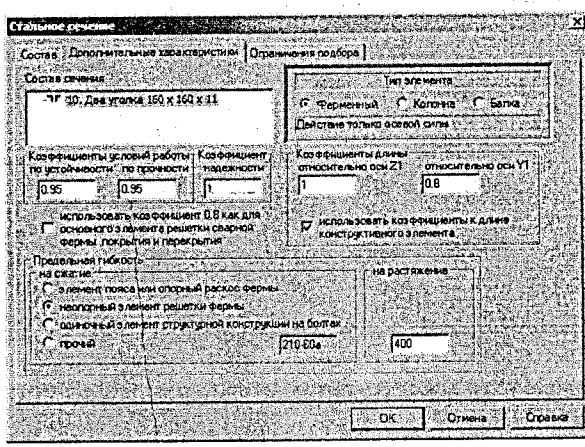


Рисунок 268

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, переходимо на закладку **Элементы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**.

Клацаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 і 42.

В діалоговому вікні **Жесткости элементов** виділяємо в списку новий тип жорсткості 10 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип**, в результаті чого в полі **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 10. Натискаємо кнопку **Назначить** (рис. 269).

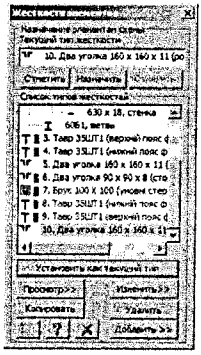


Рисунок 269

Виділяємо елементи 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 і 42.

Натискаємо **Редактировать** ► кнопку **Унифицировать элементы...**. З'являється діалогове вікно **Унифицированные группы**, в якому у полі **Типы унификации** ставимо позначку • напроти позиції **Все сечения между собой** і натискаємо кнопку **ОК** (рис. 270).

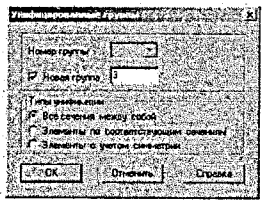


Рисунок 270

Якщо залишились відкритими діалогові вікна, то закриваємо їх шляхом натискання кнопки **Закрыть** ☒.

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами з фермою, в якій біля розкосів, окрім опорних з'явиться напис УФ31 (рис. 271).

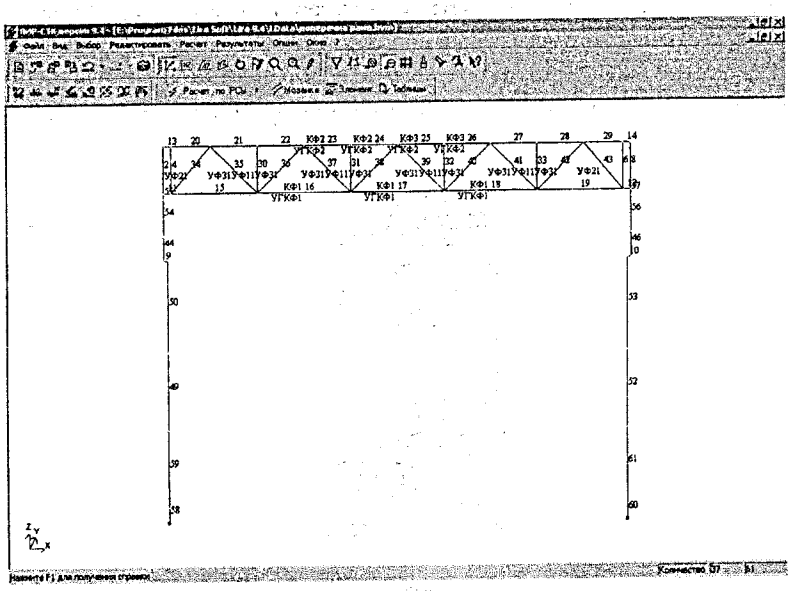


Рисунок 271

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Расчет** Расчет. З'являється діалогове вікно **Расчет**, в якому натискаємо кнопку **Расчет** Расчет (рис. 272).

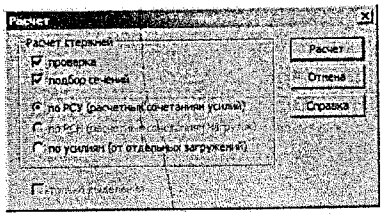


Рисунок 272

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, виділяємо елементи 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 і 42 та натискаємо кнопку **Таблицы результатов**.

З'являється діалогове вікно **Таблицы результатов**, в якому виділяємо рядок **Подбор** та натискаємо кнопку **Создать таблицу результатов** (рис. 273).

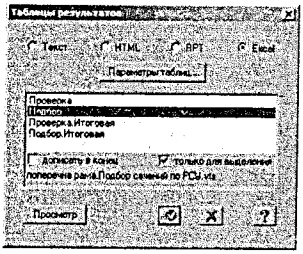
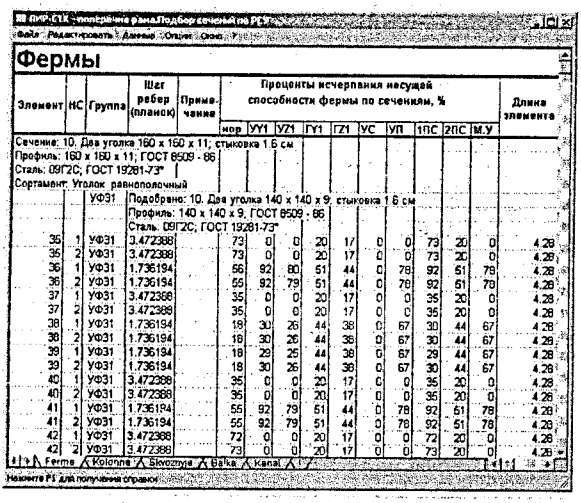


Рисунок 273

В результаті з'являється вікно **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** з наведеними результатами розрахунку (рис. 274).



Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					нор	УУ1	УZ1	ГУ1	ГZ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: 10. Два уголка 160 х 160 х 11; стыковка 1 б см															
Профиль: 160 х 160 х 11; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
		УФ31	Подобрано: 10. Два уголка 140 х 140 х 9; стыковка 1 б см												
			Профиль: 140 х 140 х 9, ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь. 09Г2С; ГОСТ 19281-73*												
35	1	УФ31	3.472388		73	0	0	20	17	0	0	73	20	0	4.28
35	2	УФ31	3.472388		73	0	0	20	17	0	0	73	20	0	4.28
36	1	УФ31	1.736194		66	92	80	51	44	0	78	92	51	78	4.28
36	2	УФ31	1.736194		55	92	79	51	44	0	78	92	51	78	4.28
37	1	УФ31	3.472388		35	0	0	20	17	0	0	35	20	0	4.28
37	2	УФ31	3.472388		35	0	0	20	17	0	0	35	20	0	4.28
38	1	УФ31	1.736194		18	30	26	44	38	0	67	30	44	67	4.28
38	2	УФ31	1.736194		18	30	26	44	38	0	67	30	44	67	4.28
39	1	УФ31	1.736194		18	29	25	44	38	0	67	29	44	67	4.28
39	2	УФ31	1.736194		18	30	26	44	38	0	67	30	44	67	4.28
40	1	УФ31	3.472388		35	0	0	20	17	0	0	35	20	0	4.28
40	2	УФ31	3.472388		35	0	0	20	17	0	0	35	20	0	4.28
41	1	УФ31	1.736194		55	92	79	51	44	0	78	92	51	78	4.28
41	2	УФ31	1.736194		55	92	79	51	44	0	78	92	51	78	4.28
42	1	УФ31	3.472388		72	0	0	20	17	0	0	72	20	0	4.28
42	2	УФ31	3.472388		73	0	0	20	17	0	0	73	20	0	4.28

Рисунок 274

Закриваємо вікна **ЛИР-СТК - поперечна рама. Подбор сечений по РСУ** і **Таблицы результатов** шляхом натискання кнопки **Закрыть**. Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отмена выбора**, знімаючи таким чином виділення з об'єктів.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 2 і натискаємо кнопку **Изменить** (рис. 275).

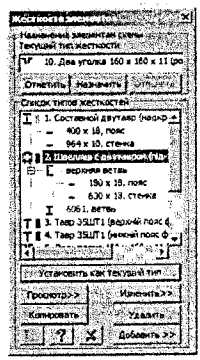


Рисунок 275

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому у списку **Сталь** вибираємо рядок **ВСт3Гпс5-2** спочатку для прокатного двотавра, а потім для стінки і полички складеного швелера (рис. 276).

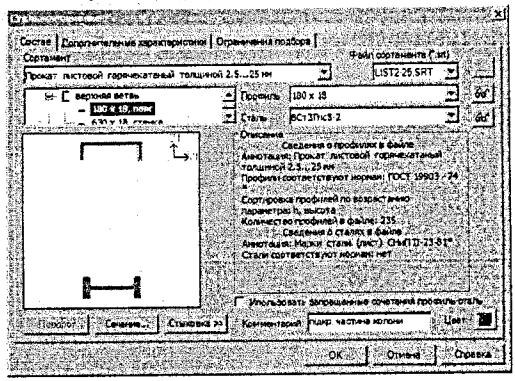


Рисунок 276

Натискаємо на складений швелер в місці перетину його осей симетрії, в результаті чого навколо складеного швелера з'являється прямокутник з лініями у вигляді точок, а у списку **Сталь** вибираємо рядок **как у пояса** (рис. 277).

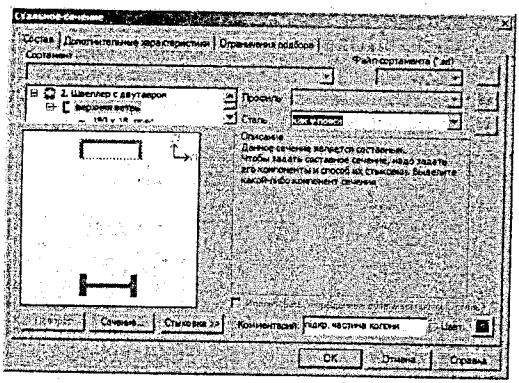


Рисунок 277

Натискаємо на весь переріз в місці перетину його осей симетрії, в результаті чого навколо всього перерізу з'являється прямокутник з лініями у вигляді точок, а у списку **Сталь** вибираємо рядок **как у верхней ветви** (рис. 278).

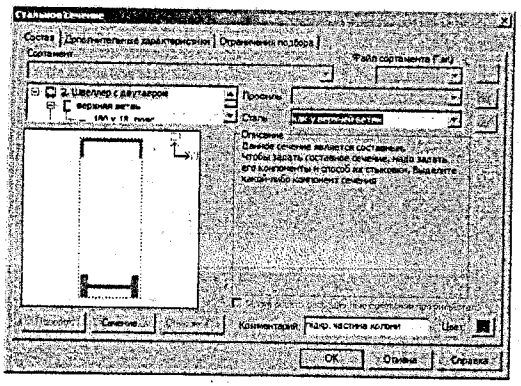


Рисунок 278

Переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, в якій у полі **Тип элемента** ставимо позначку • напроти позиції **Колонна**, а в полі **Расчетные длины** ставимо позначку ✓ напроти позиції **использовать коэффициенты к длине конструктивного элемента**, причому для **стержня** в рядку **относительно оси Z1** пишемо 1, в рядку **относительно оси Y1** пишемо 2, а для **ветвей** в рядку **Нижней** пишемо 1, в рядку **Верхней** пишемо 1. Крім того, в полі **Соединительная решетка** з двох рядків вибираємо перший, а в полі **Шаг решетки** пишемо 2.5 (рис. 279).

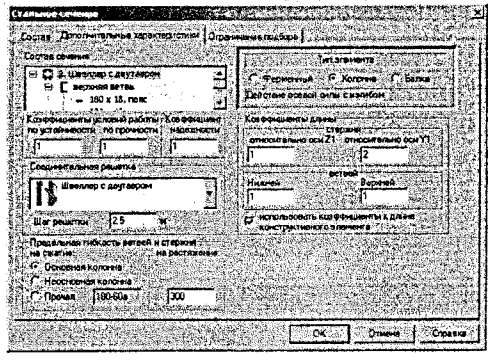


Рисунок 279

Повторно переходимо на закладку **Состав**, виділяємо **раскос** і вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Уголок равнополочный**, в списку **Профиль** – рядок **100×100×8**, а у списку **Сталь** – рядок **ВСт3Гпс5-2** і натискаємо кнопку **ОК** OK (рис. 280).

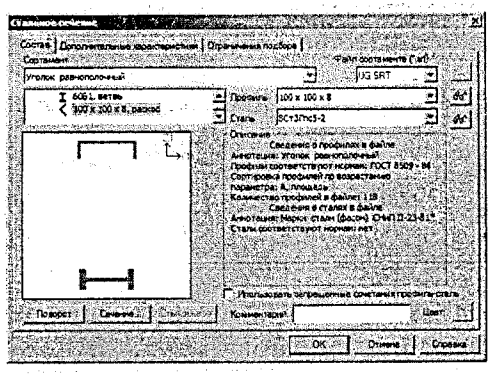


Рисунок 280

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, переходимо на закладку **Элементы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та клацаємо кнопку **Перерисовать**.

Клацаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 60, 61, 52 і 53 нижньої частини правої колони.

Натискаємо **Редактировать** ▶ кнопку **Создать конструктивные элементы**.

Закриваємо діалогові вікна шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами, в якій біля елементів нижньої частини правої колони з'явиться напис КК4 (рис. 281).

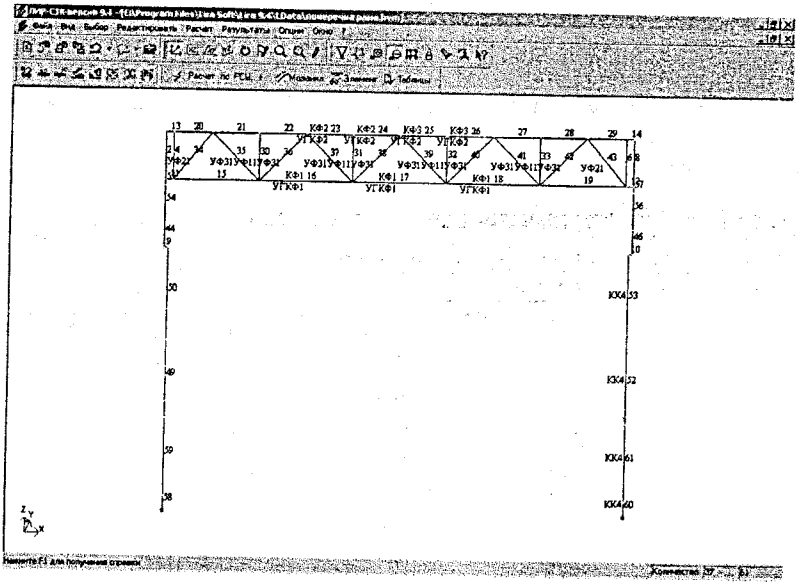


Рисунок 281

Виділяємо елементи КК4 нижньої частини правої колони.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому виділяємо в списку тип жорсткості 2 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип**, в результаті чого в полі **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 2. Натискаємо кнопку **Назначить**

(рис. 282).

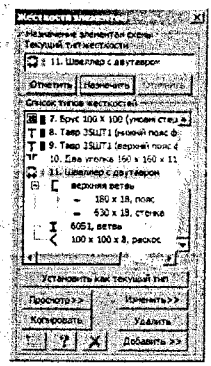


Рисунок 282

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Расчет элемента** Элемент і натискаємо на конструктивний елемент КК4. З'являється вікно локального розрахунку (рис. 283).

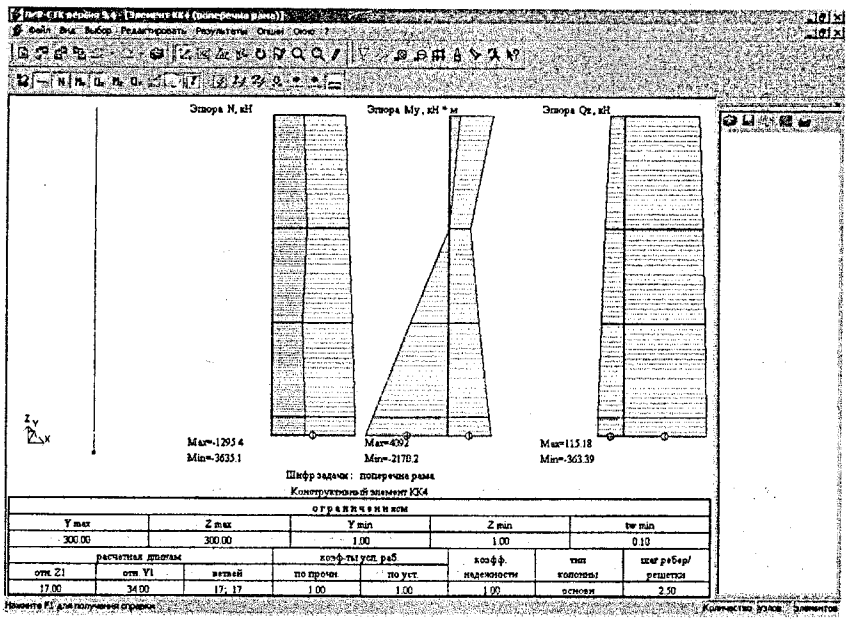


Рисунок 283

Натискаємо **Результаты ►** кнопку **Выполнить подбор элемента**. З'являється таблиця результатів підбору перерізів елементів нижньої частини правої колони (рис. 284).

Шифр задачи : поперечна рама

Конструктивный элемент КК4

ограничения см						
Y max	Z max	Y min	Z min	tw min		
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10		
расчетная длина м		коэф-ты усл. раб.		коэфф. надежности	тип колонны	шаг ребер/ решетки
отн. Z1	отн. Y1	ветвей	по прочн	по уст.		
17.00	34.00	17. 17	1.00	1.00	1.00	основн 2.50

Результаты подбора

Сечение	1 Швеллер с двутавром				
проценты использования по 1ПС				шаг решетки/ планок м	расст. в осях ветвей см
по норм	уст. отн. Y1	уст. отн. Z1	устойч. YZ		
86.2	98.5	88.0	0.0	2.50	1.5
проценты использов. по 2ПС			сводные %% использов		
гибк. отн. Y1	гибк. отн. Z1	соотнош. гибк.	1ПС	2ПС	местн. устойч.
43.2	53.9	91.1	98.5	91.1	0.0
Сечение	верхняя ветвь, стыковка 150 см				
Сечение	180 x 18, полс, стыковка 1.6 см				
Профиль	180 x 18; ГОСТ 19903 - 74*				
Сталь	ВСт3Гпс5-2; ТУ 14-1-3023-80				
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм				
Сечение	700 x 20 стенка				
Профиль	700 x 20; ГОСТ 19903 - 74*				
Сталь	ВСт3Гпс5-2; ТУ 14-1-3023-80				
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм				
проценты использования по 1ПС					
по норм	уст. отн. Y1	уст. отн. Z1	устойч. YZ	уст. стенки	уст. полок
86.2	99.7	86.6	0.0	97.0	63.5
проценты использов по 2ПС			сводные %% использов		шаг ребер/ планок
гибк. отн. Y1	гибк. отн. Z1	1ПС	2ПС	местн. устойч.	
37.7	3.4	99.7	37.7	97.0	нет
Сечение	70Б1 ветвь				
Профиль	70Б1; ГОСТ 26020 - 83				
Сталь	ВСт3Гпс5-2; ТУ 14-1-3023-80				
Сортамент	Двутавр с параллельными гранями, полок типа Б (балочный)				
проценты использования по 1ПС					
по норм	уст. отн. Y1	уст. отн. Z1	устойч. YZ	уст. стенки	уст. полок
65.3	76.6	65.5	0.0	92.7	38.4
проценты использов. по 2ПС			сводные %% использов.		шаг ребер/ планок
гибк. отн. Y1	гибк. отн. Z1	1ПС	2ПС	местн. устойч.	
35.5	2.7	76.6	35.5	92.7	нет
Сечение	120 x 120 x 8 раскос				
Профиль	120 x 120 x 8; ГОСТ 8509 - 86				
Сталь	ВСт3Гпс5-2; ТУ 14-1-3023-80				
Сортамент	Уголок равнополочный				
проценты использования по 1ПС					
по норм	уст. отн. Y1	уст. отн Z1	Fi мин.	уст. стенки	уст. полок
60.6	69.0	95.1	0.64	0.0	64.0
проценты использов. по 2ПС			сводные %% использов		шаг ребер/ планок
гибк. отн. Y1	гибк. отн. Z1	1ПС	2ПС	местн. устойч.	
26.8	52.6	95.1	52.6	64.0	нет

Рисунок 284

В вертикальному вікні натискаємо кнопку **Добавить изображение**, в результаті чого у це вікно вставляється зображення таблиці результатів підбору перерізів елементів нижньої частини правої колони з підписом **Элемент КК4 (поперечна рама)**. Виділяємо дане зображення і натискаємо

праву кнопку миші та вибираємо **Копировать**. Вставляємо це зображення в MS Word.

Натискаємо **Файл** ► кнопку **Сохранить...** ► кнопку **Сохранить**, в результаті чого файл збережеться в папці **LData**. Закриваємо вікно локального розрахунку шляхом натискання нижньої кнопки **Закрыть**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 1 і натискаємо кнопку **Изменить** (рис. 285).

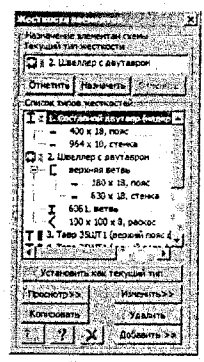


Рисунок 285

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому у списку **Сталь** вибираємо рядок **ВСт3Гпс5-1** спочатку для стінки, а потім для полички складеного двотавра (рис. 286).

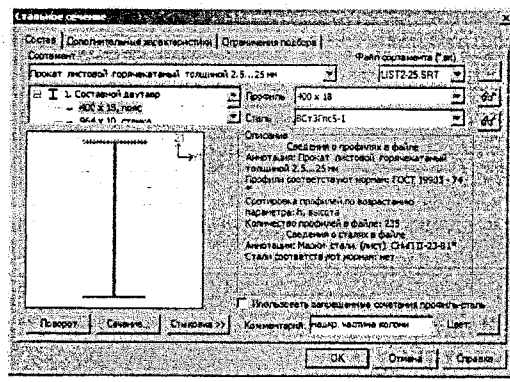


Рисунок 286

Натискаємо на деякій відстані від стінки, але в межах звисів поличок складеного двотавра, в результаті чого навколо складеного двотавра з'являється прямокутник з лініями у вигляді точок, а у списку **Сталь** вибираємо рядок **как у пояса** (рис. 287).

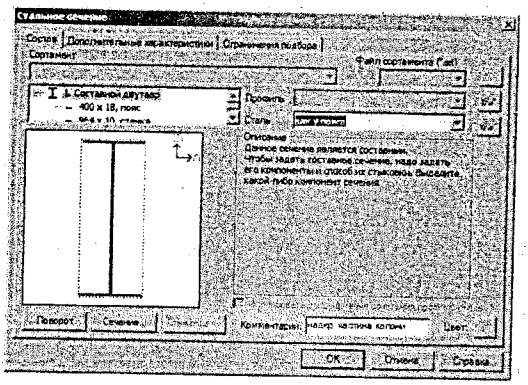


Рисунок 287

Переходимо на закладку **Дополнительные характеристики,** в якій у полі **Тип элемента** ставимо позначку • напроти позиції **Колонна** і натискаємо кнопку **ОК** [OK] (рис. 288).

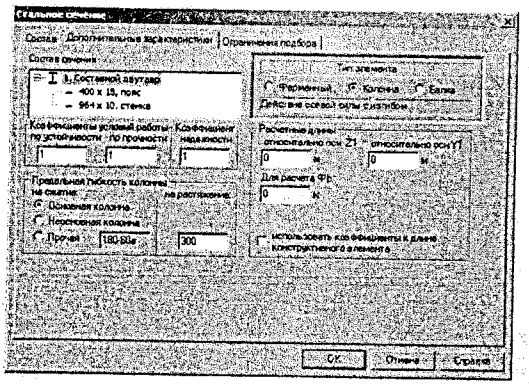


Рисунок 288

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, переходимо на закладку **Элементы**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** та натискаємо кнопку **Перерисовать**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 54 і 55 верхньої частини лівої колони.

Натискаємо **Редактировать** ► кнопку **Создать конструктивные элементы**.

Закриваємо діалогові вікна шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Для нормалізації вигляду натискаємо на панелі інструментів кнопку **Исходный размер** і отримаємо схему поперечної рами, в якій біля елементів верхньої частини лівої колони з'явиться напис КК5 (рис. 289).

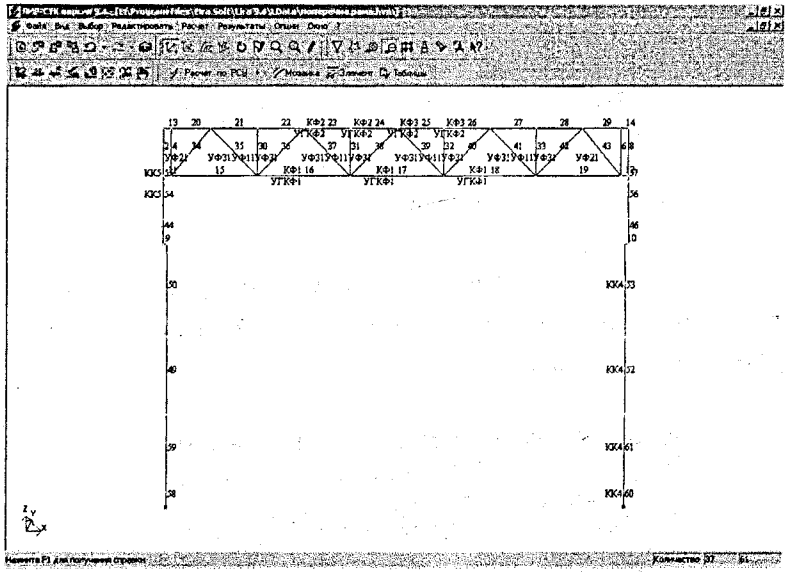


Рисунок 289

Виділяємо елементи КК5 верхньої частини лівої колони.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому виділяємо в списку тип жорсткості 1 та натискаємо на кнопку **Установить как текущий тип** [Установить как текущий тип], в результаті чого в полі **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості 1. Натискаємо кнопку **Назначить** [Назначить]

(рис. 290).

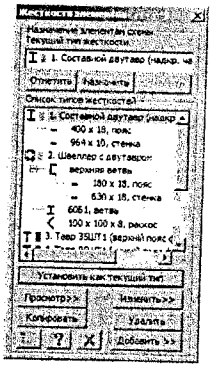


Рисунок 290

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Расчет элемента** і натискаємо на елемент 44. З'являється вікно локального розрахунку (рис. 291).

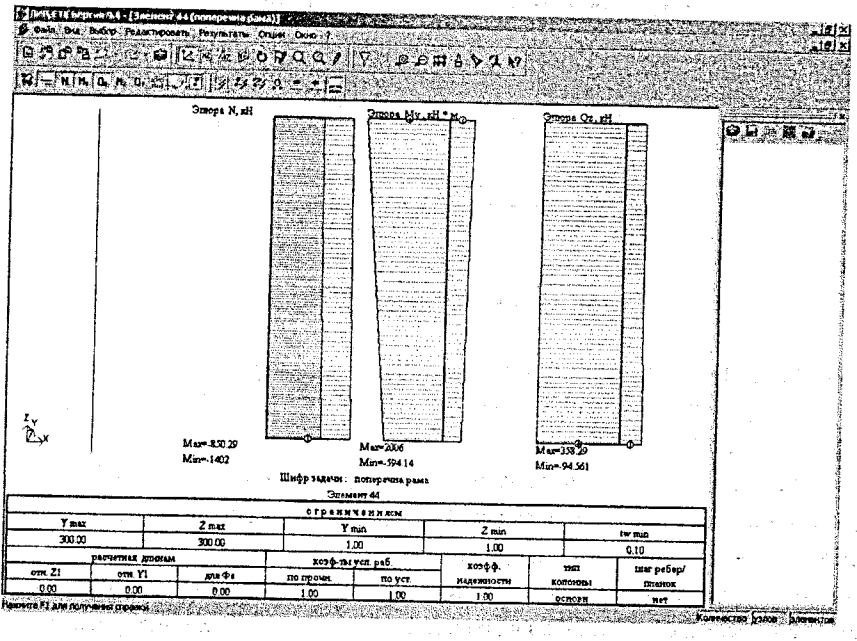


Рисунок 291

Натискаємо **Файл** ► кнопку **Сохранить...** ► кнопку **Сохранить** Сохранить, в результаті чого файл збережеться в папці **LData**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому виділяємо в списку тип жорсткості 1 та натискаємо кнопку **Изменить** Изменить>>. З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, де у полі **Расчетные длины** в рядку **относительно оси Z1** пишемо 1.63, в рядку **относительно оси Y1** пишемо 13.2, а в рядку **Для расчета Фb** пишемо 1.63 та натискаємо кнопку **OK** OK (рис. 292). В даному прикладі 1.63 означає відстань (1,63 м) від виступу колони до вузла прикладання горизонтального кранового навантаження, 13.2 означає відстань $(4{,}4 \cdot 3 = 13{,}2\ \text{м})$ від виступу колони до нижнього пояса ферми.

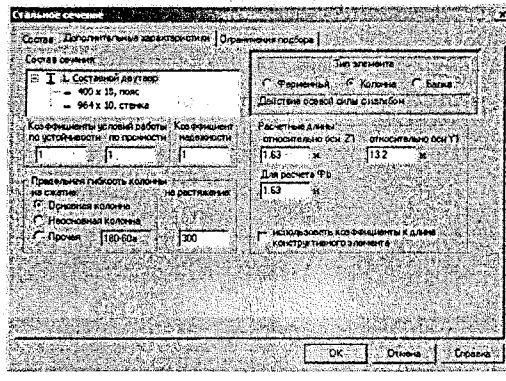
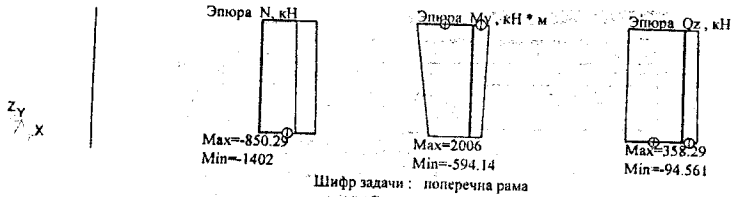


Рисунок 292

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Проверка**. З'являється таблиця результатів перевірки перерізу елемента 44 верхньої частини лівої колони (рис. 293).

Із таблиці результатів перевірки видно, що переріз елемента 44 верхньої частини лівої колони заданий не правильно, адже не задовольняє перевірок по нормальних напруженнях (**normal tensions**), стійкості (**stability**) в площині та із площини поперечної рами. Тому корегуємо переріз елемента 44 верхньої частини лівої колони. Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения**. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**,

в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 1 і натискаємо кнопку **Изменить** (рис. 294).



Шифр задачи : поперечна рама

Элемент 44

ограничения см							
Y max	Z max	Y min	Z min	tw min			
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10			
расчетная длина м			коэф-ты усл. раб.		коэфф. надежности	тип колонны	шаг ребер/ планок
отн. Z1	отн. Y1	для Фе	по прочн.	по уст.			
1.63	13.20	1.63	1.00	1.00	1.00	основн	ставить

Результаты проверки	
Сечение	1. Составной двутавр
Сечение	400 x 18 пояс
Профиль	400 x 18; ГОСТ 19903 - 74*
Сталь	ВСт3Гпс5-1; ТУ 14-1-3023-80
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм
Сечение	964 x 10 стенка
Профиль	964 x 10; ГОСТ 19903 - 74*
Сталь	ВСт3Гпс5-1; ТУ 14-1-3023-80
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм

проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст. отн. Y1	уст. отн. Z1	устойч. YZ	уст. стенки	уст. полок
106.3	139.3	117.2	0.0	86.6	77.8
проценты использов. по 2ПС		сводные %% использов.			шаг ребер/ планок
гибк. отн. Y1	гибк. отн. Z1	1ПС	2ПС	местн. устойч.	
27.1	15.7	139.3	27.1	86.6	2.892

Рисунок 293

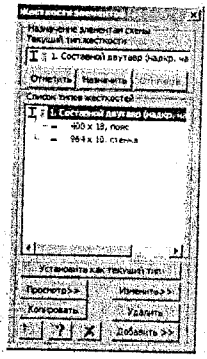


Рисунок 294

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому натискаємо на позицію – 964×10, стенка (рис. 295).

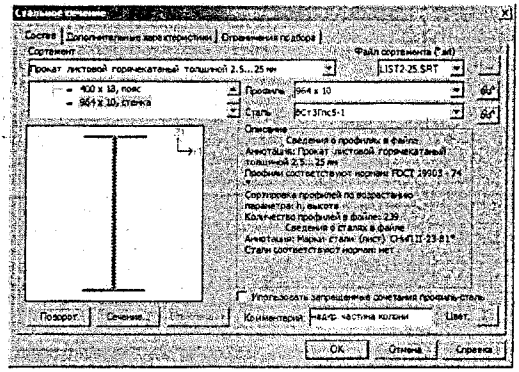


Рисунок 295

Задаємо переріз 960×16. Для цього напроти списку **Профиль** натискаємо кнопку , в результаті чого з'являється діалогове вікно **ЛИР-РС** (рис. 296).

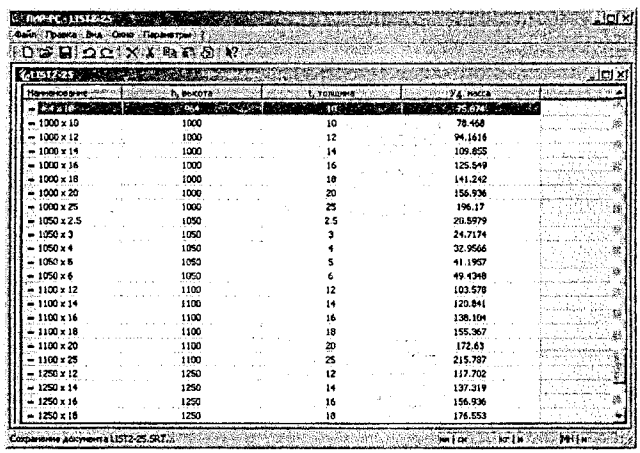


Рисунок 296

В меню **Правка** вибираємо **Разрешить правку**.

Натискаємо **Правка ▶ Новая строка**. З'являється діалогове вікно **Вставить новый профиль**, в якому вводимо 960×16 і натискаємо кнопку **ОК** (рис. 297).

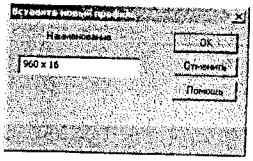


Рисунок 297

Відкривається діалогове вікно **Характеристики профиля 960×16**, в якому вводимо параметри: **Высота, h; Толщина, t; Уд. масса** і натискаємо кнопку **ОК** (рис. 298).

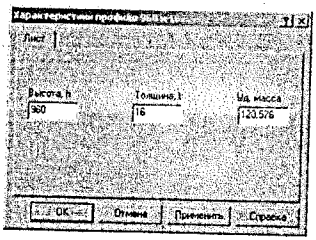


Рисунок 298

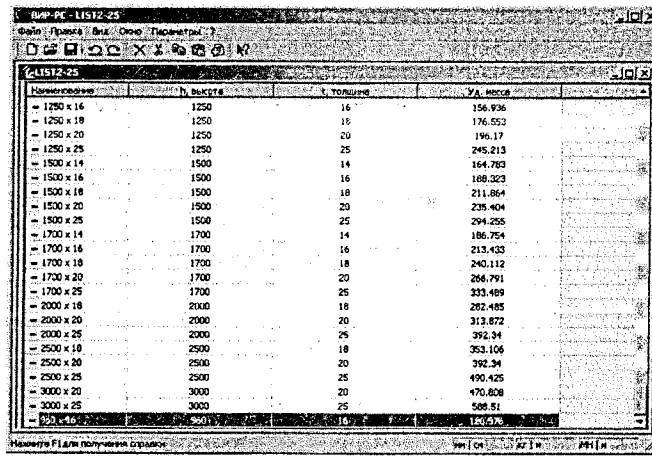
В результаті діалогове вікно **ЛИР-РС** доповнюється новим рядком (рис. 299).

Відсортовуємо сортамент шляхом натискання заголовка **h, высота**.

В результаті отримаємо оновлене діалогове вікно **ЛИР-РС** з профілем 960×16, розташованим між 950×12 та 964×10 (рис. 300).

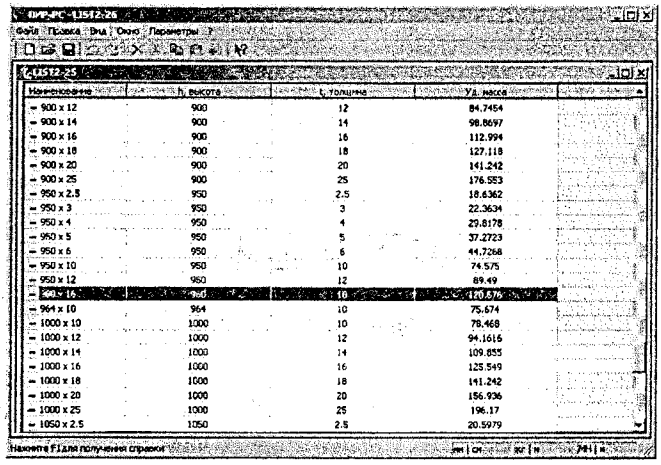
Зберігаємо сортамент та закриваємо діалогове вікно **ЛИР-РС** шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Для оновлення профілів повторно вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм**, а в списку **Профиль** вибираємо рядок **960×16**.



Наименование	h, высота	t, толщина	Уд. масса
1250 x 16	1250	16	156.936
1250 x 18	1250	18	176.552
1250 x 20	1250	20	196.17
1250 x 25	1250	25	245.213
1500 x 14	1500	14	164.783
1500 x 16	1500	16	188.323
1500 x 18	1500	18	211.864
1500 x 20	1500	20	235.404
1500 x 25	1500	25	294.255
1700 x 14	1700	14	186.754
1700 x 16	1700	16	213.433
1700 x 18	1700	18	240.112
1700 x 20	1700	20	266.791
1700 x 25	1700	25	333.489
2000 x 18	2000	18	282.485
2000 x 20	2000	20	313.872
2000 x 25	2000	25	392.34
2500 x 18	2500	18	353.106
2500 x 20	2500	20	392.34
2500 x 25	2500	25	490.425
3000 x 20	3000	20	470.808
3000 x 25	3000	25	588.51
960 x 16	960	16	180.576

Рисунок 299



Наименование	h, высота	t, толщина	Уд. масса
900 x 12	900	12	84.7454
900 x 14	900	14	98.8697
900 x 16	900	16	112.994
900 x 18	900	18	127.118
900 x 20	900	20	141.242
900 x 25	900	25	176.553
950 x 2.5	950	2.5	18.6362
950 x 3	950	3	22.3634
950 x 4	950	4	29.8178
950 x 5	950	5	37.2723
950 x 6	950	6	44.7268
950 x 10	950	10	74.575
950 x 12	950	12	89.49
960 x 16	960	16	120.576
964 x 10	964	10	75.674
1000 x 10	1000	10	78.468
1000 x 12	1000	12	94.1616
1000 x 14	1000	14	109.855
1000 x 16	1000	16	125.549
1000 x 18	1000	18	141.242
1000 x 20	1000	20	156.936
1000 x 25	1000	25	196.17
1050 x 2.5	1050	2.5	20.5979

Рисунок 300

Для оновлення профілів повторно вибираємо в списку **Сортамент** рядок **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм**, а в списку **Профиль** вибираємо рядок **960 × 16**.

В результаті отримаємо діалогове вікно зі скорегованим перерізом елемента 44 верхньої частини лівої колони (рис. 301).

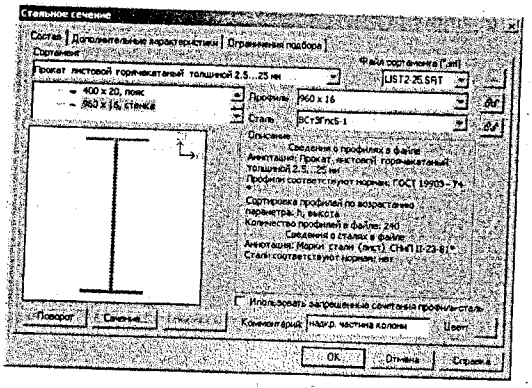
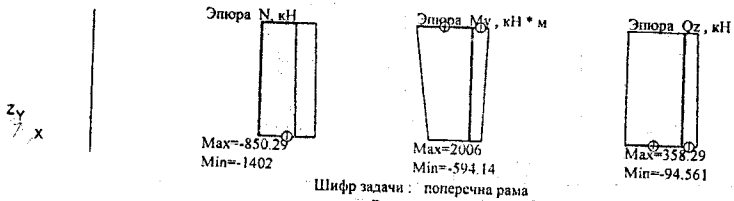


Рисунок 301

Натискаємо кнопку **ОК** OK і на панелі інструментів кнопку **Проверка** . З'являється таблиця результатів перевірки перерізу елемента 44 верхньої частини лівої колони (рис. 302).



Шифр задачи : поперечна рама

Элемент 44

ограничения см				
Y max	Z max	Y min	Z min	tw min
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10

расчетная длина м			коэф-ты усл. раб.		коэфф. надежности	тип колонны	шаг ребер/ планок
отн. Z1	отн. Y1	для Фе	по прочн.	по уст.			
1.63	13.20	1.63	1.00	1.00	1.00	основн	ставить

Результаты проверки

Сечение	1. Составной двутавр
Сечение	400 x 20 пояс
Профиль	400 x 20; ГОСТ 19903 - 74*
Сталь	ВСт3Гпс5-1; ТУ 14-1-3023-80
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм
Сечение	960 x 16 стенка
Профиль	960 x 16; ГОСТ 19903 - 74*
Сталь	ВСт3Гпс5-1; ТУ 14-1-3023-80
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм

проценты использования по 1ПС

по норм.	уст. отн. Y1	уст. отн. Z1	устойч. YZ	уст. стенки	уст. полок
85.7	97.2	98.9	0.0	48.3	67.8

проценты использов. по 2ПС		сводные %% использов.			шаг ребер/ планок
гибк. отн. Y1	гибк. отн. Z1	1ПС	2ПС	местн. устойч.	
25.4	15.2	98.9	25.4	67.8	нет

Рисунок 302

Закриваємо діалогове вікно **Жесткости элементов** шляхом натискання кнопки **Закрыть** ☒.

Натискаємо **Файл ▶ Сохранить Как... ▶** кнопку **Сохранить** Сохранить, в результаті чого файл збережеться в папці **LData**. Закриваємо вікно локального розрахунку шляхом натискання нижньої кнопки **Закрыть** ☒.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Расчет элемента** Элемент і натискаємо конструктивний елемент КК5. З'являється вікно локального розрахунку (рис. 303).

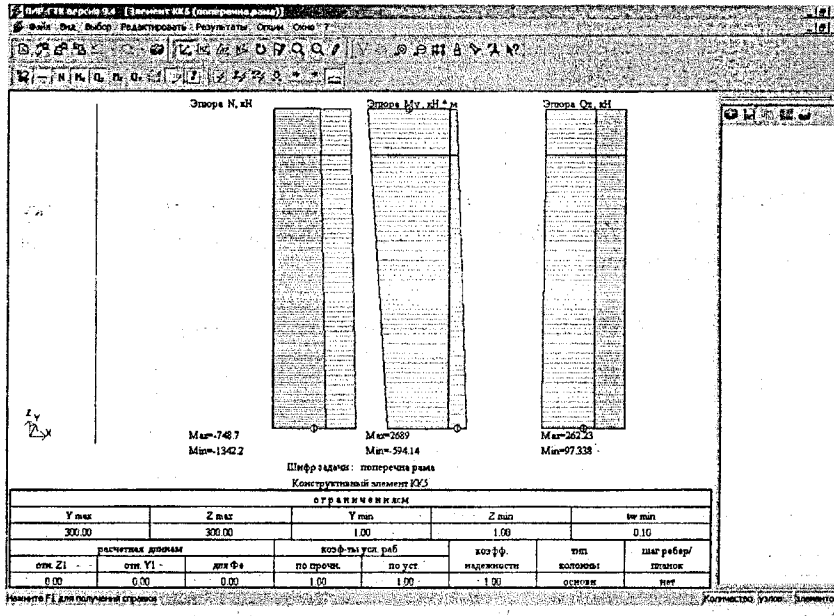


Рисунок 303

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения** Сечения. Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому виділяємо в списку тип жорсткості 1 та натискаємо кнопку **Изменить** Изменить... З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому переходимо на закладку **Дополнительные характеристики**, де у полі **Расчетные длины** в рядку **относительно оси Z1** пишемо 2.77, в рядку **относительно оси Y1** пишемо 13.2, а в рядку **Для расчета Фb** пишемо 2.77 та натискаємо кнопку **ОК** OK (рис. 304). В даному прикладі 2.77 означає відстань (2,77 м) від вузла прикладання горизонтального кранового навантаження до нижнього пояса ферми, 13.2 означає відстань ($4{,}4 \cdot 3 = 13{,}2$ м) від виступу колони до нижнього пояса ферми.

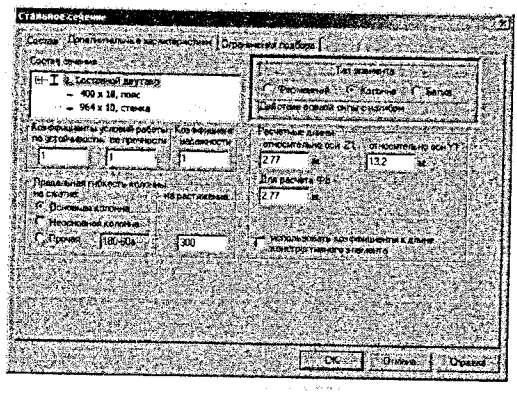
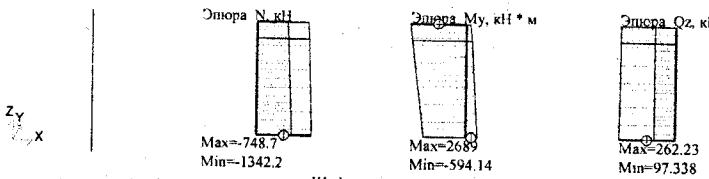


Рисунок 304

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Проверка** . З'являється таблиця результатів перевірки перерізу конструктивного елемента КК5 верхньої частини лівої колони (рис. 305).



Шифр задачи : поперечна рама

Конструктивный элемент КК5

ограничения см						
Y max	Z max		Y min	Z min	tw min	
300.00	300.00		1.00	1.00	0.10	
расчетная длина м			коэф-ты усл. раб.		коэфф. надежности	тип колонны	шаг ребер/планок
отн. Z1	отн. Y1	для Фе	по прочн.	по уст.			
2.77	13.20	2.77	1.00	1.00	1.00	основн	ставить

Результаты проверки

Сечение	1. Составной двутавр
Сечение	400 x 18 пояс
Профиль	400 x 18; ГОСТ 19903 - 74*
Сталь	ВСт3Гпс5-1; ТУ 14-1-3023-80
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм
Сечение	964 x 10 стенка
Профиль	964 x 10; ГОСТ 19903 - 74*
Сталь	ВСт3Гпс5-1; ТУ 14-1-3023-80
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм

проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст. отн. Y1	уст. отн. Z1	устойч. YZ	уст. стенки	уст. полок
137.1	170.8	149.1	0.0	93.6	77.8
проценты использов. по 2ПС		сводные %% использов.			шаг ребер/планок
гибк. отн.Y1	гибк. отн. Z1	1ПС	2ПС	местн. устойч.	
31.0	30.5	170.8	31.0	93.6	2.892

Рисунок 305

Із таблиці результатів перевірки видно, що переріз конструктивного елемента КК5 верхньої частини лівої колони заданий не правильно, адже не задовольняє перевірок по нормальних напруженнях, стійкості в площині та із площини поперечної рами. Тому корегуємо переріз конструктивного елемента КК5 верхньої частини лівої колони. Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Сечения** . Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому в списку типів жорсткостей вибираємо тип 1 і натискаємо кнопку **Изменить** (рис. 306).

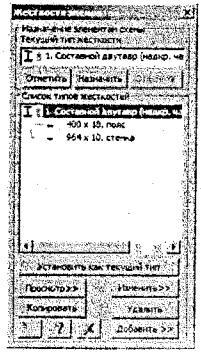


Рисунок 306

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому натискаємо на позицію – 964 × 10, стенка (рис. 307).

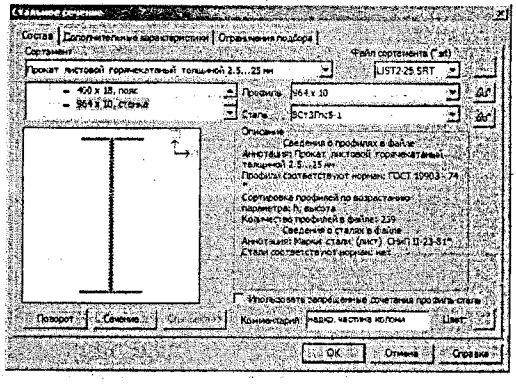


Рисунок 307

Задаємо переріз -960×16, стенка. Для цього в списку **Профиль** вибираємо переріз 960×16, а у списку **Сталь** вибираємо рядок **09Г2С**, після чого за описаною раніше методикою задаємо переріз -400×20, пояс, для якого у списку **Сталь** також вибираємо рядок **09Г2С** і отримаємо діалогове вікно **Стальное сечение** зі скорегованим перерізом конструктивного елемента КК5 верхньої частини лівої колони (рис. 308).

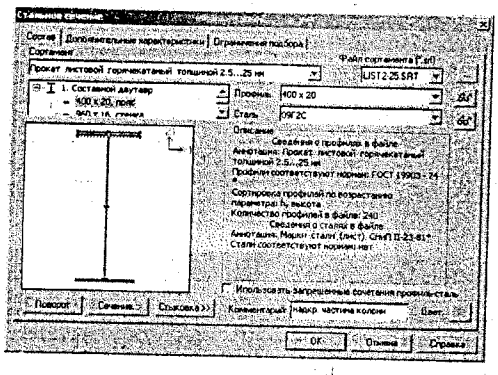


Рисунок 308

Натискаємо кнопку **ОК** OK і на панелі інструментів кнопку **Проверка**. З'являється таблиця результатів перевірки перерізу конструктивного елемента КК5 верхньої частини лівої колони (рис. 309).

Закриваємо діалогове вікно **Жесткости элементов** шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Натискаємо **Файл** ► **Сохранить Как...** ► кнопку **Сохранить** Сохранить, в результаті чого файл збережеться в папці **LData**. Закриваємо вікно локального розрахунку шляхом натискання нижньої кнопки **Закрыть**.

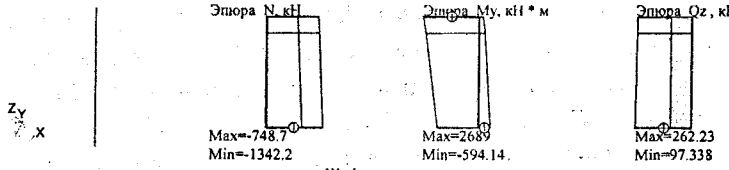
Повторний розрахунок

Завантажуємо задачу поперечна рама, тобто повертаємось до вихідної схеми поперечної рами.

Згідно з табличними результатами розрахунку, отриманими в ЛИР-СТК, змінюємо жорсткості елементів.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Жесткости элементов**.

Відкривається діалогове вікно **Жесткости элементов**, в якому вибираємо тип жорсткості 4 і натискаємо кнопку **Изменить** Изменить.



Шифр задачи : поперечна рама

Конструктивный элемент КК5

ограничения см							
Y max		Z max	Y min		Z min		tw min
300.00		300.00	1.00		1.00		0.10
расчетная длина м			коэф-ты усл. раб.		коэфф.	тип	шаг ребер/
отн. Z1	отн. Y1	для Фе	по прочн.	по уст.	надежности	колонны	планок
2.77	13.20	2.77	1.00	1.00	1.00	основн	ставить

Результаты проверки

Сечение	1. Составной двутавр
Сечение	400 x 20 пояс
Профиль	400 x 20; ГОСТ 19903 - 74*
Сталь	09Г2С; ГОСТ 19282-73*
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм
Сечение	960 x 16 стенка
Профиль	960 x 16; ГОСТ 19903 - 74*
Сталь	09Г2С; ГОСТ 19282-73*
Сортамент	Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм

проценты использования по 1ПС					
по норм.	уст. отн. Y1	уст. отн. Z1	устойч. YZ	уст. стенки	уст. полок
81.8	97.2	92.4	0.0	61.4	73.4
проценты использов.по 2ПС		сводные %% использов.			шаг ребер/
гибк. отн. Y1	гибк. отн. Z1	1ПС	2ПС	местн. устойч.	планок
25.0	25.4	97.2	25.4	73.4	2.880

Рисунок 309

З'являється діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому у списку **Профиль** вибираємо рядок **17.5ШТ*** і натискаємо кнопку **ОК** (рис. 310).

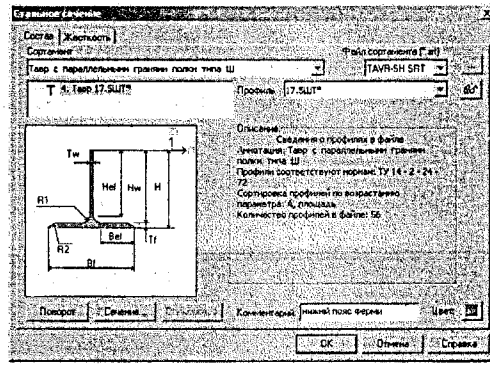


Рисунок 310

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 15 і 19, які відповідають типу жорсткості 4.

Клацаємо кнопку **Установить как текущий тип**, в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості, після чого натискаємо кнопку **Назначить**.

Натискаємо кнопку **Копирование**. З'являється новий тип жорсткості 8, який виділяємо і натискаємо кнопку **Изменить**.

Відкривається діалогове вікно **Стальное сечение**, в якому у списку **Профиль** вибираємо рядок **25ШТ1** і натискаємо кнопку **ОК** (рис. 311).

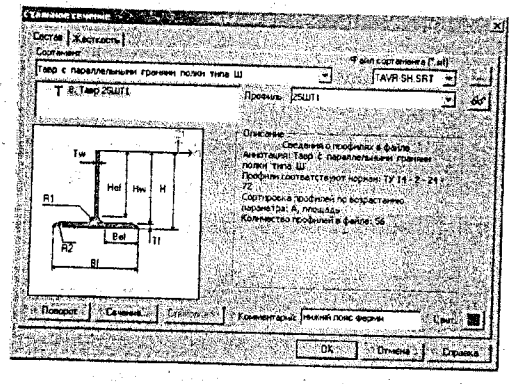


Рисунок 311

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 16, 17 і 18, які відповідають типу жорсткості 8.

Натискаємо кнопку **Установить как текущий тип**, в результаті чого в рядку **Текущий тип жесткости** з'явиться назва типу жорсткості, після чого натискаємо кнопку **Назначить**.

Аналогічно змінюємо жорсткості для інших елементів, розрахованих в ЛИР-СТК.

Закриваємо діалогове вікно **Жесткости элементов** шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Натискаємо на клавіатурі кнопки Ctrl+A, а на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов**, клацаємо по елементах 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13 і 14 і натискаємо **Нагрузки ► Удалить собственный вес.**

Заново задаємо навантаження від власної ваги конструкцій. Для цього натискаємо **Нагрузки ► Добавить собственный вес.** З'являється діалогове вікно, в якому ставимо позначку • напроти позиції **выделенные элементы**, а в рядку **Коэфф. надежности по нагрузке** пишемо 1.05 та натискаємо

кнопку **Применить** (рис. 312).

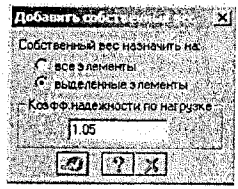


Рисунок 312

Знімаємо виділення з об'єктів шляхом натискання на панелі інструментів кнопки **Отмена выбора**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**. З'являється діалогове вікно **Показать**, в якому забираємо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов**, ставимо позначку ✓ напроти позиції **Типы жесткостей**. Переходимо на закладку **Узлы**, в якій забираємо позначку ✓ напроти позиції **Номера узлов** та натискаємо кнопку **Перерисовать**.

Як бачимо (рис. 313), кількість типів жорсткостей збільшилась із 7 до 13.

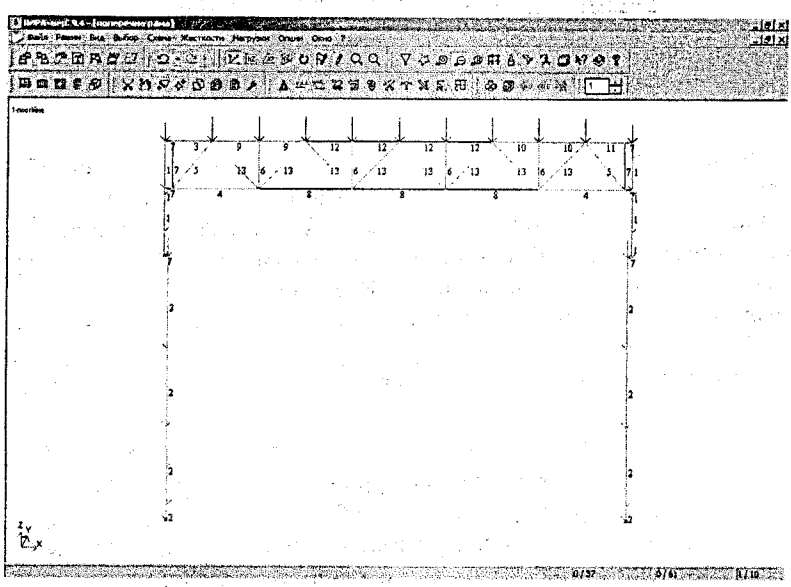


Рисунок 313

Закриваємо діалогове вікно **Показать** шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Выполнить расчет**. Якщо дані введені коректно, то програма не зупиняється в процесі розрахунку, якщо були допущені помилки – програма в протоколі розрахунку виводить **ЗАДАНИЕ НЕ ВЫПОЛНЕНО**. В такому випадку потрібно скорегувати дані і повторно натиснути на панелі інструментів кнопку **Выполнить расчет**.

Натискаємо **Вид ► Пространственная модель(3D-графика)**. Відкривається вікно 3D-візуалізації, в якому натискаємо на панелі інструментів кнопку **Показать сечения элементов**.

В результаті отримаємо зображення поперечної рами з підібраними перерізами елементів, яке при необхідності повертаємо у будь-якому напрямку (рис. 314). Закриваємо вікно 3D-візуалізації шляхом натискання нижньої кнопки **Закрыть**.

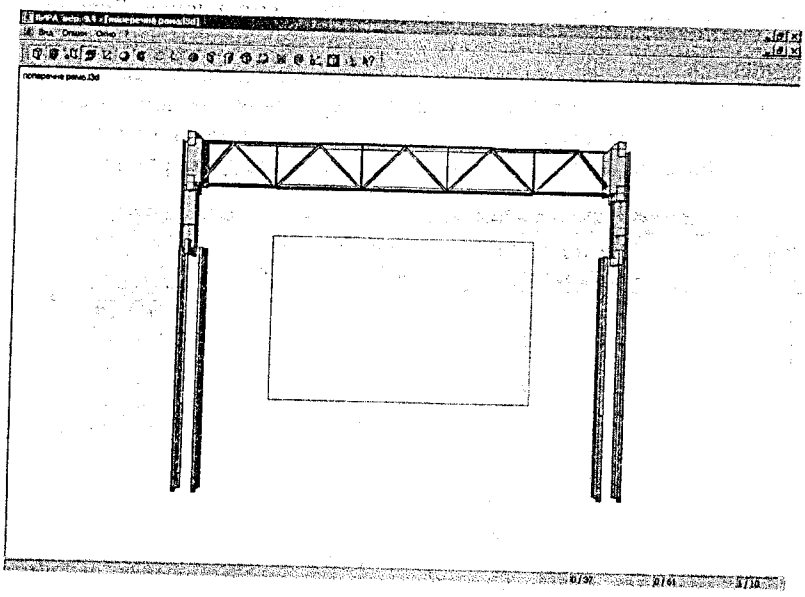


Рисунок 314

Послідовність виведення на друк графічних результатів розрахунку

Будь-яке графічне зображення результатів розрахунку можна роздрукувати.

Роздрукуємо, наприклад, епюри M_y для лівої колони поперечної рами від дії завантаження під номером 1 і назвою 1-постійне. Для цього натискаємо на панелі інструментів кнопку **Визуализация результатов расчета** і переходимо в режим візуалізації результатів розрахунку.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**. З'являється діалогове вікно **Показать**, в якому ставимо позначку ✓ напроти позиції **Номера элементов** і натискаємо кнопку **Перерисовать**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо вертикальні елементи лівої колони 58, 59, 49, 50, 44, 54 і 55.

Натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Фрагментация**.

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Флаги рисования**, переходимо на закладку **Результаты**, в якій ставимо позначку ✓ напроти позиції **Значения на эпюрах** і натискаємо кнопку **Перерисовать**. Клацаємо на панелі інструментів кнопку **Эпюры усилий в стержнях**, в результаті чого за замовчуванням внизу з'являється горизонтальна панель кнопок, на якій натискаємо кнопку **Эпюры M_y**.

Закриваємо діалогове вікно шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Натискаємо **Окно ▶ Графический контейнер**. За замовчуванням справа з'являється вертикальне вікно, в якому натискаємо кнопку **Добавить изображение**, в результаті чого у це вікно вставляється зображення епюри M_y для лівої колони поперечної рами від дії завантаження під номером 1 і назвою 1-постійне. Під даним зображенням за замовчуванням з'являється підпис поперечна рама, який можна змінити, натиснувши на підпис під зображенням один раз і через кілька секунд другий раз (рис. 315).

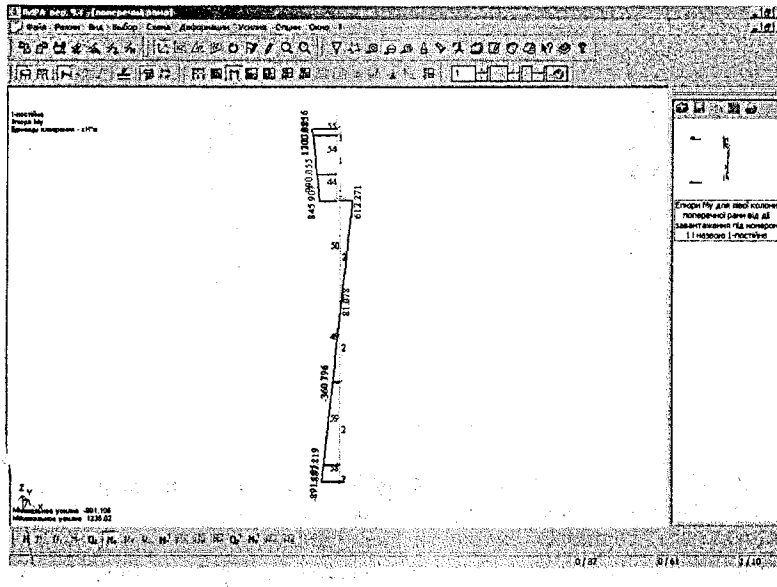


Рисунок 315

Змінюємо номер завантаження в окремому вікні на панелі інструментів і натискаємо кнопку **Применить**. В результаті отримаємо зображення епюри M_y для лівої колони поперечної рами від інших завантажень і натискаємо кнопку **Добавить изображение** (рис. 316).

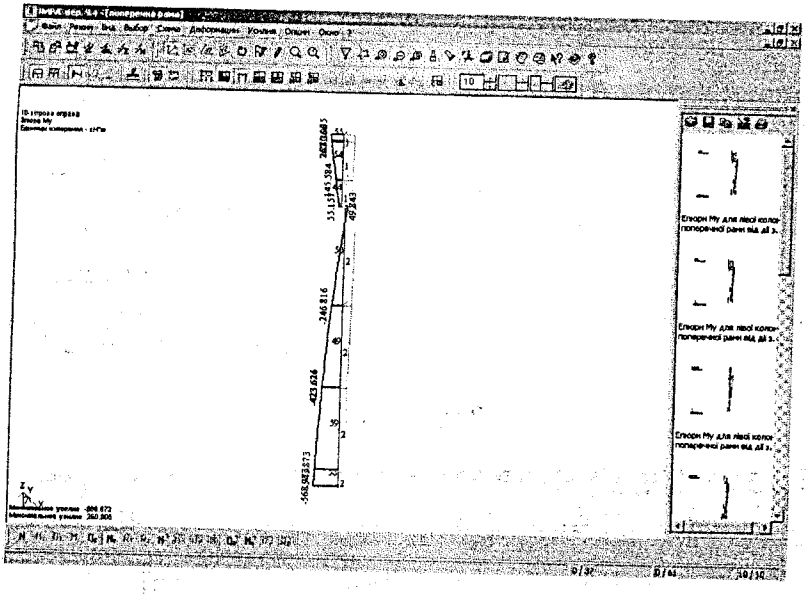


Рисунок 316

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **ДОКУМЕНТАТОР**. Змінюється вікно і за замовчуванням зліва з'являється вертикальне вікно з папкою для листів. Натискаємо **Редактировать ► Ввести новый лист** і отримаємо зображення одразу трьох вікон (рис. 317).

Виділяємо будь-яке зображення в правому вертикальному вікні і натискаємо праву кнопку миші та вибираємо **Копировать**. Натискаємо **Редактировать ► Разместить копию**. Вказуємо зміненим курсором місце, де необхідно розташувати зображення, після чого воно з'являється на листі (рис. 318). Якщо потрібно за допомогою миші розтягуємо або стискаємо зображення до необхідних розмірів.

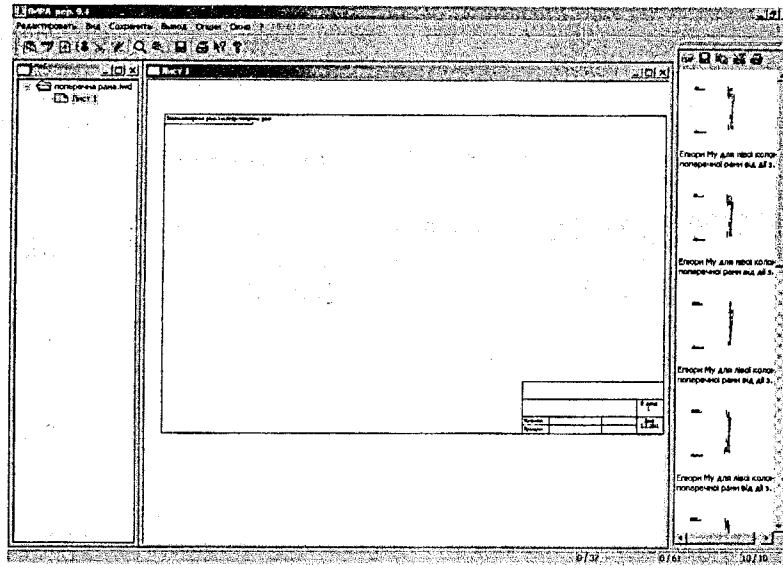


Рисунок 317

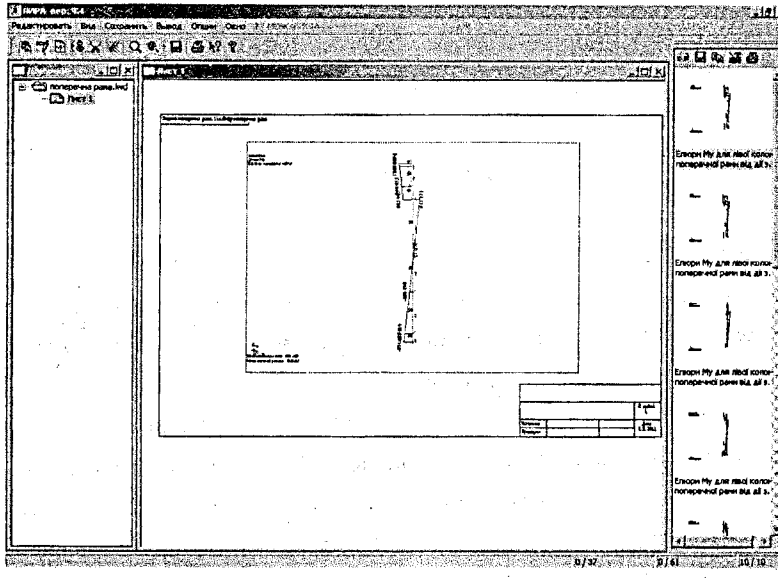


Рисунок 318

Натискаємо на зображення на листі, в результаті чого зникає червона рамка, яка окреслює контур зображення (рис. 319). Цю рамку можна відновити повторним натисканням на зображення на листі.

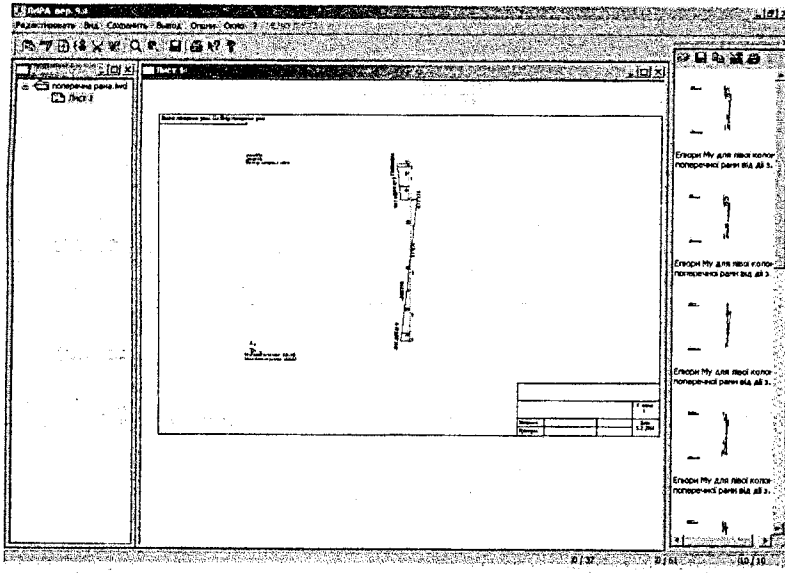


Рисунок 319

При необхідності натискаємо на панелі інструментів кнопку **Текст** та в місці майбутнього надпису двічі клацаємо на листі, в результаті чого з'являється діалогове вікно, в якому вводимо потрібний текст та натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 320).

Введений текст набуває червоного кольору, а після повторного натискання кнопки **Текст** колір тексту змінюється на чорний (рис. 321). Якщо натиснута на панелі інструментів кнопка **Текст**, то натисканням на введеному тексті змінюємо колір на червоний, за допомогою миші перетягуємо текст на потрібне місце або видаляємо його шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Delete**.

При необхідності можна розмістити ще одне таке ж саме або декілька різних зображень. Для цього виділяємо будь-яке відповідне зображення в правому вертикальному вікні і натискаємо праву кнопку миші та вибираємо **Копировать**. Натискаємо **Редактировать ► Разместить копию**. Вказуємо зміненим курсором місце, де необхідно розташувати відповідне зображення, після чого воно з'являється на листі (рис. 322). Якщо потрібно за допомогою миші розтягуємо або стискаємо зображення до необхідних розмірів.

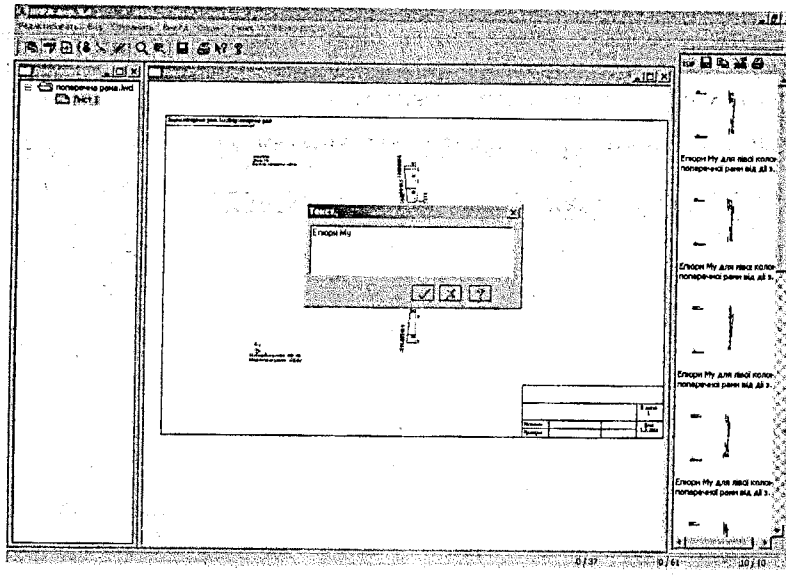


Рисунок 320

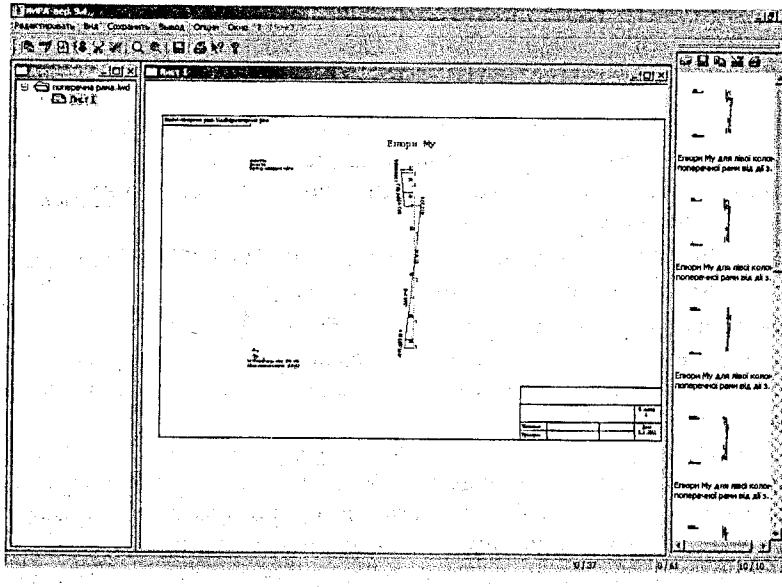


Рисунок 321

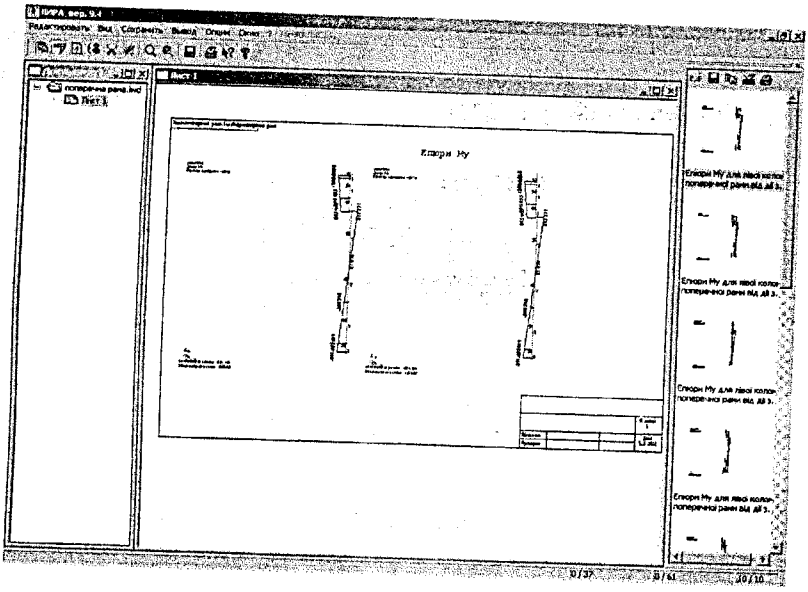


Рисунок 322

Для вибору формату листа та заповнення штампа натискаємо на панелі інструментів відповідно кнопки **Формат...** і **Штамп...**

У випадку виведення листа на друк натискаємо на панелі інструментів кнопку **Вывод листа**.

При необхідності створення інших листів натискаємо **Редактировать ▶ Ввести новый лист**.

Якщо виділити будь-яке зображення в правому вертикальному вікні і натиснути праву кнопку миші та вибирати **Копировать**, то можна вставити це зображення в MS Word або MS Excel.

Натискаємо **Сохранить ▶** кнопку **Сохранить лист**. Закриваємо ліве вертикальне вікно з папкою для листів шляхом натискання кнопки **Закрыть**.

Алгоритм підготовки до друку табличних результатів розрахунку

Для виведення на друк таблиці зусиль в елементах правої колони натискаємо праву кнопку миші і вибираємо **Восстановление конструкции.**

Натискаємо на панелі інструментів кнопку **Отметка элементов** і виділяємо елементи 60, 61, 52, 53, 46, 56 і 57.

Вибираємо **Окно ► Стандартные таблицы.** З'являється діалогове вікно **Стандартные таблицы,** в якому вибираємо рядок **Усилия** і клацаємо кнопку **Применить** (рис. 323).

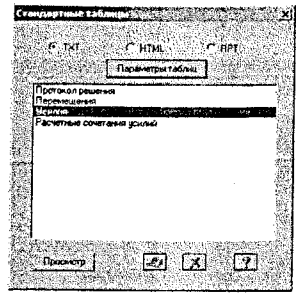


Рисунок 323

З'являється діалогове вікно **Выбор загружений,** в якому натискаємо кнопку **Подтвердить** (рис. 324).

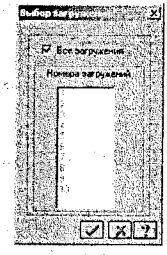


Рисунок 324

Відкривається вікно **поперечна рама_06.поперечна рама** з розрахованими зусиллями для виділених елементів 60, 61, 52, 53, 46, 56 і 57 від всіх передбачених завантажень (рис. 325).

Для виведення даних на друк натискаємо **Файл ► Печать.**

Закриваємо вікно **поперечна рама_06.поперечна рама** і діалогове вікно **Стандартные таблицы** шляхом натискання нижньої кнопки **Закрыть**.

Аналогічно можна отримати інші дані діалогового вікна **Стандартные**

таблицы. У випадку необхідності отримання даних від одного або кількох завантажень в діалоговому вікні **Выбор загружений** забираємо позначку ✓ напроти позиції **Все загружения**, виділяємо одну цифру або декілька цифр в полі **Номера загружений** і натискаємо кнопку **Подтвердить** ☑.

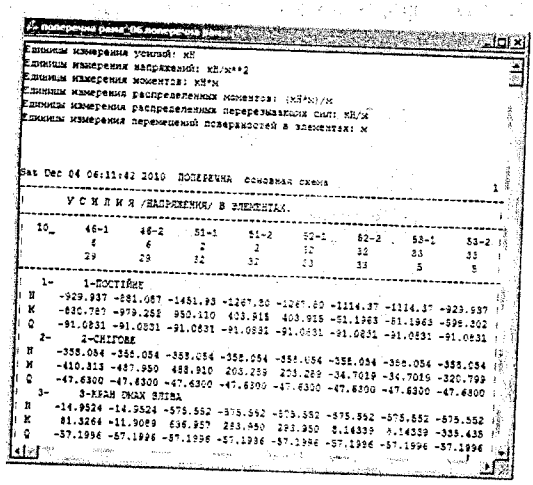


Рисунок 325

Якщо потрібно відкриваємо MS Word. Натискаємо **Файл** ► кнопку **Открыть** ☑. Знаходимо папку **LWork**, вибираємо **поперечна рама_06.поперечна рама** і натискаємо кнопку **Открыть** (рис. 326).

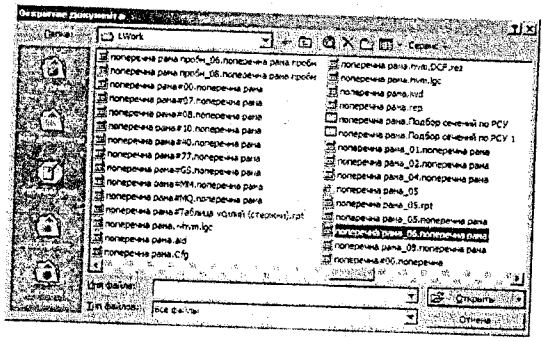


Рисунок 326

Відкривається документ **поперечна рама_06 - Microsoft Word**. Для нормалізації вигляду натискаємо **Вид** ► кнопку **Разметка страницы** і отримаємо дані в MS Word.

Натискаємо **Окно** ► кнопку **Интерактивные таблицы**. З'являється діалогове вікно **Редактор форм**, в якому виділяємо рядок **Усилия(стержни)** і натискаємо кнопку **Таблицу - на экран** (рис. 327).

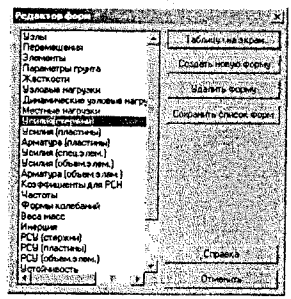


Рисунок 327

З'являється діалогове вікно **Создание таблицы элементов**, в якому ставимо позначку • напроти позицій **Для выбранных элементов, Для всех загружений** і натискаємо кнопку **Создать** (рис. 328).

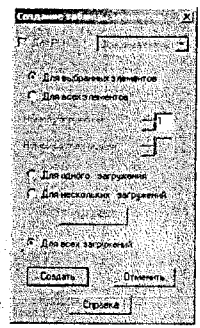


Рисунок 328

В результаті з'являється вікно **Таблица усилий (стержни)**, внизу якого

передбачені закладки з номерами завантажень (рис. 329).

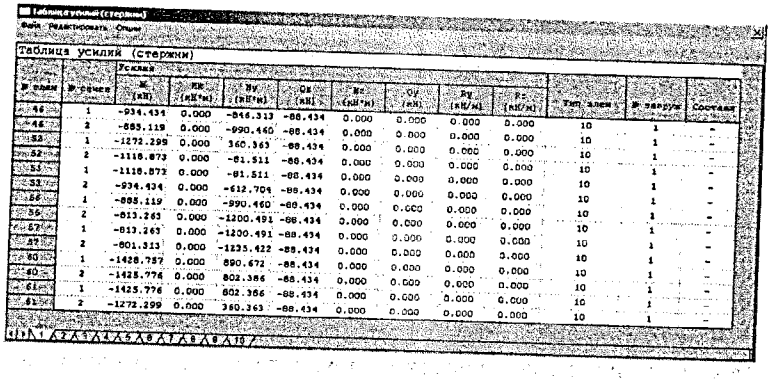


Таблица усилий (стержни)

№ элем	№ сечен	Усилия N (кН)	Mk (кН*м)	My (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)	Ry (кН/м)	Rz (кН/м)	Тип элем	№ загруж	Составл
46	1	-934.434	0.000	-846.313	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
46	2	-885.119	0.000	-990.460	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
52	1	-1272.299	0.000	360.363	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
52	2	-1118.873	0.000	-81.511	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
53	1	-1118.873	0.000	-81.511	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
53	2	-934.434	0.000	-612.704	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
56	1	-885.119	0.000	-990.460	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
56	2	-813.263	0.000	-1200.491	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
57	1	-813.263	0.000	-1200.491	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
57	2	-801.313	0.000	-1235.422	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
60	1	-1428.787	0.000	890.672	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
60	2	-1425.776	0.000	802.386	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
61	1	-1425.776	0.000	802.386	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-
61	2	-1272.299	0.000	360.363	-88.434	0.000	0.000	0.000	0.000	10	1	-

Рисунок 329

Виділяємо непотрібні стовпці M_k, M_z, Q_y, R_y, R_z, **Тип элем**, **Составл**, натисканням на їх заголовки та вибираємо **Редактировать ► Удалить отмеченное**.

В результаті отримаємо скореговану таблицю зусиль (рис. 330).

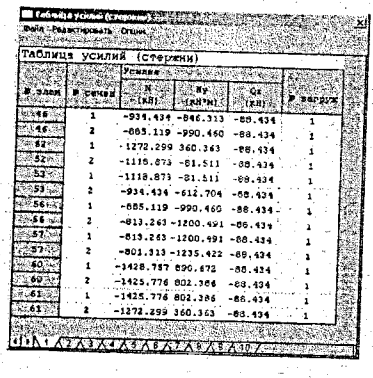


Таблица усилий (стержни)

№ элем	№ сечен	Усилия N (кН)	My (кН*м)	Qz (кН)	№ загруж
46	1	-934.434	-846.313	-88.434	1
46	2	-885.119	-990.460	-88.434	1
52	1	-1272.299	360.363	-88.434	1
52	2	-1118.873	-81.511	-88.434	1
53	1	-1118.873	-81.511	-88.434	1
53	2	-934.434	-612.704	-88.434	1
56	1	-885.119	-990.460	-88.434	1
56	2	-813.263	-1200.491	-88.434	1
57	1	-813.263	-1200.491	-88.434	1
57	2	-801.313	-1235.422	-88.434	1
60	1	-1428.787	890.672	-88.434	1
60	2	-1425.776	802.386	-88.434	1
61	1	-1425.776	802.386	-88.434	1
61	2	-1272.299	360.363	-88.434	1

Рисунок 330

У вікні **Таблица усилий (стержни)** натискаємо **Файл ► Сохранить файл для Excel ....** З'являється діалогове вікно **Сохранить как**, в якому натискаємо кнопку **Сохранить** Сохранить (рис. 331), в результаті чого файл

збережеться в папці **LWork**.

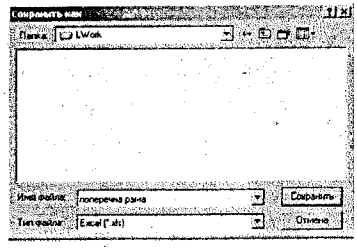


Рисунок 331

Таблиці зусиль можна вивести на друк шляхом натискання **Файл ▶ В отчет**. З'являється вікно **Дизайнер таблиц** (рис. 332), в якому натискаємо **Файл ▶** кнопку **Печатать...**, задаємо властивості та натискаємо кнопку **ОК** OK.

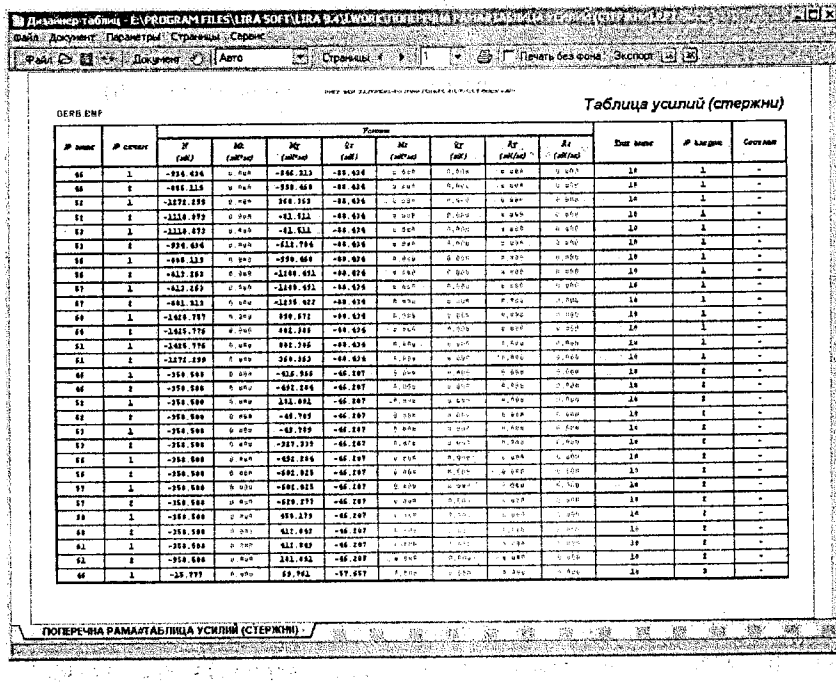


Рисунок 332

Закриваємо вікна **Дизайнер таблиц** і **Редактор форм** шляхом натискання кнопки **Закрыть** ✕.

Натискаємо **Окно** ▶ кнопку **Отчет**. З'являється діалогове вікно **Отчет**, в якому виділяємо рядок **Таблица усилий (стержни)** і натискаємо кнопку **Заполнить штамп** (рис. 333), де вводимо потрібну інформацію та натискаємо кнопку **Подтвердить** ☑.

В діалоговому вікні **Отчет** в полі **Таблицы** натискаємо кнопку **Печатать**, де задаємо властивості і натискаємо кнопку **ОК**. У цьому ж діалоговому вікні **Отчет** натискаємо кнопку **Сохранить изменения**.

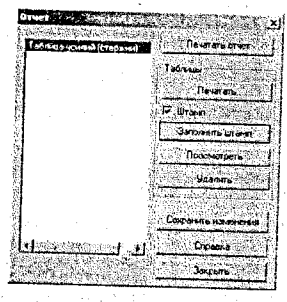


Рисунок 333

Закриваємо діалогове вікно **Отчет** шляхом натискання на клавіатурі кнопки **Esc**.

Аналогічно роздруковуємо таблиці **РСУ** для елементів ферми.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. В чому полягають особливості розрахунку конструкцій поперечної рами без та з використанням програмного комплексу "ЛИРА"?
2. Для яких цілей створений програмний комплекс "ЛИРА"?
3. Які вхідні дані потрібно задати для того, щоб розрахувати конструкції поперечної рами за допомогою програмного комплексу "ЛИРА"?
4. Який комплекс задач дозволяє вирішити програмний комплекс "ЛИРА"?
5. Яким чином здійснюється вхід в системи ЛИРА, ЛИР-СТК, ЛИР-РС

програмного комплексу “ЛИРА”?

6. З чого потрібно почати формування розрахункової моделі?

7. За допомогою яких елементів і як здійснюється моделювання?

8. Як здійснити корегування введених даних?

9. Чи можна переглянути будівельні позначки і розміри в ізометричній проекції?

10. Якого кольору набувають виділені об’єкти?

11. Завдяки чому можна одразу виділити всі вузли і елементи в сформованій моделі?

12. Якими способами здійснюється копіювання об’єктів?

13. Після якої команди виконується фрагментація?

14. Коли використовується кнопка **Упаковка схемы** ?

15. У який спосіб призначаються жорсткості елементам?

16. Де накладаються в’язі в поперечній рамі?

17. Скільки видів завантажень враховується під час формування розрахункових схем поперечної рами?

18. Що задається для розрахунку власної ваги?

19. Чому потрібно формувати **РСУ**?

20. Якою кнопкою посилається файл на розрахунок?

21. Чим характеризуються результати розрахунку?

22. Яка кількість схем таблиць передбачена для перегляду результатів розрахунку?

23. Навіщо потрібна графічна візуалізація одержаних результатів?

24. На які графічні зображення розрахункових даних звертають увагу під час визначення зусиль в елементах і переміщень вузлів?

25. Наскільки корисні схеми, епюри і форми, які можна отримати після розрахунку?

26. Яку кнопку використовують для повороту розрахункової моделі у будь-якому напрямку?

27. Яке значення має просторове зображення розрахункової моделі?

28. Задля чого здійснюється підбір перерізів елементів?

29. Натисканням яких кнопок виводяться на друк графічні результати розрахунку?

30. Починаючи з чого, реалізується алгоритм підготовки до друку табличних результатів розрахунку?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Клименко Ф. Є. Металеві конструкції : підручник для ВУЗів. / Ф. Є. Клименко, В. Н. Барабаш. – Львів : Видавництво "Світ", 1994. – 280 с.

2. ЛИРА 9.4. Примеры расчета и проектирования. Приложение к учебному пособию ЛИРА 9.2 / [Гензерский Ю. В., Куценко А. Н., Марченко Д. В. и др.]. – К. : Изд-во НИИАСС, 2006. – 124 с.

3. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций. ЛИРА: http://www.lira.com.ua.

4. Современные технологи расчета и проектирования металлических и деревянных конструкций / Курсовое и дипломное проектирование. Исследовательские задачи : [учеб. пособие] / М. С. Барабаш, М. В. Лазнюк, М. Л. Мартынова, Н. И. Пресняков ; под ред. А. А. Нилова. – М. : Издательство АСВ, 2008. – 328 с.

5. Сіянов О. І. Статичний розрахунок просторової стержневої системи за допомогою проектно-обчислювального комплексу "ЛИРА". Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань з дисципліни "Спеціальні металеві конструкції" / Сіянов О. І. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 57 с.

6. Середюк В. Ф. Проектування металевих конструкцій одноповерхових виробничих будівель. Ч. 1 : [навч. посібник] / Середюк В. Ф. – Вінниця : ВДТУ, 1995. – 120 с.

7. Середюк І. П. Проектування металевих конструкцій одноповерхових виробничих будівель. Ч. 2 : [навч. посібник] / Середюк І. П., Середюк В. Ф. – Вінниця : ВДТУ, 1996. – 142 с.

ГЛОСАРІЙ

Алгоритм – порядок виконання операцій для розв'язання задач відповідного типу.

База металевих перерізів – відомості про перерізи стальних елементів.

Брус – переріз умовних стержнів.

Будівельні осі і відмітки – операція встановлення будівельних осей і відміток.

Ввести новий лист – команда створення нового листа графічного документатора.

Вибір завантаження – назва діалогового вікна, в якому задається номер активного завантаження.

Виведення листа – операція виведення одного листа системи ДОКУМЕНТАТОР на друк.

Вид – пункт меню, в який входять операції для подання розрахункової схеми різними способами.

Видалити власну вагу – операція видалення призначеного навантаження від власної ваги.

Вид завантаження – поняття, на підставі якого формується інформація для РСУ.

Виконати розрахунок – режим розрахунку задачі.

Вихідна + деформована – операція накладання на екрані розрахункової і деформованої схем.

Вихідна схема – операція відображення розрахункової схеми.

Вихідний розмір – відновлення вихідного розміру розрахункової схеми після виконання операції **Увеличить** і розміщення її в центрі робочого вікна.

Відкрити – операція завантаження створеного файла з вихідними даними.

Відміна вибору – операція зняття виділення з об'єктів.

Відмітка блока – операція виділення фрагмента схеми або всієї схеми, заданих у вигляді блока.

Відмітка вузлів – операція виділення вузлів одиничним дотиком курсора або охопленням потрібних вузлів "гумовим вікном".

Відмітка елементів – операція виділення елементів одиничним

дотиком курсора або охопленням потрібних елементів "гумовим вікном".

Відновлення конструкції – відновлення розрахункової схеми конструкції після операції **Фрагментация**.

Візуалізація результатів розрахунку – режим виведення на екран деформованої схеми, епюр зусиль в елементах, числової і графічної інформації про переміщення вузлів та зусилля в елементах, виклик модулів конструювання.

Вставити новий профіль – назва діалогового вікна в ЛИР-РС для створення нового профілю.

Вузли – друга закладка в діалоговому вікні **Показать**.

Генерація таблиці РСУ – формування або редагування сформованої таблиці РСУ відповідно до СНиП 2.01.07-85 або ДБН В.1.2-2:2006.

Графічний контейнер – назва вікна, в якому є можливість зберігати інформацію для документування.

Додати власну вагу – операція задання елементам власної ваги.

Додати елемент – команда додавання елементів в розрахункову схему.

ДОКУМЕНТАТОР – система для створення, компонування і виведення на друк інформації для документування.

Елементи – перша закладка в діалоговому вікні Показать.

Епюри – операція відображення епюр на стержнях розрахункової моделі.

Жорсткості елементів – назва діалогового вікна для вибору потрібних типів (параметрів) жорсткості і задання їх скінченним елементам.

Зберегти – операція зберігання задачі під заданим ім'ям.

Зберегти лист – операція зберігання одного листа системи ДОКУМЕНТАТОР.

Зберегти як – назва діалогового вікна для зберігання задачі під іншим ім'ям.

Збільшити – операція збільшення зображення фрагмента об'єкта.

Звіт – операція формування і виведення на друк звіту у вигляді таблиць і пояснювальної записки.

Зв'язки – операція заборони переміщень вузлів в тривимірному просторі.

Зміна типу СЕ – операція зміни типу скінченного елемента.

Зусилля – пункт меню, в який входять операції для виведення на

екран епюр зусиль, ізополів поздовжніх і поперечних сил, згинальних і крутних моментів, редагування та перерахунку РСУ.

Імпорт – операція імпортування розрахункових схем.

Інтерактивні таблиці – режим для формування, компонування і виведення на друк таблиць, потрібних для документування.

Інформація про вузол або елемент – операція виведення на екран діалогових вікон з інформацією про вузли і елементи.

Копіювати – операція копіювання виділеного об'єкта в буфер обміну.

Коригування – операції коректування розрахункової схеми.

Кут обертання місцевих осей – операція зміни кута чистого обертання стержнів.

ЛИР-РС – система редагування сортаменту.

ЛИР-СТК – система конструювання стальних конструкцій.

Мозаїка переміщень – операція розфарбування вузлів відповідно до значень переміщень.

Навантаження – пункт меню, в який входять операції для задання різних навантажень на вузли і елементи та формування РСУ і динамічних впливів.

Навантаження на вузли і елементи – перелік закладок для задання навантажень на вузли, стержні, пластини, об'ємні елементи і суперелементи, а також для задання навантажень для розрахунку на динаміку в часі.

Ознака схеми – назва діалогового вікна, в якому вказується кількість ступенів свободи, ім'я і шифр задачі.

Панель інструментів – набір кнопок для зручності доступу до найбільш часто використовуваних функцій і команд.

Перерисувати – команда підтвердження виконаних змін для візуалізації.

Перемістити вибрані об'єкти – команда для переміщення виділених об'єктів.

Переміщення за параметрами – операція паралельного переміщення виділених об'єктів уздовж осей глобальної системи координат.

Поворот – операція обертання схеми навколо різних осей.

Просторова модель(3D-графіка) – режим просторової моделі (3D-візуалізації).

Регулярні фрагменти і мережі – операції для задання регулярних фрагментів і сіток.

Редагувати – пункт меню, в який входять операції для компонування і редагування графічної інформації на листі, введення нових листів, видалення створених листів, зміни їх імен та роботи з елементами.

Розмістити копію – операція розміщення "сфотографованого" графічного зображення.

Розрахунок – назва діалогового вікна для розрахунку.

РСУ – розрахункові комбінації зусиль.

Складений двотавр – двотавр, зварений з трьох листів.

Стандартні таблиці – назва діалогового вікна для формування таблиць вихідних даних і результатів розрахунку.

Стандартні типи перерізів – закладка в діалоговому вікні **Жесткости элементов**.

Створення – операції формування розрахункової моделі.

Створити текстовий файл – операція створення текстового файла на основі сформованої розрахункової моделі.

Схема – пункт меню, в який входять операції для формування і корегування розрахункової моделі, призначення ім'я і ознаки схеми.

Таблицю - на екран – команда виведення на екран таблиці із вибраного списку.

Текст – операція для виведення і редагування тексту на листі.

Тип 1 - СЕ плоскої ферми – окремий випадок універсального скінченного елемента 10, призначеного для розрахунку плоских ферм в площині XOZ.

Уніфікація елементів – режим уніфікації виділених елементів за єдиним перерізом для всієї групи, а також за окремими перерізами і за перерізами з урахуванням симетрії.

Упаковка схеми – операція для керування параметрами упаковування створеної розрахункової моделі.

Файл – пункт меню, в який входять операції для роботи з файлами.

Ферми – операція вибору потрібної конфігурації ферми за окресленням поясів і решітки.

Прапорці рисування – команда для встановлення позначок напроти потрібної інформації.

Формат – команда вибору формату і орієнтації листа.

Фрагментація – операція відображення на екрані виділених об'єктів.

Штамп – операція встановлення штампа на листі.

Будівельні позначки – building marks.
Висота ферми в осях – a height of farm is in axes.
Вихідна схема – initial chart.
Деформована схема – deformed chart.
Зусилля в елементах – efforts are in elements.
Крок колон – step of columns.
Марки сталі – marks of steel.
Металевий каркас – metallic framework.
Напружено-деформований стан – tensely-deformed state.
Нормальні напруження – normal tensions.
Об'єкти – objects.
Одноповерхова виробнича будівля – one-story productive building.
Опорні вузли – supporting knots.
Переміщення вузлів – moving of knots.
Плити – slabs.
Покриття – covering.
Покрівля – roof.
Поперечна рама – transversal frame.
Прогін будівлі – flight of building.
Рейка – rail.
Розрахункові опори – calculation resistances.
Стержнева модель – cored model.
Стійкість – stability.
Стінові панелі – wall panels.
Фундаменти – foundations.

Навчальне видання

Олександр Ілліч Сіянов

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
РОЗРАХУНОК ПОПЕРЕЧНОЇ РАМИ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ "ЛИРА"

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна
Коректор З. Поліщук
Оригінал-макет підготовлено О. Сіяновим

Підписано до друку 9.11.2011 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різографічний. Ум. друк. арк. 13.1.
Наклад 75 прим. Зам. № 2011-175

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-32.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.