

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра железобетонных и каменных конструкций

РАСЧЁТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МОНОЛИТНОГО  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РИГЕЛЯ.

Методические указания по выполнению  
расчетно-графической работы

Для студентов направления подготовки  
08.03.01 Строительство

Направленность (профиль):  
«Производство и применение строительных материалов изделий и конструкций»

Казань 2016



## ВВЕДЕНИЕ

Основными задачами работы являются:

1. закрепление расчетно-теоретического материала, полученного на лекциях;
2. отработка практических навыков расчета железобетонных конструкций;
3. освоение расчета конструкций с помощью ПК ЛИРА
4. ознакомление студента с практикой проектирования железобетонных конструкций и приемами изображения принятых конструктивных решений на чертежах.

В соответствии с этими требованиями предлагается выполнить расчет и конструирование трехпролетного монолитного ригеля перекрытия таврового сечения. Количество ригелей - 6 (два крайних и 4 рядовых). Исходные данные для выполнения работы приведены в таблице 1 и принимаются в соответствии с полученным у преподавателя шифром, состоящего из трёх цифр. Каждая цифра содержит информацию по нескольким параметрам. Недостающие данные принимаются в соответствии с требованиями норм на проектирование.

Исходные данные для проектирования      Таблица 1.

Расчётные Параметры	Первая цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Пролет ригеля, $H$ , м	6	5,4	4,8	4,2	3,6	3,0	3,3	3,9	4,5	5,7
Класс арматуры	A500	A300	A400	A400	A300	A500	A300	A400	A500	A400
	Вторая цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Пролет плит перекрытия, м	7,2	6,6	6,0	5,4	7,2	6,6	6,0	5,4	7,2	6,6
Класс бетона	B15	B20	B25	B30	B35	B30	B25	B20	B15	B20
	Третья цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип пола	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Временная нагрузка, $kH/m^2$	1,5	2	3	4	5	1,5	2	3	4	5

## СОСТАВ РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.

1) пояснительная записка объемом не менее 15 стр. машинописного текста, включающая в себя:

- компоновку перекрытия и определение размеров ригеля;
- определение нагрузок на ригель;
- статический расчет ригеля в ПК ЛИРА и анализ его результатов;
- расчет монолитного ригеля по 1 группе предельных состояний;
- расчет монолитного ригеля по 2 группе предельных состояний.

2) графическая часть, не менее 3-х листов формата А3, выполняемая с помощью графических редакторов (типа AutoCAD ) и содержащая:

- компоновочный план перекрытия с характерными узлами,
- чертежей ригеля и поперечного разреза по ригелю,
- чертежей элементов армирования ригеля, спецификации.

### **Этап 1 Компонировка. Общие указания**

Исходные данные:

пролет ригеля-6 м

пролет плит -6.6 м

тип пола 2

временная нагрузка -3 кН/м<sup>2</sup>

класс бетона В25

класс арматуры А500.

Несущую систему здания образуют сборные плиты перекрытий (П-1, П-2 и др), сборные колонны (К-1), монолитные ригели (МР), монолитные участки (МУ) и наружные несущие кирпичные стены (продольные) [1] . План компоновки перекрытия здания представлен на рис. 1.1.



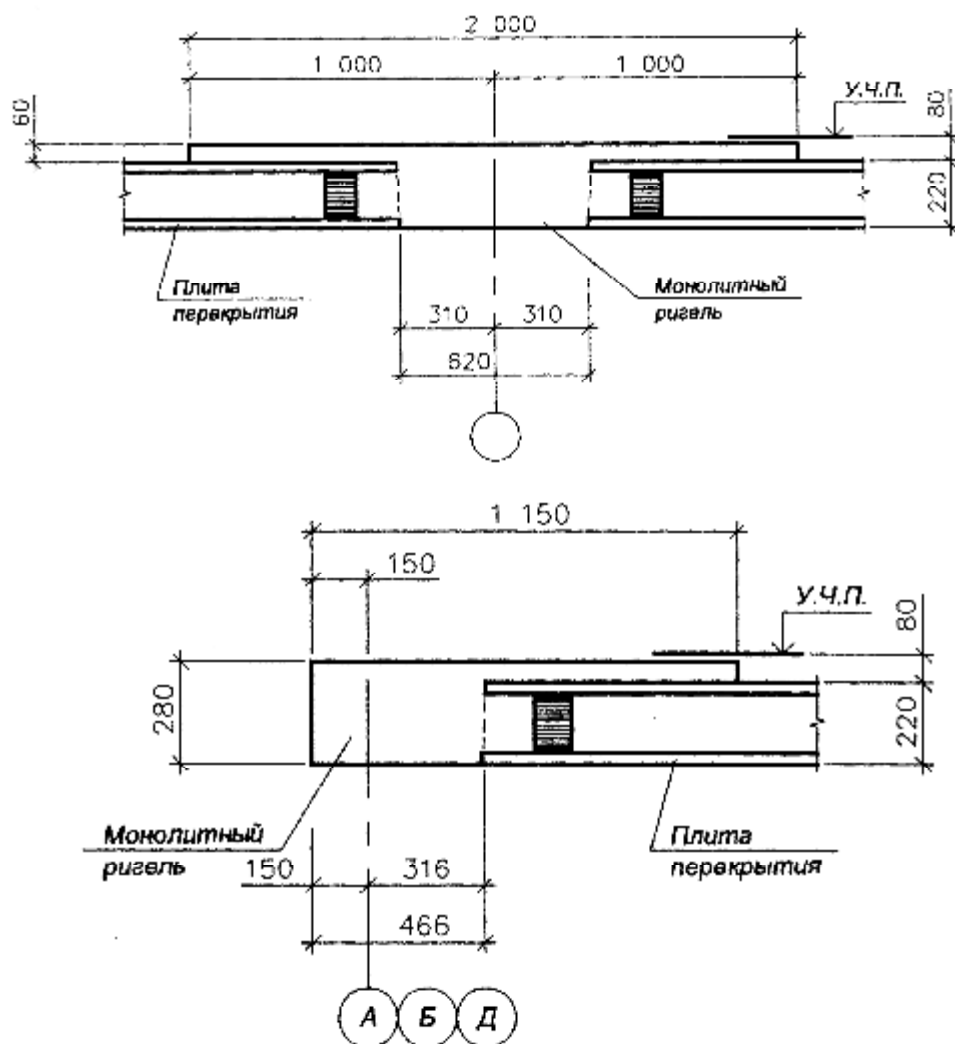


Рис. 1.2. Стык плит перекрытия с рядовым и крайним ригелем соответственно (размеры условные)

В качестве **плит перекрытия** применяем круглопустотные плиты (сер. 1.141-1, вып. 63), рис 1.3. Торцы плит, примыкающие к монолитному ригелю, могут выполняться с обратным уклоном, крутизна которого принимается не менее 1:4, что гарантирует более надежную передачу вертикальных нагрузок на ригель. В торцах плит устраиваются бетонные вкладыши и делают выпуски предварительно напряженной арматуры для стыковки на ригеле. Раскладку плит перекрытия производим по их конструктивной ширине  $b_n^{кон} = b_n^{ном} + 10_{мм}$ , где  $b_n^{ном}$  - номинальная ширина плиты (см. прил. 1 табл. 1).

Подбираем такие типы плит, чтобы обеспечить требуемую ширину монолитных участков

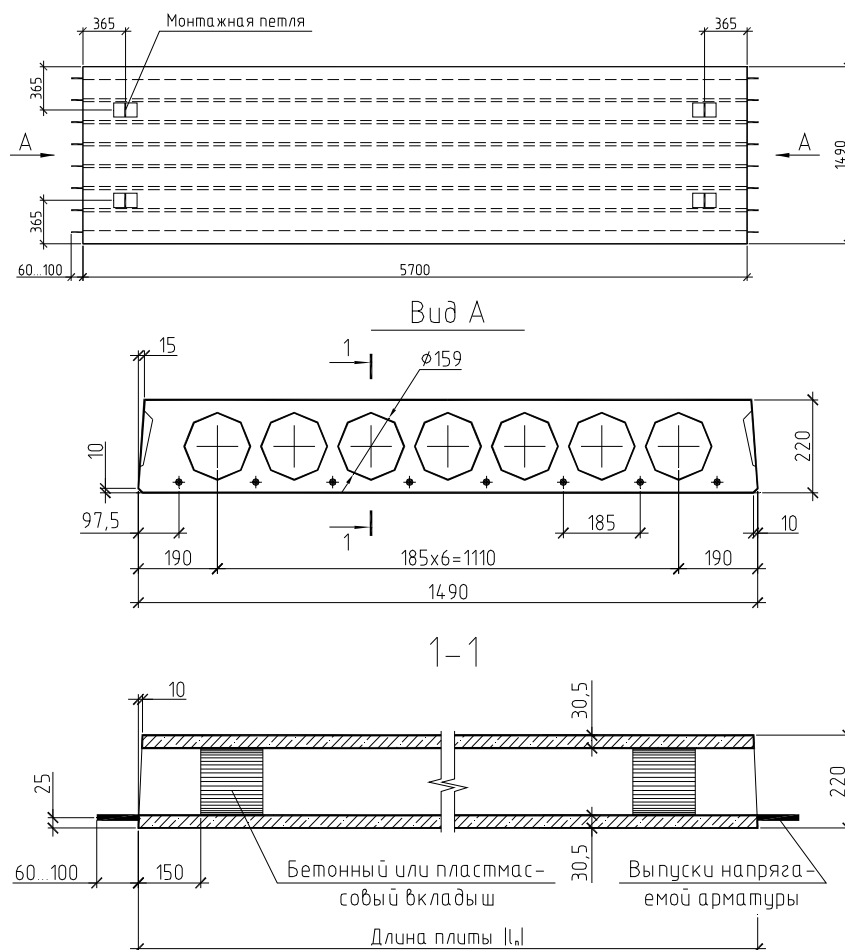


Рис. 1.3. Многopустотная плита перекрытия (размеры условные)

**Монолитные участки** выполняются не менее ширины колонн и не более 600 мм, так как плиты не могут воспринять распорные усилия, возникающие в продольном направлении. они армируются плоскими каркасами с конструктивной арматурой, длина и высота принимается по размеру плит перекрытия.

По результатам компоновки конструкций несущей системы здания выполняем чертежи схемы расположения элементов несущей системы.

## Этап 2. Сбор нагрузок.

На ригель действуют постоянные и временные нагрузки. К постоянным относятся собственный вес ригеля, нагрузка от плит и состава пола с учетом шага ригелей. Временные нагрузки - эксплуатационные, зависящие от функционального назначения здания и от внутренних перегородок (принимаются по указаниям СП) [2].

Для расчета по несущей способности определяется величина расчетной нагрузки, которая равна произведению нормативной нагрузки на коэффициент надежности по нагрузке, а для оценки деформаций - нормативные значения. При определении нормативных и расчетных значений нагрузок необходимо руководствоваться указаниями СП “Нагрузки и воздействия”[2]. Перевод нормативных значений нагрузок в расчетные производится умножением на коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f$ , [ 2 ].

Сначала определим нагрузку на плиту перекрытия, оформим в виде таблицы 1.

Табл. 2. Нагрузки на плиту перекрытия

№	Наименование	Толщ t, мм	Плотность $\rho$ , кН/м <sup>3</sup>	Нормативна я	Коэфф. надежн. $\gamma_f$	Расчетная нагрузк
1	2	3	4	5	6	7
<b>Постоянные нагрузки, кН/м<sup>2</sup></b>						
1	Железобетонная плита , учитывается приведенная толщина	120	25	3,0	1.1	3,3
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора	70	18	1,26	1.3	1,64
3	Керамическая плитка	10	24	0,24	1.3	0,31
	Итого			4,5		5,25
<b>Временные нагрузки кН/м<sup>2</sup></b>						
	Общественные помещения (офисы)			2,0	1.2	2,4
	Нагрузки от внутренних перегородок			0,5	1,3	0,65
	Итого	-	-	2,5		3,45
	Всего			7,0		8,7

Собственный вес 1м.п. ригеля составляет:

$$g_p = A_p \cdot 1м \cdot r \cdot g_f = 0,1516 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1,1 = 4,169 \approx 4,2 \text{ кН / м} \quad (1.1)$$



где  $A_p = 0,32 \cdot 0,22 + 1,16 \cdot 0,07 = 0,1516 \text{ м}^2$  – площадь сечения ригеля (0,32 – ширина ригеля, 0,22 – высота ребра ригеля, 1,16 – ширина полки ригеля, 0,07 – толщина полки ригеля), см. этап 1;

$r = 25 \text{ кН} / \text{м}^3$  – плотность железобетона ригеля;

$g_f = 1,1$  – коэффициент надежности по нагрузке для собственного веса железобетонного ригеля.

**Нормативная нагрузка на 1м.п. рядового ригеля с учетом собственного веса ригеля составит:**

$$\text{- постоянная: } p_n^{nep} = (g_n + p_n^{nep} \cdot l_{nl}) \cdot \quad (1.1)$$

где  $g_n = 3,82 \text{ кН} / \text{м}$  – нормативный вес 1м.п. ригеля;

$p_n^{nep} = 5,25 \text{ кН} / \text{м}^2$  – нормативная нагрузка на перекрытие;

$l_{nl}$  – пролет плиты (ширина грузовой площадки монолитного ригеля);

$$p_n^{nep} = (3,82 + 4,5 \cdot 6,6) = 33,52 \text{ кН} / \text{м}.$$

- временная:  $v_n^{nep} = 2,0 \cdot 6,6 = 13,2 \text{ кН} / \text{м}$ ;

в т.ч. длительная:  $v_n^{nep} = 2,0 \cdot 6,6 \cdot 0,7 = 9,24 \text{ кН} / \text{м}$ ;

где 0,7 – коэффициент, учитывающий долю длительной составляющей временной нагрузки в соответствии с СП [4].

- полная:  $q_n^{nep} = 33,52 + 13,2 = 46,72 \text{ кН} / \text{м}$ .

**Расчетная нагрузка на 1м.п. рядового ригеля с учетом собственного веса ригеля составит:**

$$\text{- постоянная: } p_p^{nep} = (g_p + p_p^{nep} \cdot l_{nl}) \cdot \quad (1.1)$$

где  $g_p = 6,99 \text{ кН} / \text{м}$  – собственный вес 1м.п. ригеля;

$p_p^{nep} = 5,25 \text{ кН} / \text{м}^2$  – расчетная постоянная нагрузка на перекрытие;

$l_{nl}$  – пролет плиты (ширина грузовой площадки монолитного ригеля);

$$p_p^{nep} = (4,2 + 5,25 \cdot 6,6) = 38,85 \text{ кН} / \text{м}.$$

- временная:  $v_p^{nep} = 2,4 \cdot 6,6 = 15,84 \text{ кН / м ;}$

в т.ч. длительная:  $v_p^{nep} = 2,4 \cdot 6,6 \cdot 0,7 = 11,09 \text{ кН / м ;}$

где 0,7 – коэффициент, учитывающий долю длительной составляющей временной нагрузки в соответствии с СП [2].

- полная:  $q_p^{nep} = 38,85 + 15,84 = 54,69 \text{ кН / м .}$

### Этап 3. Статический расчет ригеля

Определим усилия в сечениях ригеля и оценим его жесткость

#### Задачи

- 1) Создать расчетную модель ригеля в ПК ЛИРА с учетом данных первого этапа
- 2) Выполнить расчет в ПК и проанализировать его результаты
- 3) Определить нормативные и расчетные значения  $M$  и  $Q$  .

Ригель имеет регулярную расчетную схему с равными пролетами монолитных ригелей и длинами колонн. Монолитные ригели опираются на наружные стены шарнирно. При расчете инженерным методом, с целью упрощения, такую многоэтажную раму расчленяют на одноэтажные, при этом в точках нулевых моментов колонн (в середине высоты) условно размещают опорные шарниры.

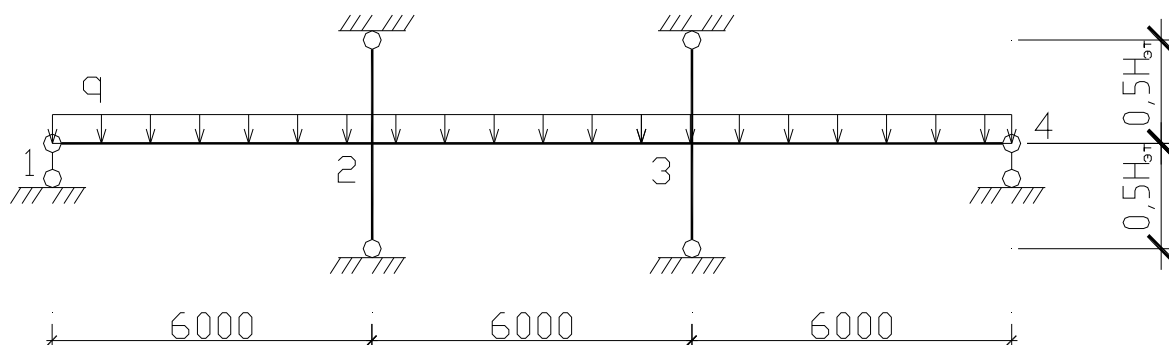


Рис. 3.1 Расчетная схема ригеля (цифрами обозначены номера опор)

Конструктивные элементы в ПК ЛИРА представлены в виде стержней с жесткостями, соответствующими компоновке. Модель создается как плоская задача (тип 2), в плоскости  $XOZ$ , рис. 3.2

**Геометрические размеры** зададим при помощи опции регулярные фрагменты и сети, рис. 3.3

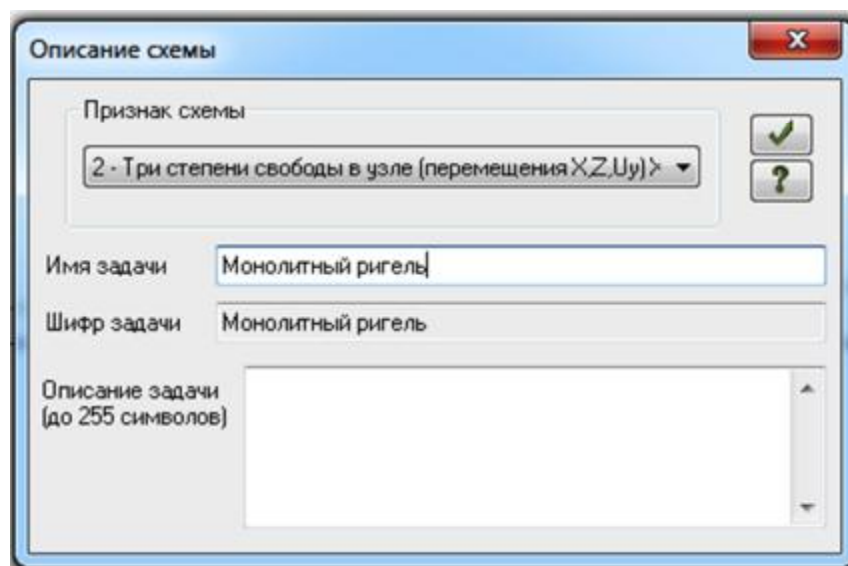


Рис.3.2. Принимаемый признак схемы

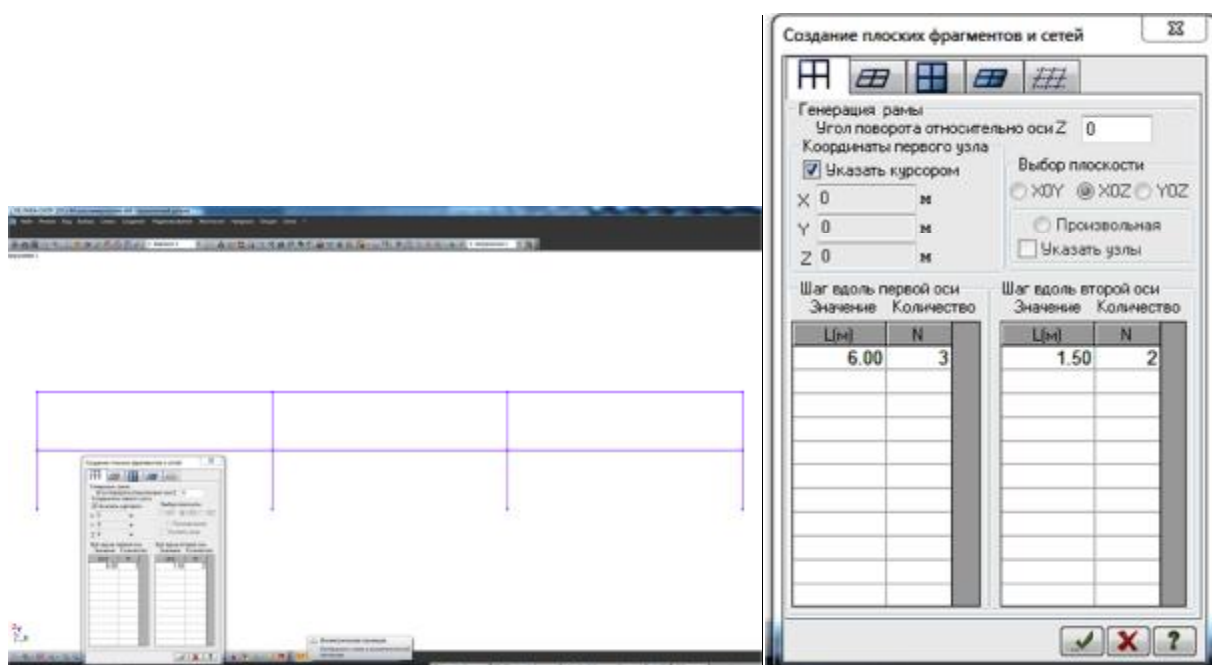


Рис.3.3. Задание геометрии ригеля

При помощи кнопки выбор элементов выберем, а затем удалим лишние элементы схемы рис. 3.4, а при помощи кнопки Выбор узлов- лишние узлы схемы.

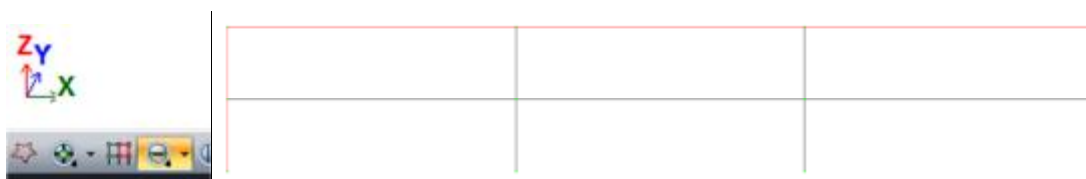


Рис.3.4. Удаление лишних элементов

Для получения достоверных результатов выберем ригель и разделим каждый элемент на 10 частей (через функцию Добавить элемент). рис.3.5.



Рис.3.5. Разбивка элементов ригеля на части.

Выполним упаковку схемы, рис.3.6.

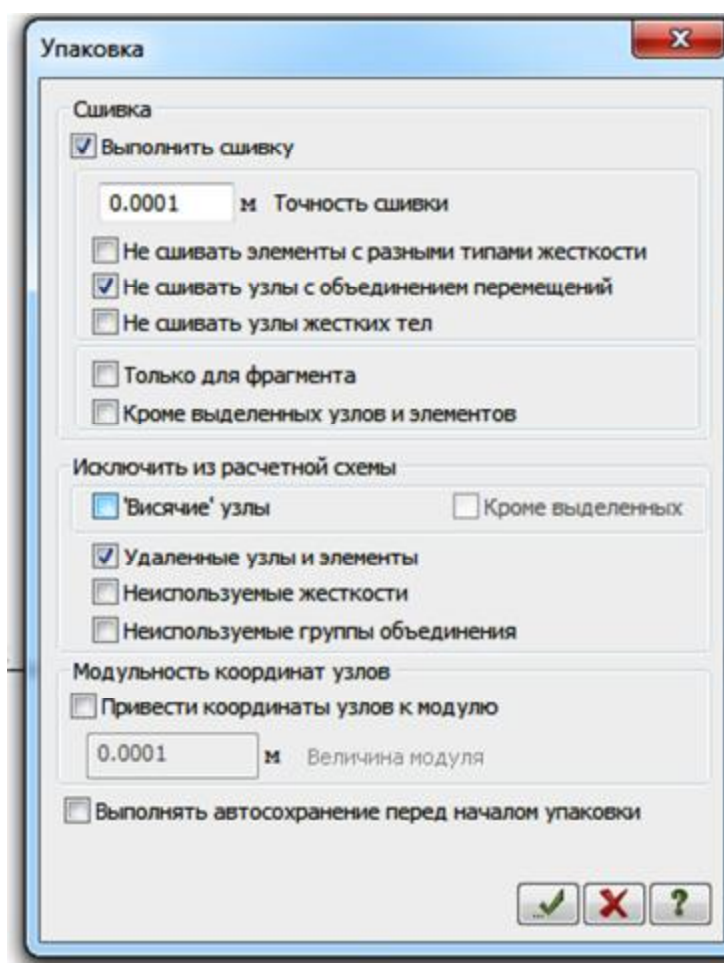


Рис.3.6. Окно упаковки схемы.

Через кнопку Флаги рисования включим в первой вкладке нумерацию элементов, во второй нумерацию узлов. рис.3.7.

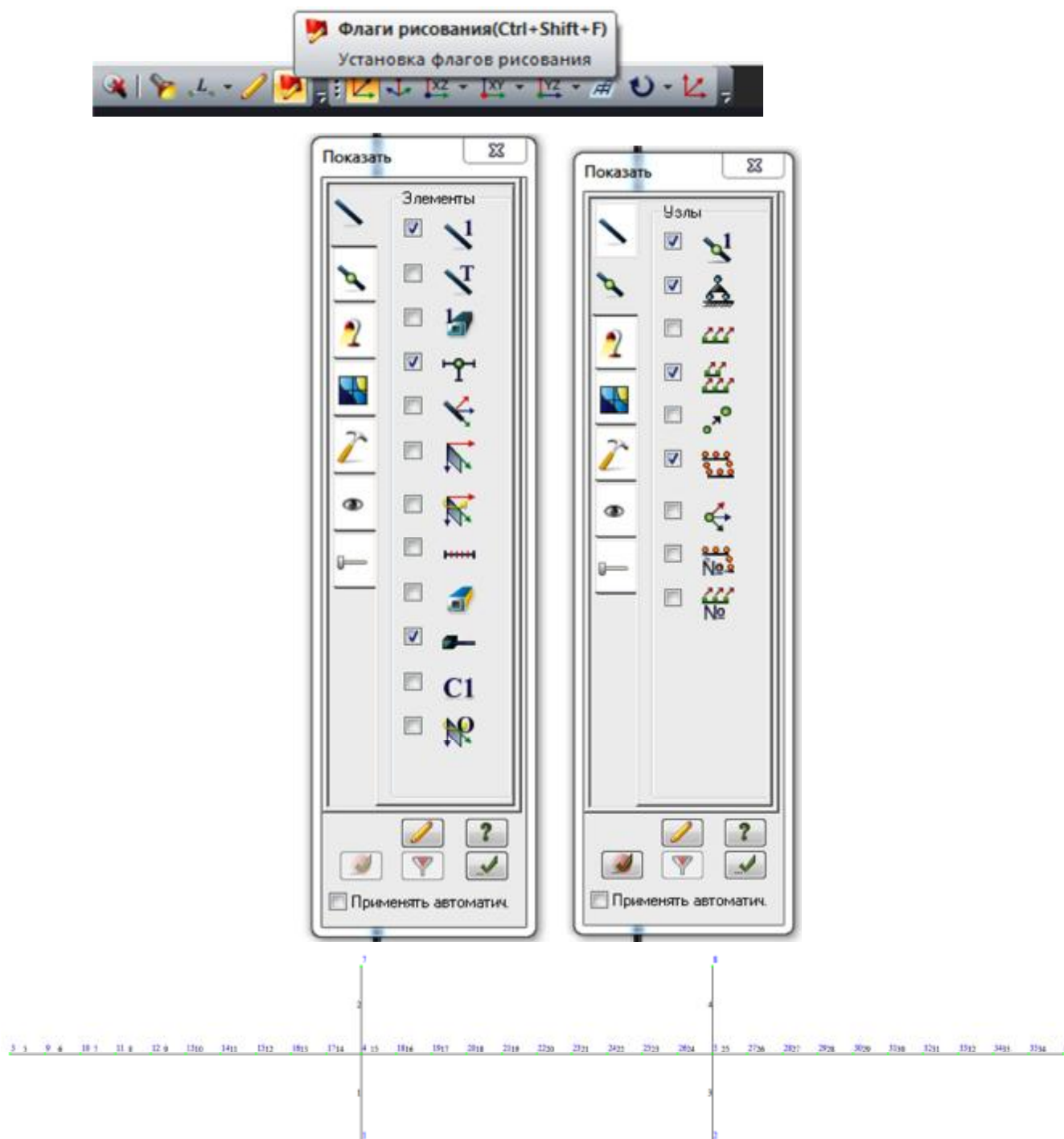


Рис.3.7. Вид схемы с включенными номерами узлов и элементов.

Выберем все элементы схемы и зададим расчетное количество сечений-3. (Схема - расчетные сечения стержней).

**Закрепим опоры схемы** - для узлов 3 и 6 шарнирное, рис. 3,8 а, для колонн (узлы 1,2,7,8)-жесткое, рис. 3,8 б.

Выбираем узлы 3 и 6 и с помощью кнопки Связи закрепляем перемещения по X и Z.

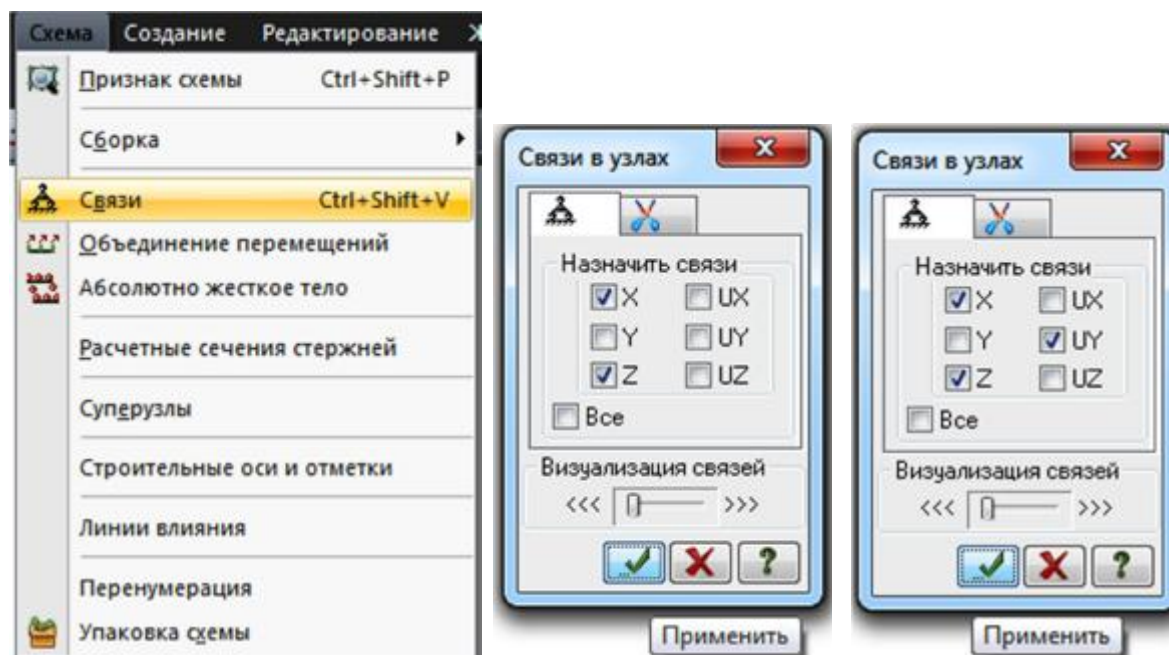


Рис.3.8. Задание связей.

Выбираем узлы 1,2,7,8 и с помощью кнопки Связи закрепляем перемещения по X , Z и поворот ОУ.

**Зададим поперечные сечения** конструктивных элементов через вкладку Жесткости элементов, рис. 3.9, создадим библиотеку жесткостей.

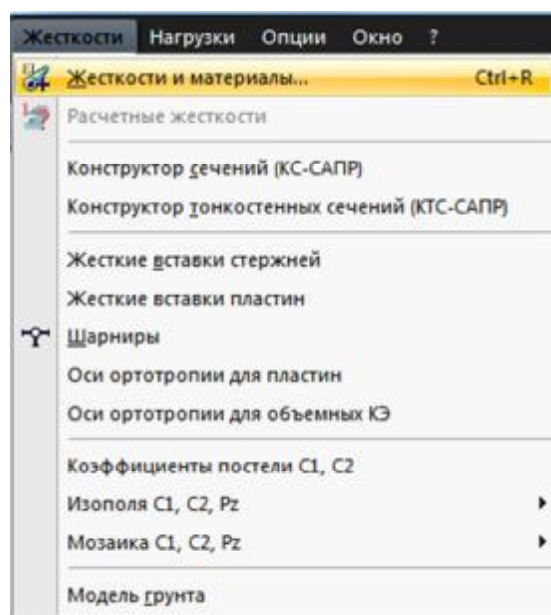


Рис.3.9. Задание жесткостей.

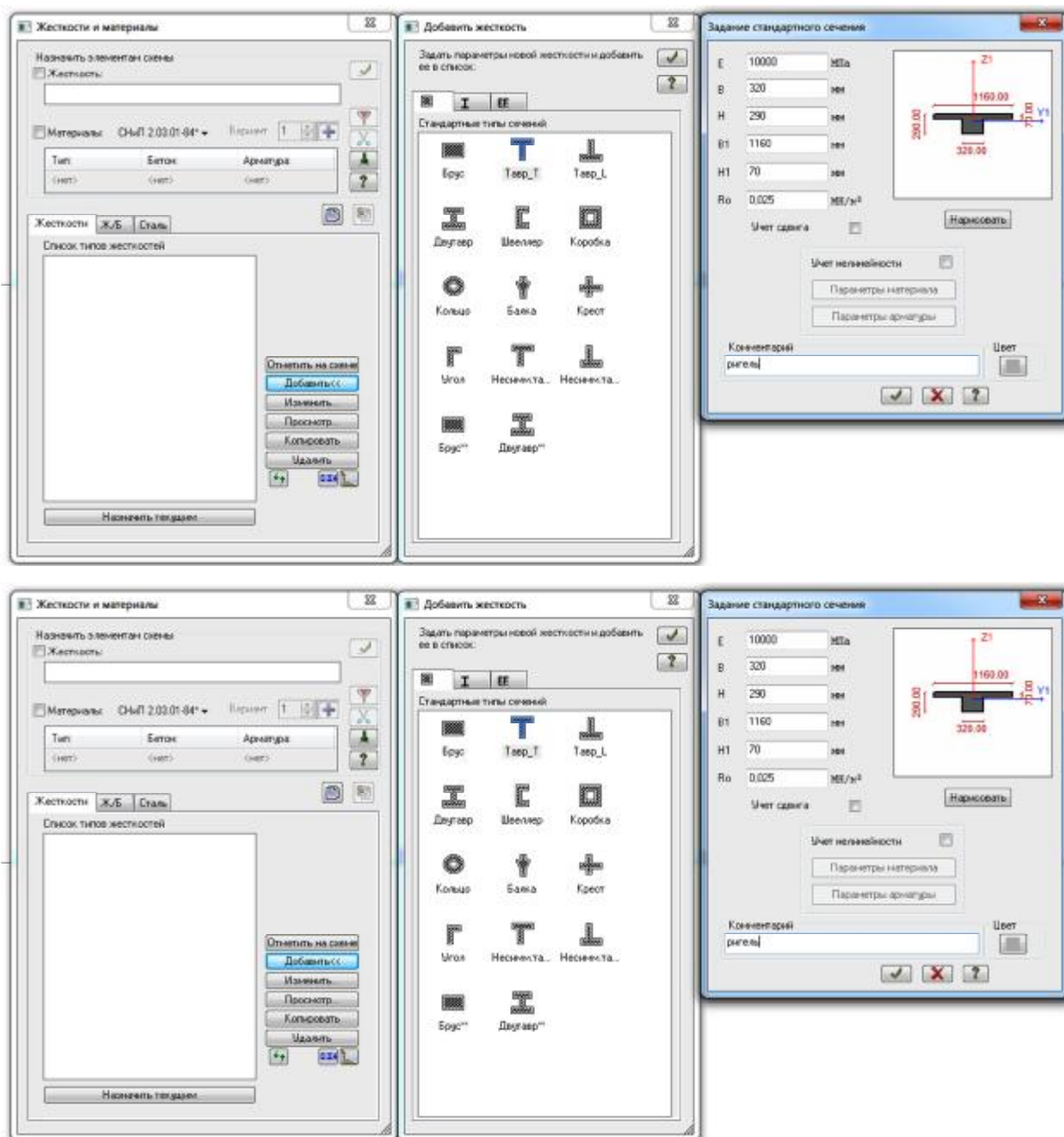


Рис.3.10. Создание библиотеки жесткостей

Геометрические размеры сечений соответствуют этапу 1, модуль упругости принимается по классу бетона, однако для выполнений требований СП необходимо снизить модуль упругости колонн коэффициентом 0,6; ригеля - снижающим коэффициентом 0,3 [3,4]

Выберем соответствующие элементы схемы и назначаем им жесткость.



**Задание нагрузок.** Задаем отдельными загрузками отдельно постоянные и временные, причем для последних учитывается три возможных схемы расположения, см. табл.3 и полная или длительная составляющая значения нагрузки в кН/м.

Табл. 3. Схемы и величины нагрузок на ригель по загрузкам

№ загр.	Тип нагрузки	Распределение нагрузки	Нагрузка нормативная	Нагрузка расчетная
1.	Постоянные нагрузки		33,52	38,85
2.	Временные нагрузки Схема 1 (полное значение)		13,2	15,84
3.	Временные нагрузки Схема 2 (полное значение)		13,2	15,84
4.	Временные нагрузки Схема 3 (полное значение)		13,2	15,84
5.	Временные нагрузки Схема 1 (длительное значение)		9,24	11,09
6.	Временные нагрузки Схема 2 (длительное значение)		9,24	11,09
7.	Временные нагрузки Схема 3 (длительное значение)		9,24	11,09

Через диалоговое окно **Редактор загрузений** (рис.3.11) щелчком по кнопке— **Редактор загрузений** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание и редактирование**). В открывшемся диалоговом окне **Редактор загрузений** выполните следующие действия: добавляем загрузений (по таблице), задавая их название и вид.

- 1 загрузка **Собственный вес**, выберите для нее вид загрузки - **Постоянная**.
- 2 загрузка Временная по 1 схеме, выберите для нее вид загрузки - **Кратковременная**.
- 3 загрузка Временная по 2 схеме, выберите для нее вид загрузки - **Кратковременная**.
- 4 загрузка Временная по 3 схеме, выберите для нее вид загрузки - **Кратковременная**.
- 5 загрузка Временная длит. по 1 схеме, выберите для нее вид загрузки - **Временное длит./Длительное**.
- 6 загрузка Временная длит по 2 схеме, выберите для нее вид загрузки - **Временное длит./Длительное**.
- 7 загрузка Временная длит по 3 схеме, выберите для нее вид загрузки - **Временное длит./Длительное**.

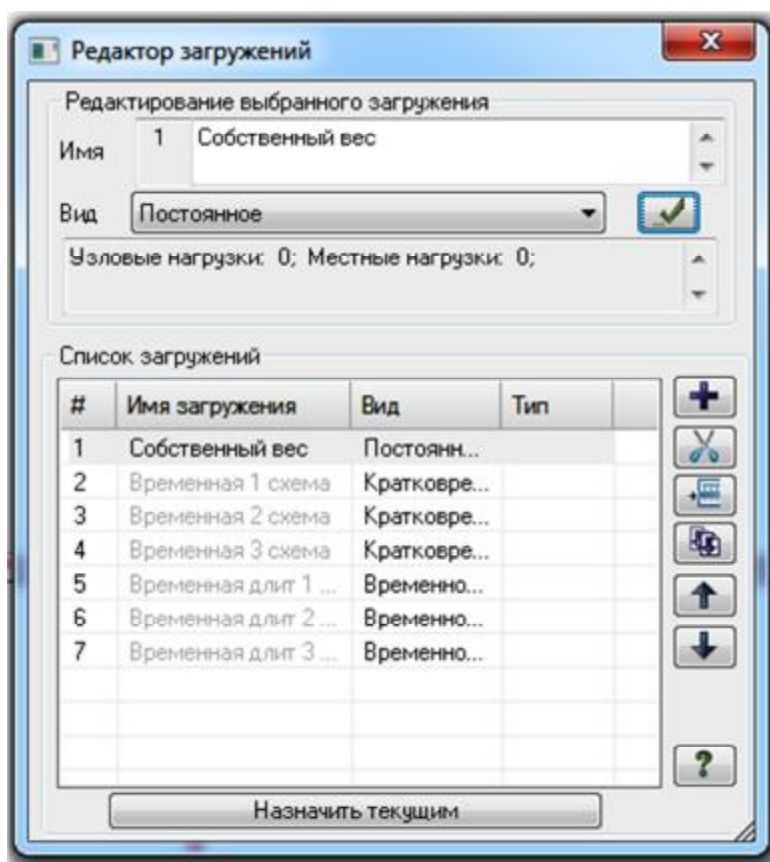


Рис.3.11. Создание списка загрузок

Назначим текущим первое загрузке.

Выберем элементы ригеля. Через диалоговое окно **Нагрузки на узлы и элементы** (рис.3.12) зададим нагрузки щелчком по вкладке– **Нагрузки на стержни**. В открывшейся вкладке выбираем равномерно распределенные нагрузки и задаем их величину диалоговом окне.

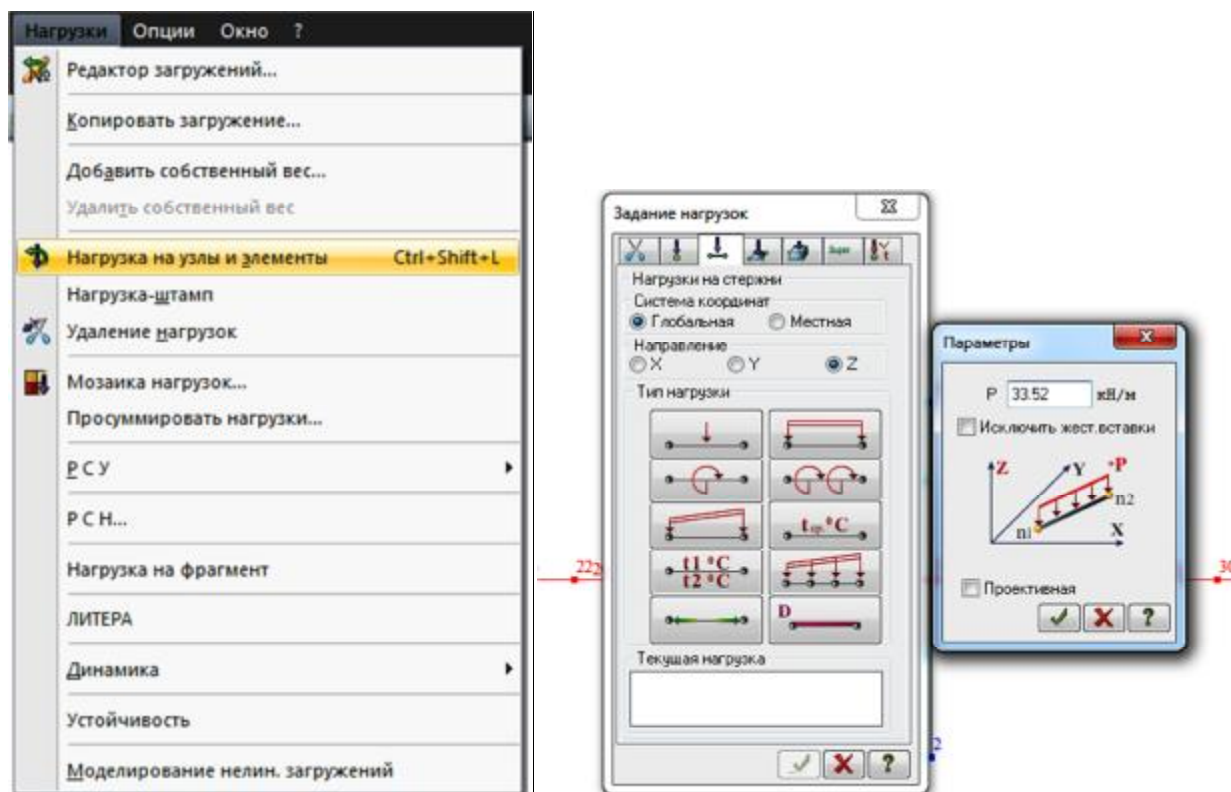


Рис.3.12. Создание нагрузок от собственного веса на элементы ригеля

Для отображения величин нагрузок во флагах рисования в третьей вкладке включить отображение величины нагрузок, рис.3.13а.

Собственный вес колонн учтем автоматически по заданной жесткости. Для этого выберем элементы колонн и через панель Нагрузки выберем строчку добавить собственный вес, указав коэффициент надежности 1.1, рис.3.13б.

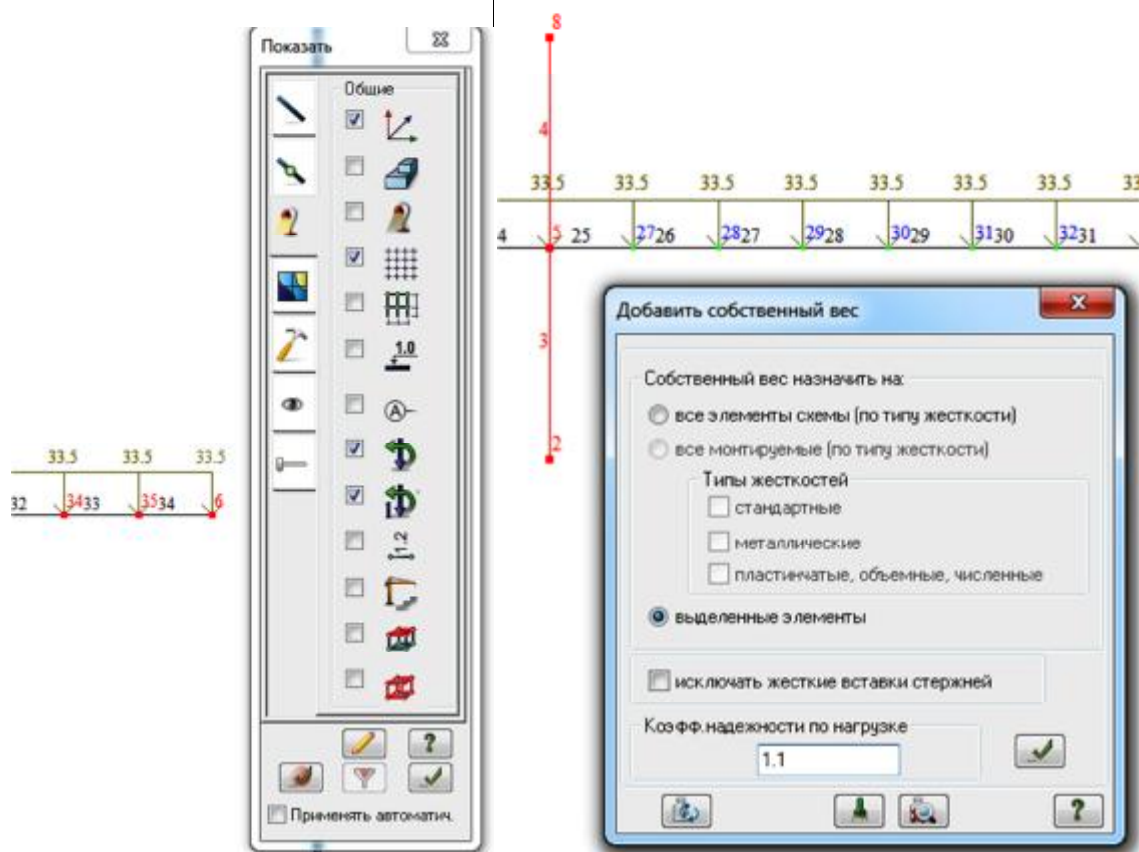


Рис.3.13. Отображение величин нагрузок и Создание нагрузок от собственного веса колонн

Переключим счетчик загрузки на второе, выберем элементы крайних пролетов ригеля и зададим для них значение временной нагрузки аналогично первому загрузению.

Далее переключим счетчик загрузки на третье, выберем элементы среднего пролета ригеля и зададим для них значение временной нагрузки.

Аналогично задаем четвертое загрузение, выбирая крайний левый и средний пролеты. ( рис.3.14)

По вышеизложенному алгоритму прикладываем значение временной длительной нагрузки в загрузениях 5-7.

На следующем этапе подтверждаем параметры автоматически сгенерированной таблицы РСУ ( рис.3.15), а затем РСН( рис.3.16).

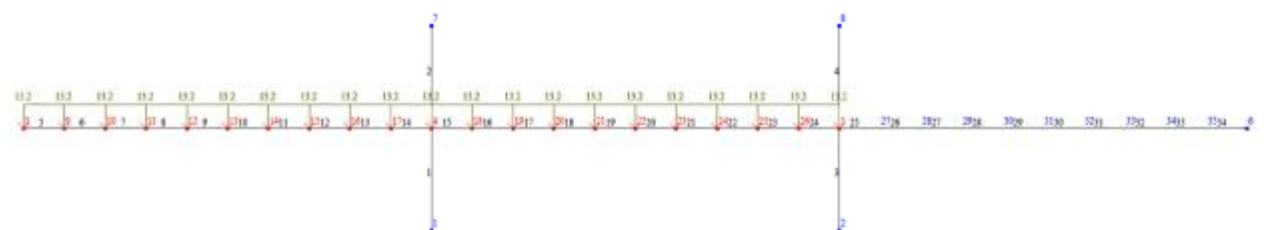
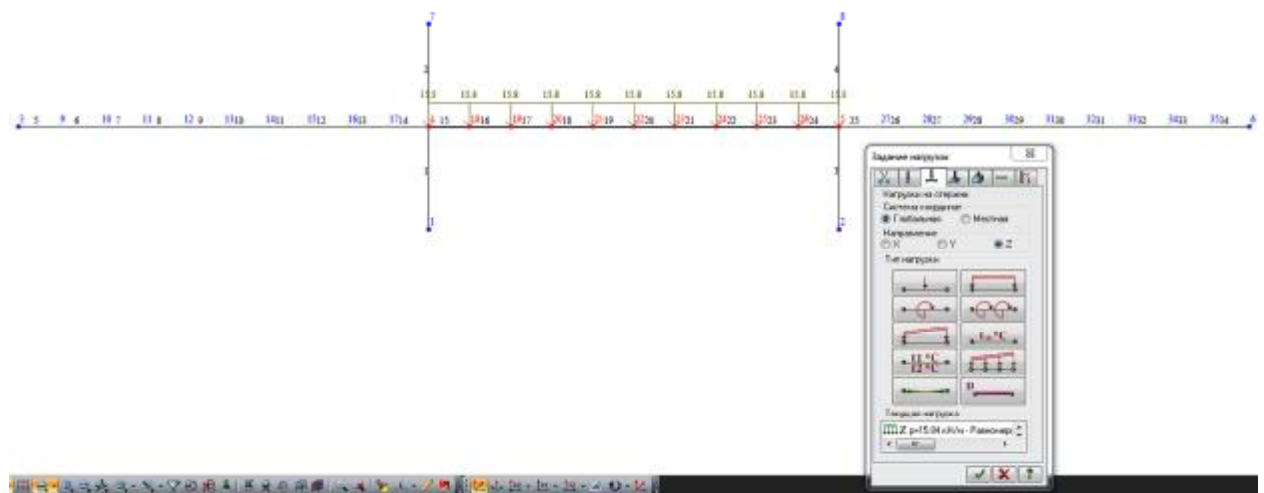
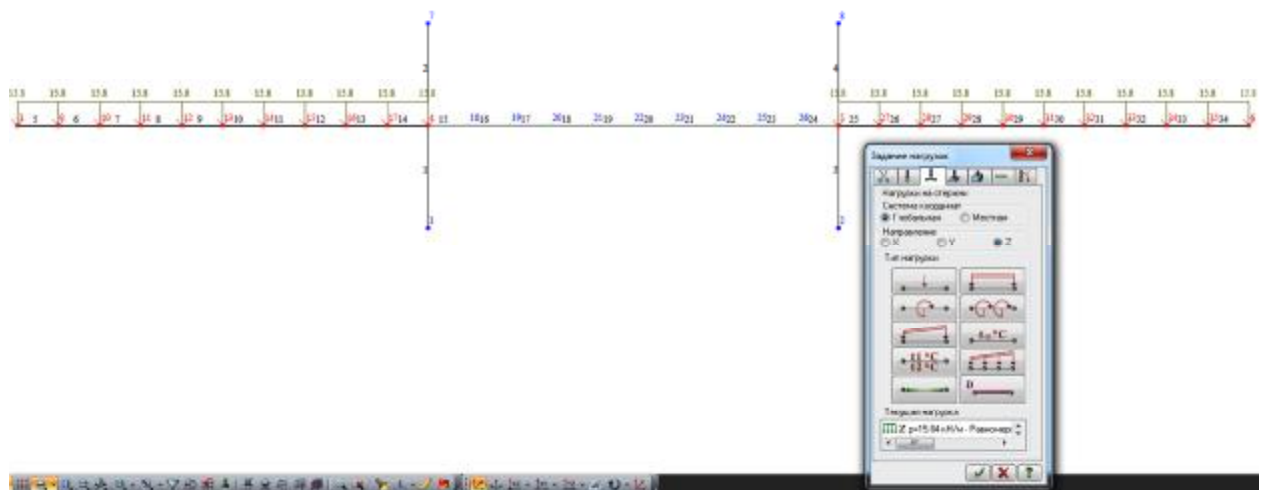


Рис.3.14. Задание величин временных нагрузок по схемам.

На следующем этапе подтверждаем параметры автоматически сгенерированной таблицы РСУ (рис.3.15), а затем РСН (рис.3.16).

Расчетные сочетания усилий

Строительные нормы: СНИП 2.01.07-85\*

Номер загрузки: 7 Временная длит 3 схема

Вид загрузки: Временное длит. (1) По умолчанию

N группы объединяемых временных загрузок: 0

Учитывать знакопеременность: ☒

N группы взаимоисключающих загрузок: 0

NN сопутствующих загрузок: 0 0

Коэффициент надежности: 1.20

Доля длительности: 1.00

Не учитывать для II-го пред. сост.: ☐

Ограничения для кранов и тормозов: Кран ☐ Тормоз ☐

Коэффициенты для РСУ

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б/С)	5 сочет.	6 сочет.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
2	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00
4	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00
5	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00
6	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00
7	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00

Сводная таблица для вычисления РСУ:

№	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный...	Постоянное ...	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Временная 1 ...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
3	Временная 2 ...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
4	Временная 3 ...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
5	Временная д...	Временное д...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95
6	Временная д	Временное д	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95

Рис. 3.15. Диалоговое окно Расчетные сочетания усилий (PCY)

Расчетные сочетания нагрузок

СНИП 2.01.07-85\*

	Доля длительн.	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.
2	.35	.0	.0	.0	.0	1.0	.0	.0	1.
3	.35	.0	.0	.0	.0	.0	1.0	.0	1.
4	.35	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0	0.
5	1.0	.0	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.
6	1.0	.0	.0	1.0	.0	.0	.0	.0	0.
7	1.0	.0	.0	.0	1.0	.0	.0	.0	0.

1 основное  
2 основное  
Особое (С)  
Особое (б/С)

$\Sigma P + D + K + (K_r + T) + M$


Коэффициенты

Добавить

Рис. 3.16 Диалоговое окно Расчетные сочетания нагрузок (PCN)



## Полный расчет схемы

► Запустите задачу на расчет щелчком по кнопке  –Выполнить расчет (панель **Расчет** на вкладке **Расчет**.)



*Перед расчетом желательно выполнить упаковку схемы и сохранить файл*

## Анализ результатов расчет в ПК ЛИРА-САПР



*После расчета задачи, просмотр и анализ результатов статического и динамического расчетов осуществляется на вкладке **Анализ**. или панель **Результаты расчета** на вкладке **Расчет**.)*

ПК ЛИРА позволяет анализировать результаты как отдельных загружений, так и их сочетаний в виде РСН и РСУ (необходимо выбрать соответствующую вкладку в счетчике .загружений (в строке состояния, нижняя области рабочего окна).

**Оценка жесткости ригеля.** Оцениваются деформации ригеля в виде вертикальных перемещений его узлов -для подтверждения достаточной жесткости несущей системы.

Мы можем наглядно увидеть форму деформаций ригеля от каждого нагружения, рис. 3.17, а так же величину перемещения узлов в виде мозаик от отдельных нагрузок, таблица 4, рис. 3.18. и их расчетных сочетаний (РСН) таблица 5.

Максимальное значение в РСН получено для схемы 1+2, рис. 3.19 и составило -30.1587(узел 13), перемещение опоры составило -0.128777(узел 4), тогда относительное перемещение узла 13 -30 мм. Допустимое перемещение согласно СП Нагрузки и воздействия [2]  $1/200$  пролета, т.е.  $6000/200=30$  мм, согласно СП Железобетонные конструкции [3]  $1/150$  пролета, т.е. 40 мм. Жесткость ригеля обеспечена.

Табл. 4. Полученные величины максимальных перемещений по нагрузкам

№ загр.	1	2	3	4	5	6	7
Величина перемещения, мм	29,1	9,15	4,84	8,59	6,41	3,39	6,01
Узел	13	13	22	13	13	22	13

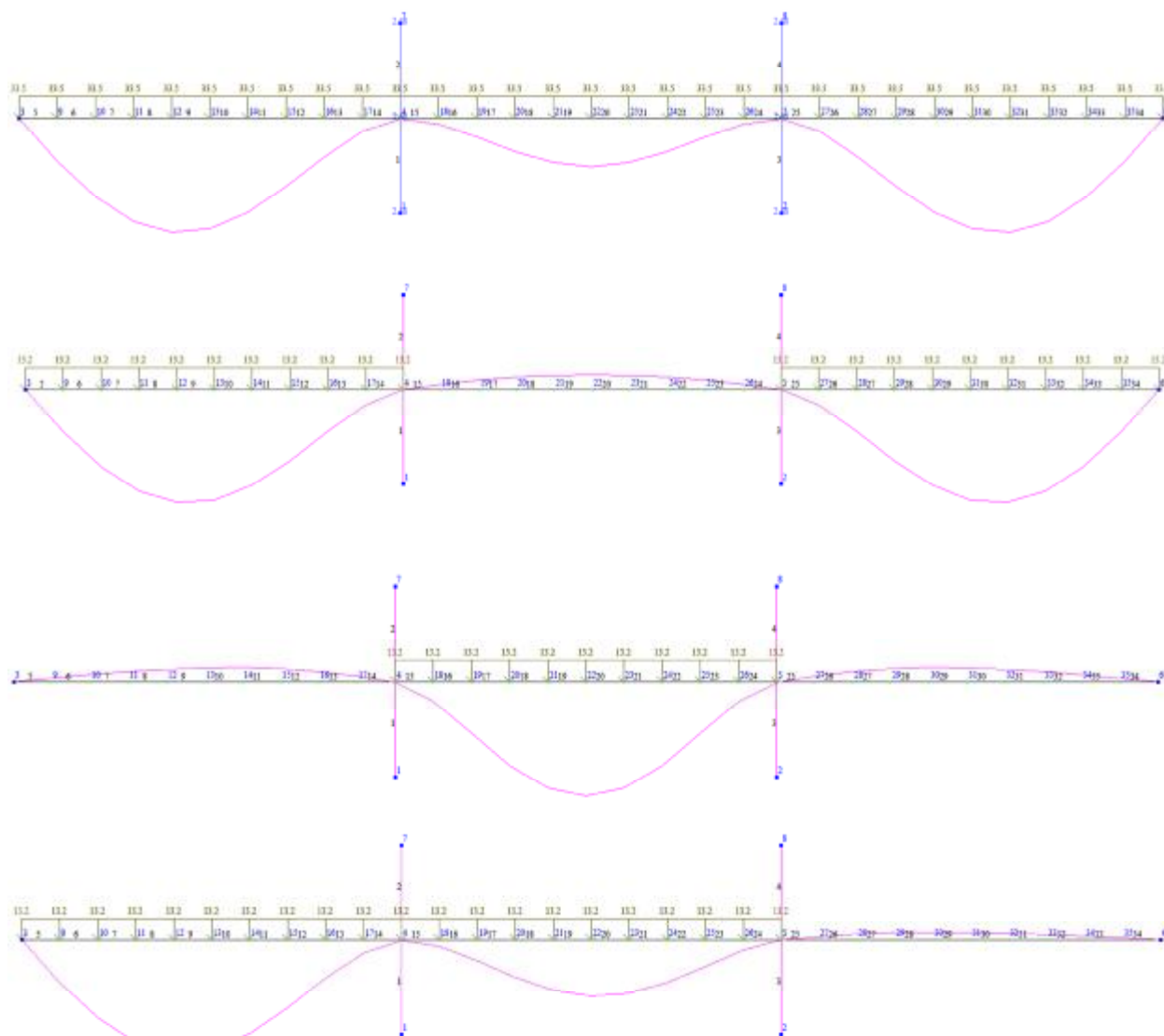


Рис. 3.17 Форма деформаций ригеля



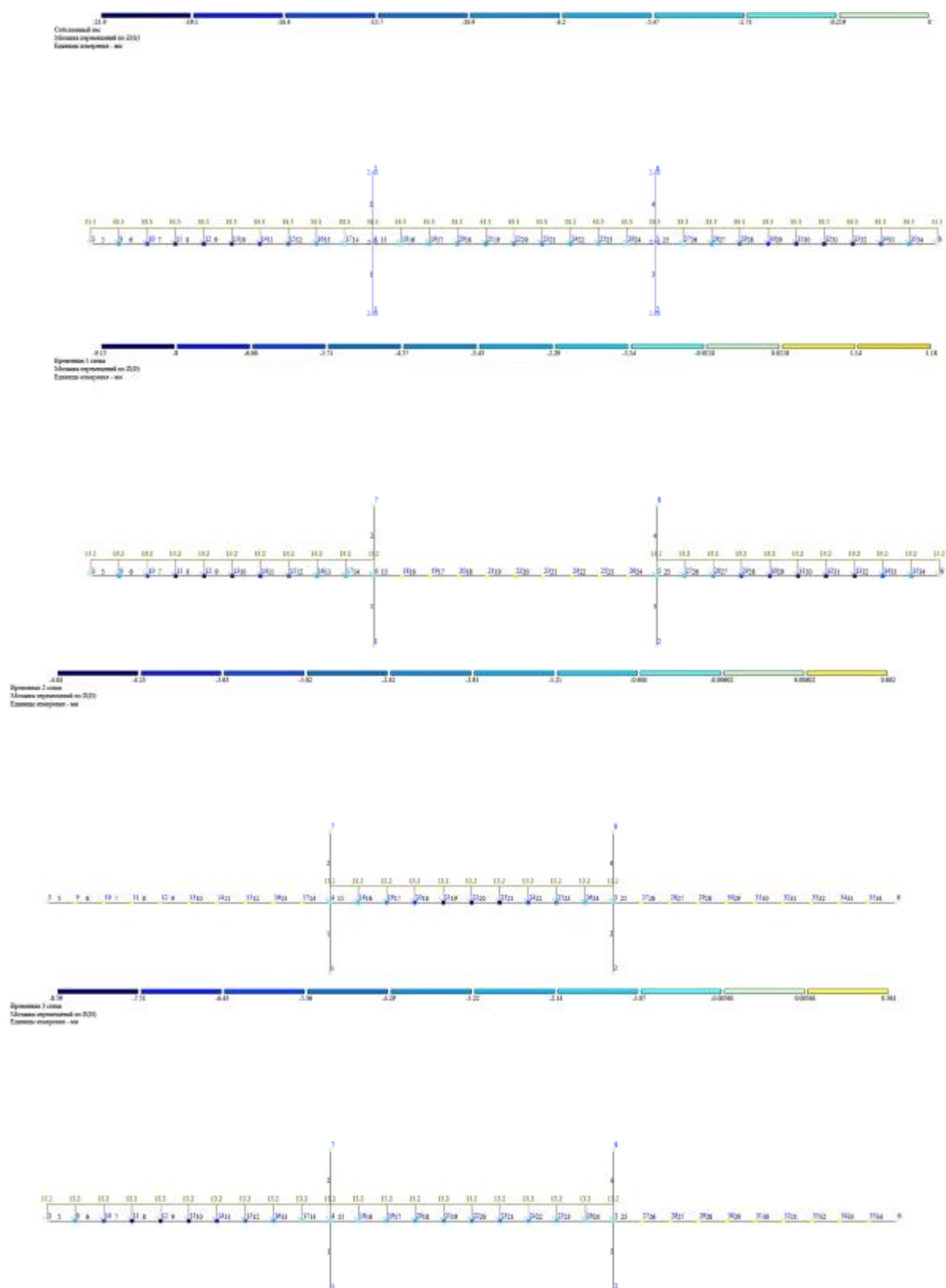


Рис. 3.18 Мозаика деформаций от отдельных загрузений

Табл. 5. Полученные величины максимальных перемещений по РСН

Вариант сочетания	1	1+4	1+5	1+6	1+2	1+3	1+4
Величина перемещения, мм	29,1	9,15	4,84	8,59	30,16	3,39	6,01
Узел	13	13	22	13	13	22	13

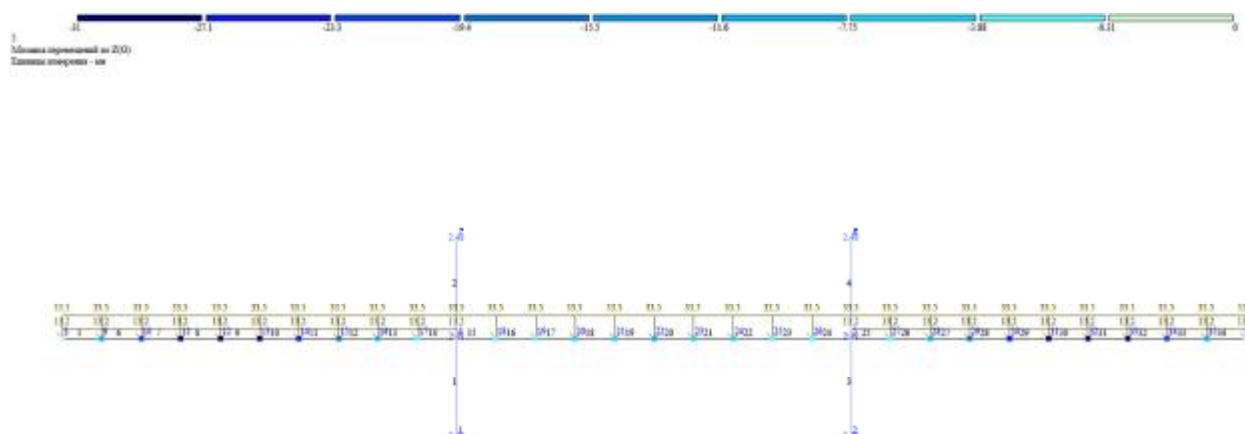


Рис. 3.18 Мозаика деформаций от сочетания нагрузок 1+2.



Деформации оцениваются по нормативным величинам нагрузок! Если жесткость не обеспечена, необходимо изменить геометрию ригеля (за счет ширины ребра и или увеличить класс бетона)

### Оценка полученных усилий в элементах ригеля.



Оцениваются по расчетным величинам нагрузок!

Оцениваются результаты в виде эпюр (мозаик) напряжений по отдельным загружениям и для сочетаний в результате можно определить наиболее нагруженные элементы для дальнейшего подбора в них арматуры.

► Выведите на экран эпюру  $M_y$  щелчком по кнопке  $M_y$  –Эпюры  $M_y$ (панель Усилия в стержнях на вкладке Анализ).

► Для вывода эпюры  $Q_z$  щелкните по кнопке  $Q_z$  –Эпюры поперечных сил  $Q_z$ (панель Усилия в стержнях на вкладке Анализ).

Табл. 6. Полученные величины максимальных усилий в ригеле по загрузкам

№ загр.	1	2	3	4	5	6	7
Момент в пролете	<b>100,0</b>	<b>42,1</b>	26,1	40,68	29,48	18,30	28,49
Номер элемента	8	8	20	8	8	20	8
Момент на опоре	<b>170,35</b>	65,9	45,1	<b>69,7</b>	46,1	31,6	48,8
Перерезывающая сила на опоре	<b>145</b>	58,5	47,5	<b>59,13</b>	40,96	32,27	41,42
Номер элемента	14	14	15	14	14	15	14

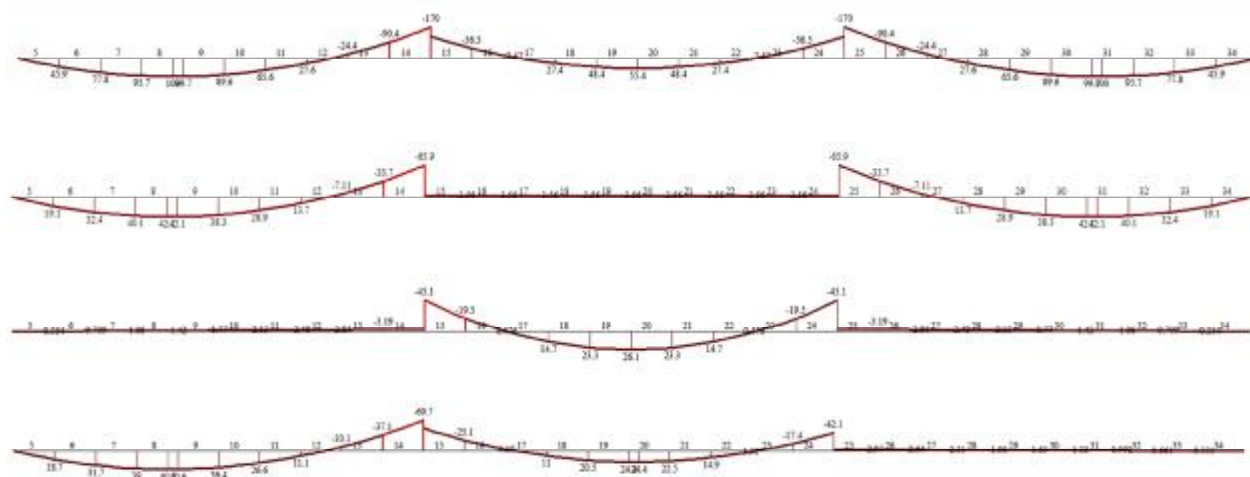


Рис. 3.19 Характер распределения момента по загрузкам (1-4).

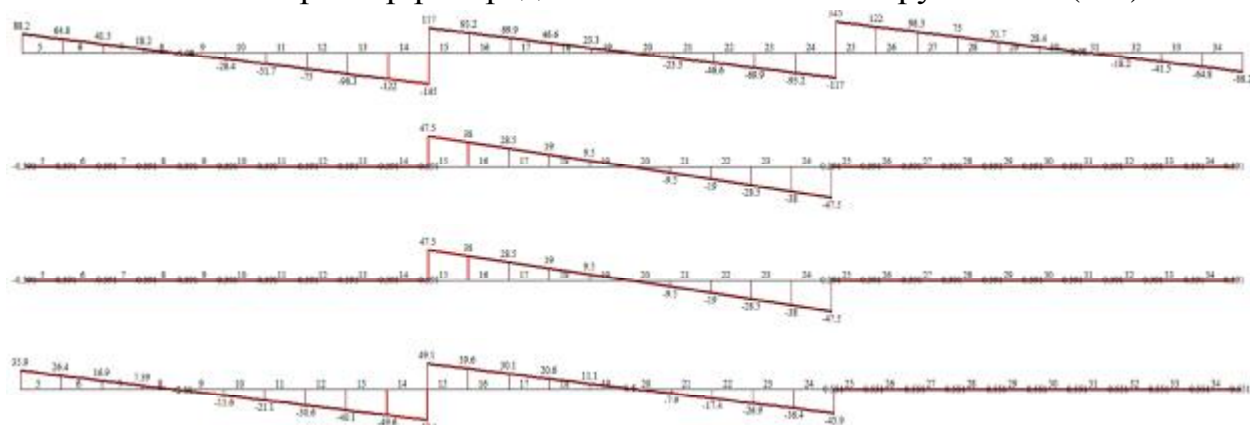
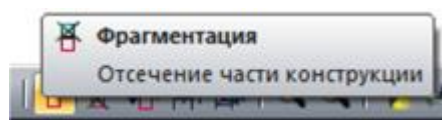
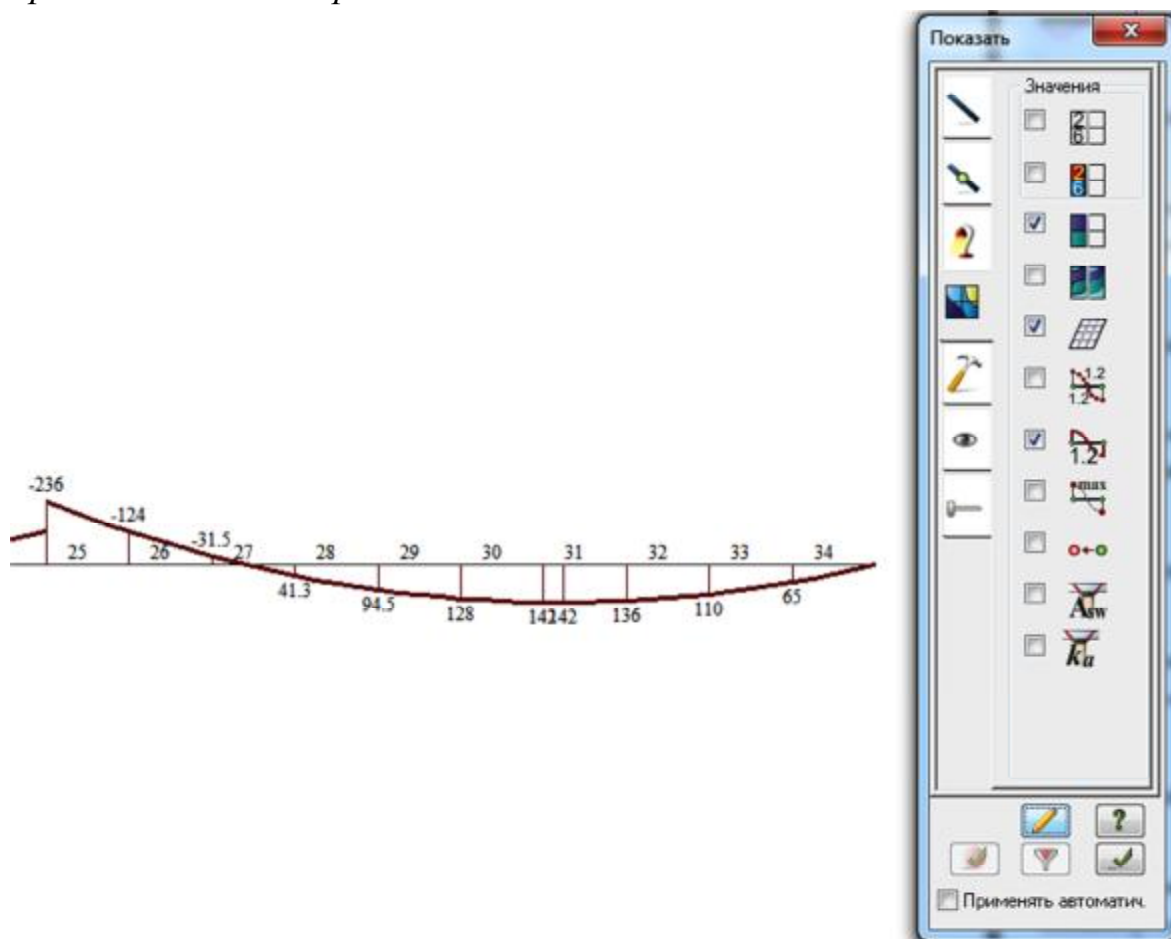


Рис. 3.20 Характер распределения перерезывающей силы по загрузкам (1-4).



Для четкого отображения эпюр выделите элементы ригеля и выполните фрагментацию при помощи кнопки. Через флаги рисования включите значения на эпюрах в четвертой вкладке, рис 3.21. Результаты удобно сохранять используя графический контейнер.



**Рис. 3.21** Подписывание значений на эпюрах.

Из таблицы 6 видно, что максимальный пролетный момент получается в элементе 8, результаты расчета по РСН при сочетании нагрузок 1+2 = 142,125 кНм, а опорный момент и перерезывающая сила в элементе 14, результаты расчета по РСН 1+4 = -240,45 кНм и -204,31 кН соответственно.

Так же посмотрим результаты расчета для элементов 8 и 14 по РСУ. Для этого выберем эти элементы и запросим через Окна - Стандартные (интерактивные) таблицы РСУ расчетные, нормативные и нормативные

длительнодействующие соответственно, рис.3.22. В полученных таблицах выделяем максимальные усилия.

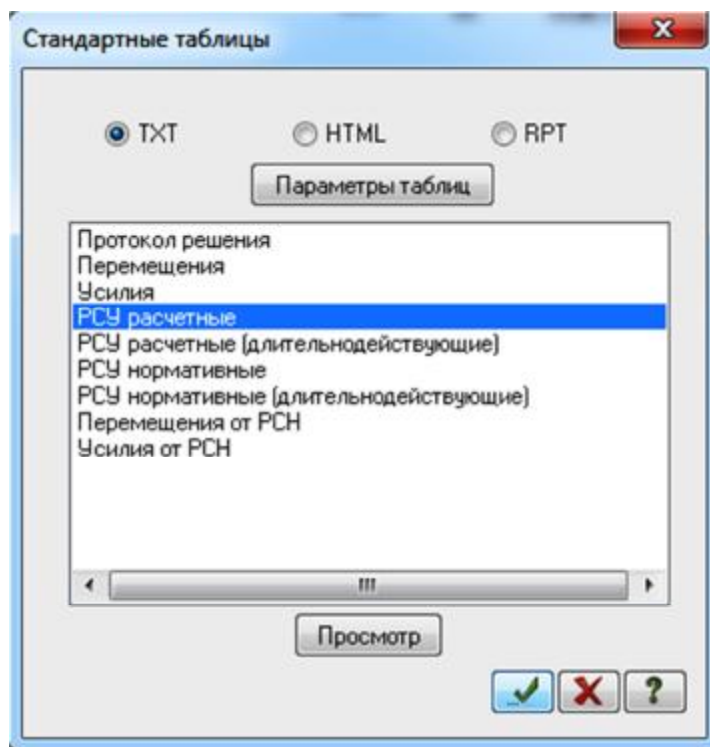


Рис. 3.22 Окно стандартных таблиц.

Табл. 7 РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ расчетные

ЭЛМ.	НС	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
8	1	192.62	36.906	1,2
8	2	200.19	13.536	1,2
8	3	<b>200.74</b>	-9.8324	1,2
14	1	-181,55	243,94	1,4
14	2	-258,24	267,31	1,4
14	3	<b>-341,94</b>	<b>290,68</b>	1,4

Табл. 8 РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ нормативные

ЭЛМ.	НС	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
8	1	167.77	32.135	1,2
8	2	174.36	11.778	1,2
8	3	<b>174.84</b>	8.5787	1,2
14	1	-158.14	-212.50	1,4
14	2	-224.94	-232.85	1,4
14	3	<b>-297.85</b>	<b>-253.21</b>	1,4

Табл. 9 РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ длительно действующие

ЭЛМ.	НС	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
8	1	129.74	24.909	1,2
8	2	134.86	9.1850	1,2
8	3	<b>135.25</b>	6.5391	1,2
14	1	-122.10	-164.12	1,4
14	2	-173.70	-179.85	1,4
14	3	<b>-230.02</b>	<b>-195.57</b>	1,4

Полученные усилия используем для расчета ригеля по 1 и 2 группе предельных состояний (3 и 4 этапы расчета) и его конструирования, согласно указаний [1].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Соколов Б.С. Никитин Г.П. Седов А.Н. Примеры расчета и конструирования железобетонных конструкций по СП 52-101-2003. Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2009г. – 96с.
2. СП 20.13330.2011 (СНиП 2.01.07-85\*) Нагрузки и воздействия. Госстрой России.- М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 44 с.
3. СП 63.13330.2012. (СНиП 52-01-2003) Бетонные и железобетонные конструкции. основные положения. «НИИЖБ» Госстроя России. 2013.
4. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции