

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  
курсовой работы

Для студентов направления подготовки  
08.03.01 Строительство  
Направленность (профиль):

«Производство и применение строительных материалов изделий и конструкций»

Казань 2015

Составители: Фабричная К.А.

УДК 692.22

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» по дисциплинам "Строительные конструкции" и "Железобетонные конструкции"/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет; Составитель К.А. Фабричная. Казань, 2015. – 30 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета КГАСУ

Методические указания содержат рекомендации и численные примеры по расчёту монолитного ригеля с использованием ПК ЛИРА и предназначены для выполнения одного из этапов курсовой работы по дисциплинам "Строительные конструкции" и "Железобетонные конструкции", а также могут быть использованы при выполнении выпускных квалификационных работ.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры железобетонных и каменных конструкций КГАСУ (протокол № \_\_\_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 2015г.)

Илл. 25; табл. 9. © Фабричная К.А., 2015.

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2015.

## ВВЕДЕНИЕ

Предлагается выполнить статический расчет трехпролетного монолитного ригеля перекрытия таврового сечения (система Радиус) в программном комплексе ЛИРА для определения усилий, возникающих от действия нормативных и расчетных нагрузок с целью дальнейшего расчета по 1 и 2 группам предельных состояний. Исходные данные принимаются в соответствии с заданием на работу, см. рис.1.

1. Шаг колонн в продольном направлении I1, м	7.3	12. Класс бетона монол. констр. и фундамента	B25
2. Шаг колонн в поперечном направлении I2, м	6	13. Класс бетона для сборных конструкций	B15
3. Число пролетов в продольном направлении	5	14. Класс арм-ры монол. констр. и фундамента	A300
4. Число пролетов в поперечном направлении	3	15. Класс арматуры сборных конструкций	A400
5. Высота этажа, м	3	16. Класс предварит.напряг. арматуры	A600
6. Количество этажей	3	17. Способ натяжения напряг. арматуры	механич
7. Тип конструкции пола (см. прил. 2 м.у.)	3	18. Глубина заложения фундамента, м	1.65
8. Тип конструкций кровли (см. прил. 2 м.у.)	3	19. Усл. расчетное сопротивление грунта, Мпа	0.3
9. Врем. нормат. нагр на перекрытие, кН/м2	1.5	20. Снеговой район строительства	III
10. Высота полки монолитного ригеля, мм	50	21. Влажность окружающей среды, %	30
11. Пролет плиты перекрытия, м	6.6	22. Уровень ответственности здания	II

Рис 1. Исходные данные для выполнения работы

Перед началом работы с программным комплексом необходимо выполнить первый этап курсовой работы -компоновку. В результате мы определим поперечное сечение ригеля, рис. 2 и значения нагрузок, действующих на него: **нормативной (постоянной.  $P_n^{nep}$ , временной  $v_n^{nep}$ , длительной  $v_{n,l}^{nep}$ )** и **расчетной (постоянной.  $p_p^{nep}$ , временной  $v_p^{nep}$ , длительной  $v_{p,l}^{nep}$ )**

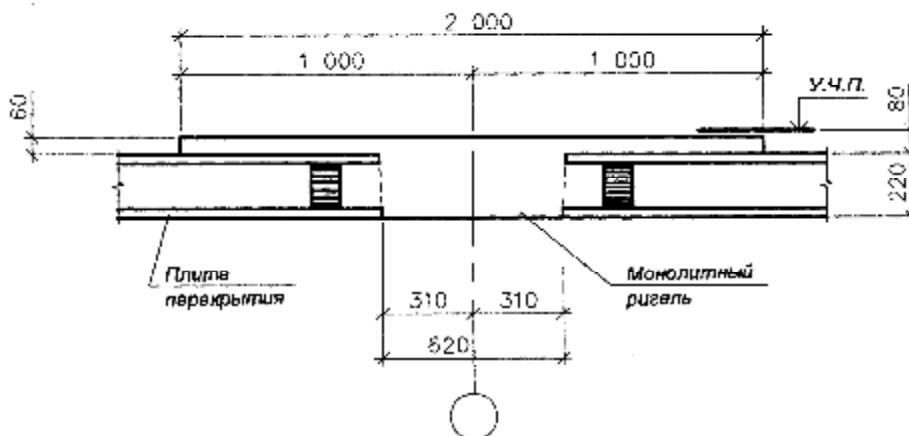


Рис 2. Поперечное сечение рассчитываемого ригеля.

## СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РИГЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ПК ЛИРА

### Задачи расчета

- 1) Создать расчетную модель ригеля в ПК ЛИРА с учетом данных первого этапа курсовой работы
- 2) Выполнить расчет в ПК и проанализировать его результаты
- 3) Определить нормативные и расчетные значения  $M$  и  $Q$  для дальнейшего расчета по 1 и 2 группам предельных состояний.

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

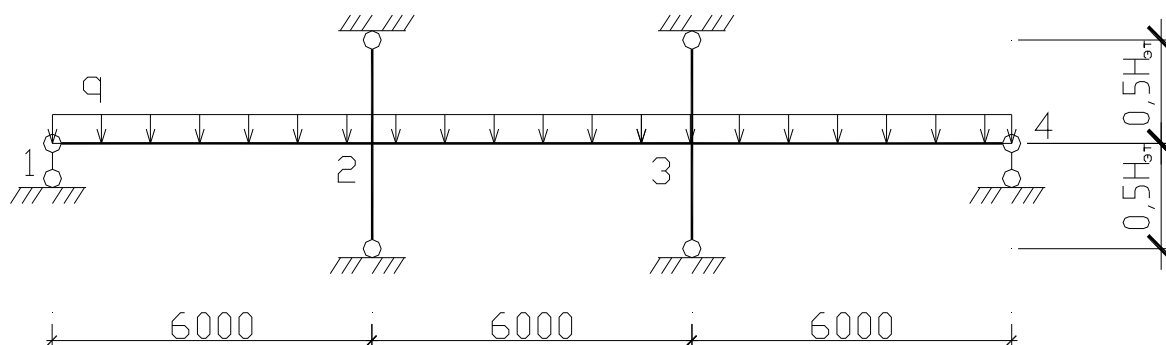


Рис. 3 Расчетная схема ригеля (цифрами обозначены номера опор)

Конструктивные элементы - колонны и ригель в ПК ЛИРА представлены в виде стержней с жесткостями, соответствующими компоновке.

Модель создается как плоская задача (тип 2), в плоскости  $XOZ$ , рис. 4.

Геометрические размеры зададим при помощи опции регулярные фрагменты и сети, рис. 5. в первый столбик вводим пролет  $l_2$ ; во второй- количество пролетов - 3; в третий - половину высоты этажа, в четвертый - количество прилегающих этажей -2.

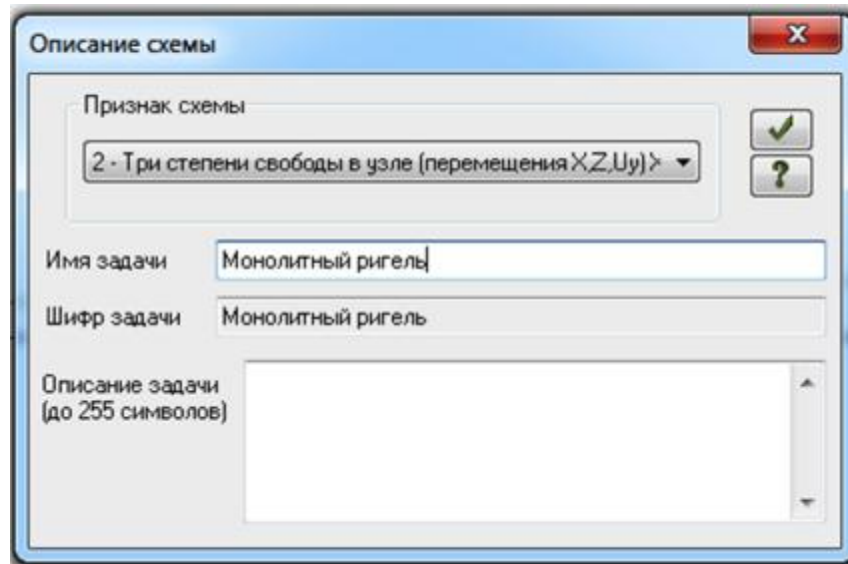


Рис.4. Принимаемый признак схемы

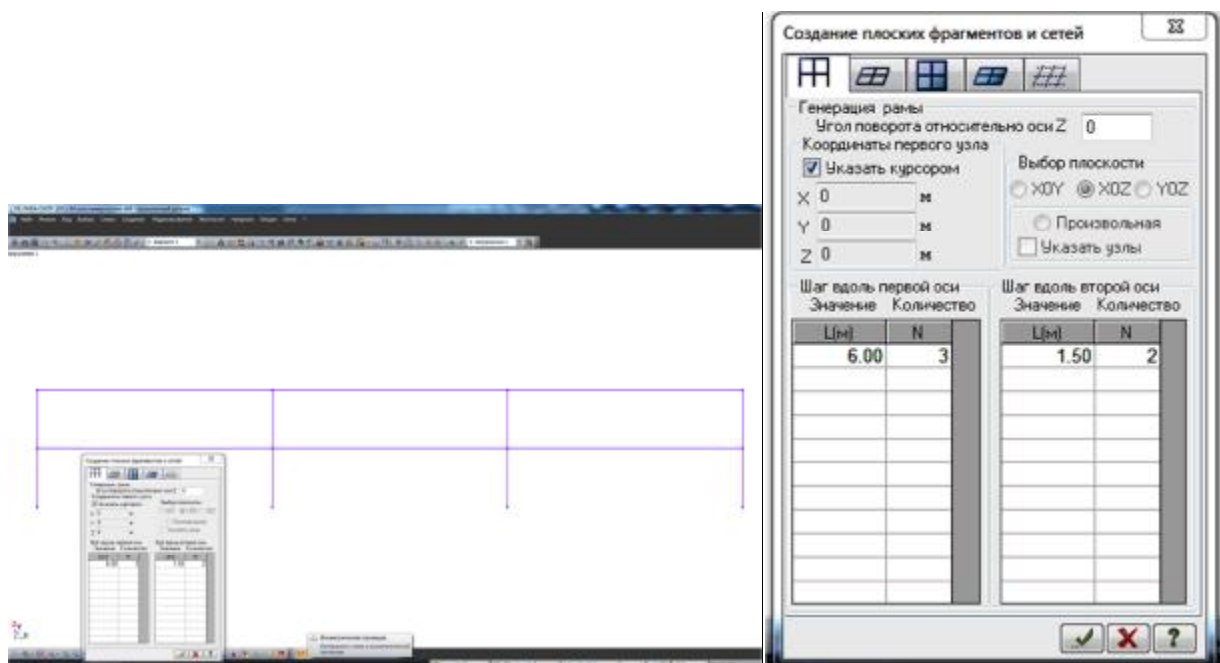


Рис.5. Задание геометрии ригеля

Откорректируем полученную схему, до требуемой по рис. 3. При помощи кнопки "выбор элементов" выберем, а затем удалим лишние

элементы схемы рис. 6, а при помощи кнопки "Выбор узлов"- лишние узлы схемы.

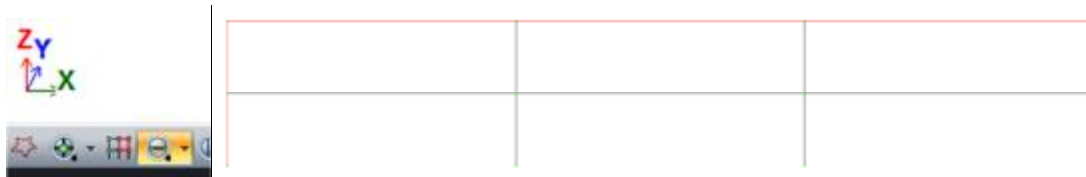


Рис.6. Удаление лишних элементов

Для получения достоверных результатов усилий выберем ригель и разделим каждый элемент на 10 частей (через функцию Добавить элемент). рис.7. Выполним упаковку схемы, рис.8. Выберем все элементы схемы и зададим расчетное количество сечений-3. (Схема - расчетные сечения стержней).



Рис.7. Разбивка элементов ригеля на части.

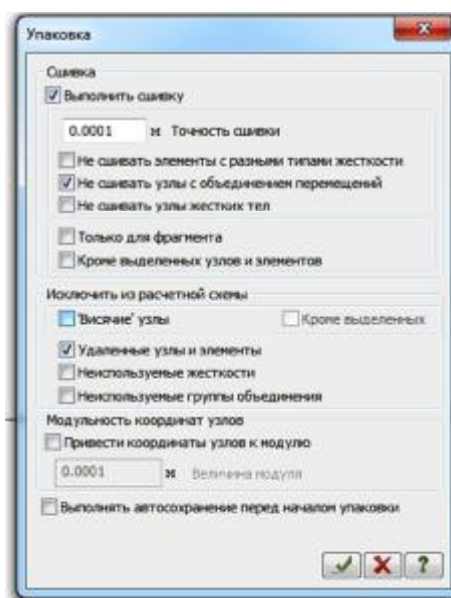


Рис.8. Окно упаковки схемы.

Через кнопку Флаги рисования включим в первой вкладке нумерацию элементов, во второй нумерацию узлов. рис.9.

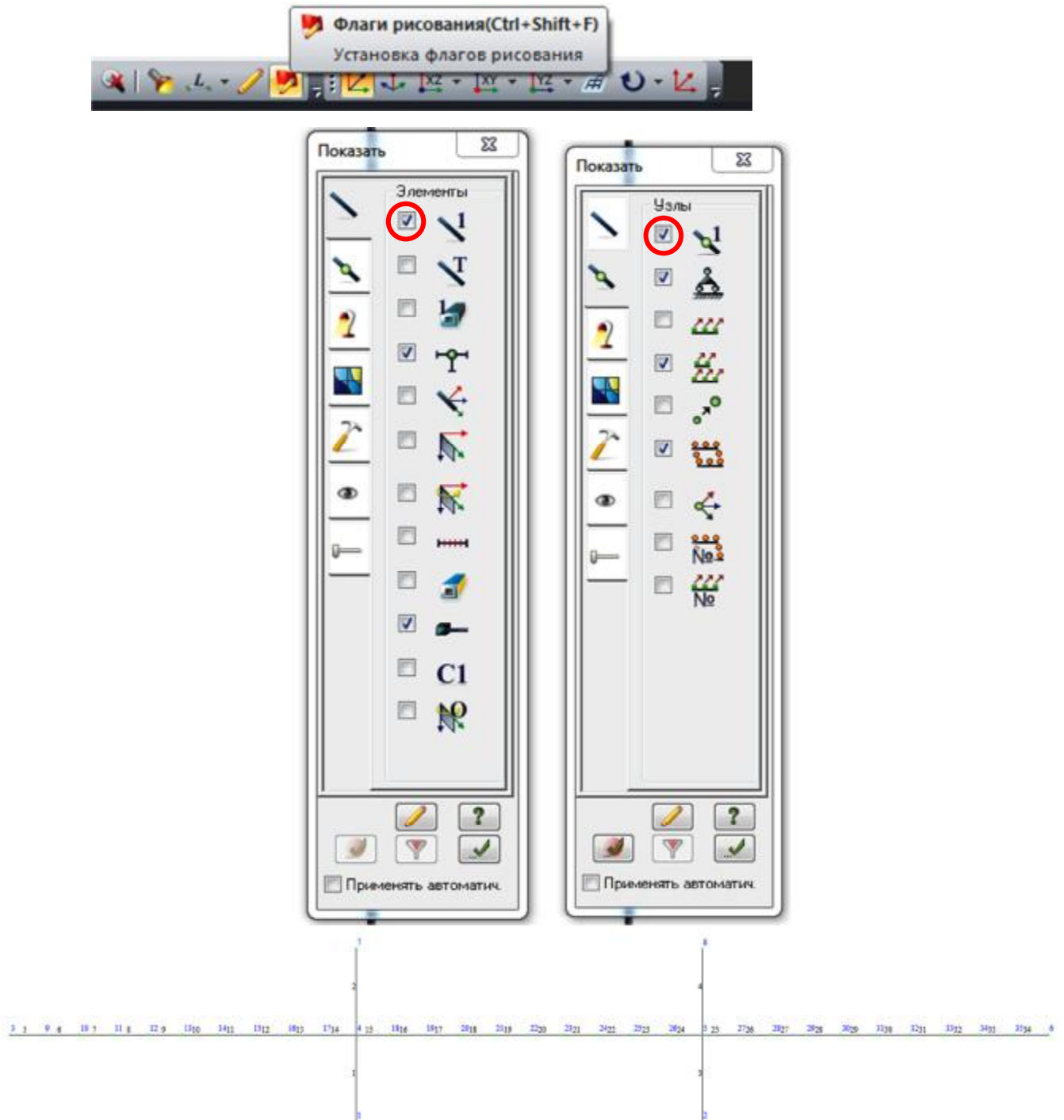


Рис.9. Вид схемы с включенными номерами узлов и элементов.

**Закрепим опоры схемы** - для узлов 3 и 6 шарнирное, рис. 10 а, для колонн (узлы 1,2,7,8)-жесткое, рис. 10 б.

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

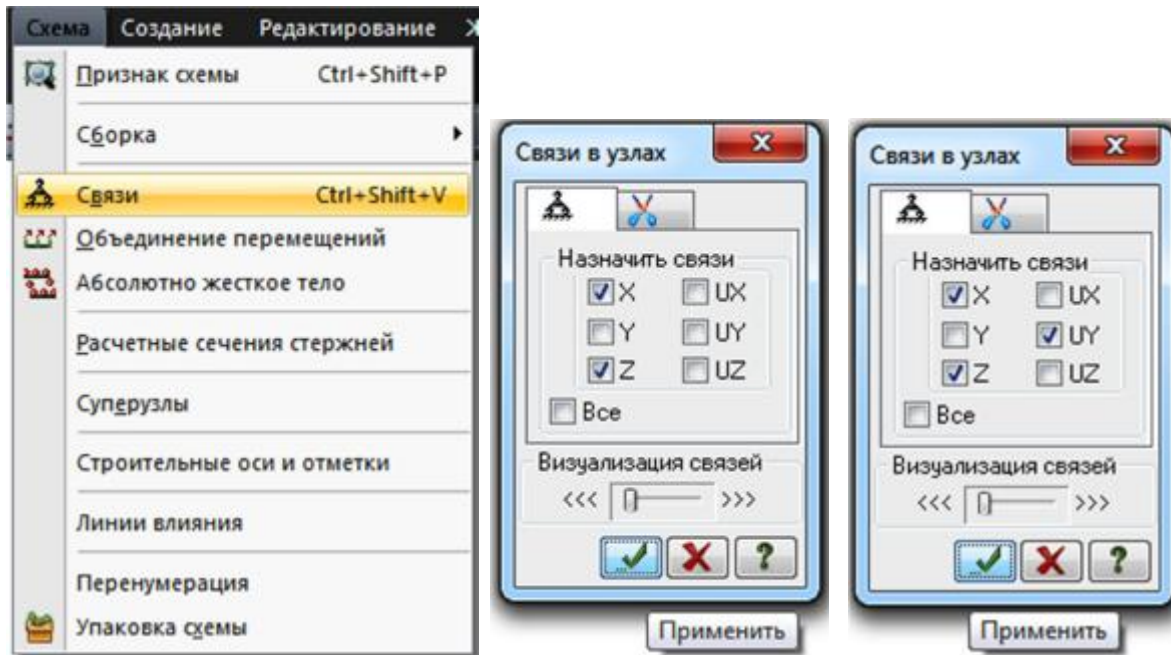


Рис.10. Задание связей.

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. 11, создадим библиотеку жесткостей, рис. 12.

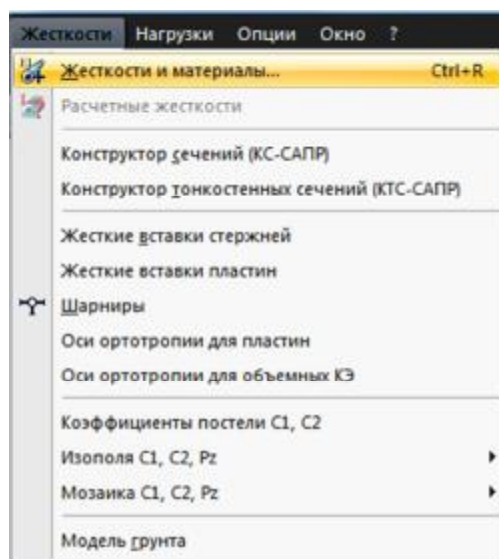


Рис.11. Задание жесткостей.



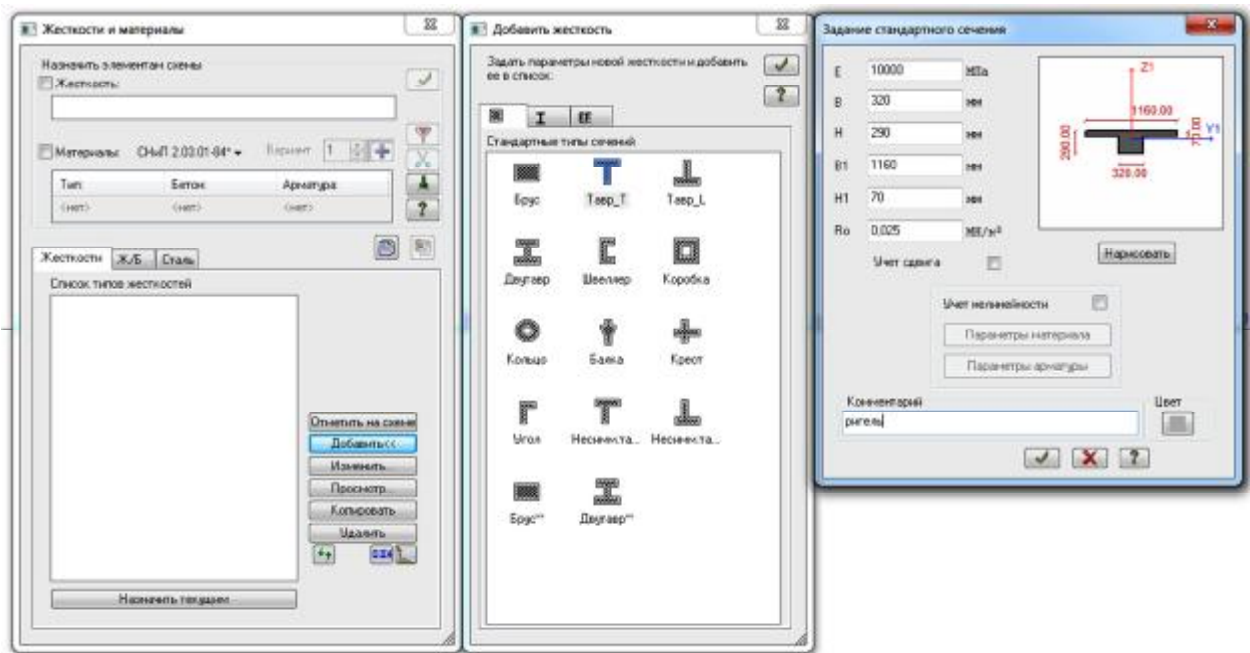


Рис.12. Создание библиотеки жесткостей

Геометрические размеры сечений должны соответствовать первому этапу работы, модуль упругости принимается по классу бетона для монолитных конструкций у ригеля и для сборных конструкций - у колонн. 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.**

Нагрузки задаем отдельными загрузками отдельно постоянные и временные, причем для последних учитывается три возможных схемы расположения, см. табл.1 и полная или длительная составляющая значения нагрузки в кН/м.

Табл. 1. Схемы и величины нагрузок, кН/м на ригель по загрузениям

№ 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.13) 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 загрузение **Собственный вес**, выберите для нее вид загрузения - **Постоянная**.
- 2 загрузение **Временная по 1 схеме**, выберите для нее вид загрузения - **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.**

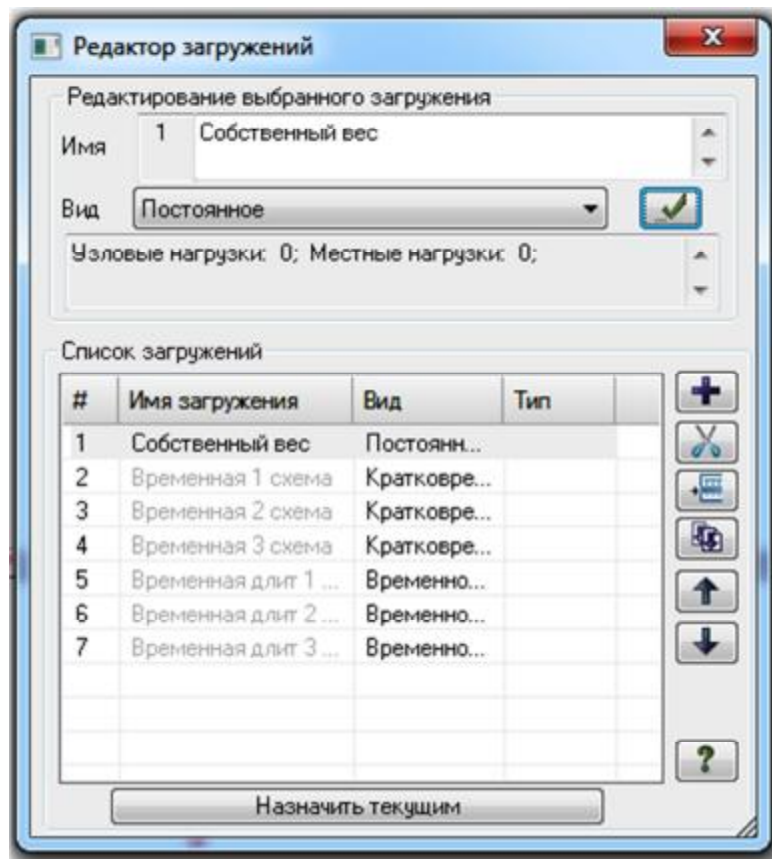


Рис.13. Создание списка загрузок  
Назначим текущим первое загрузение.

Выберем элементы ригеля. Через диалоговое окно **Нагрузки на узлы и элементы** (рис.14) зададим нагрузки щелчком по вкладке– **Нагрузки на**

стержни. В открывшейся вкладке выбираем равномерно распределенные нагрузки и задаем их величину диалоговом окне.

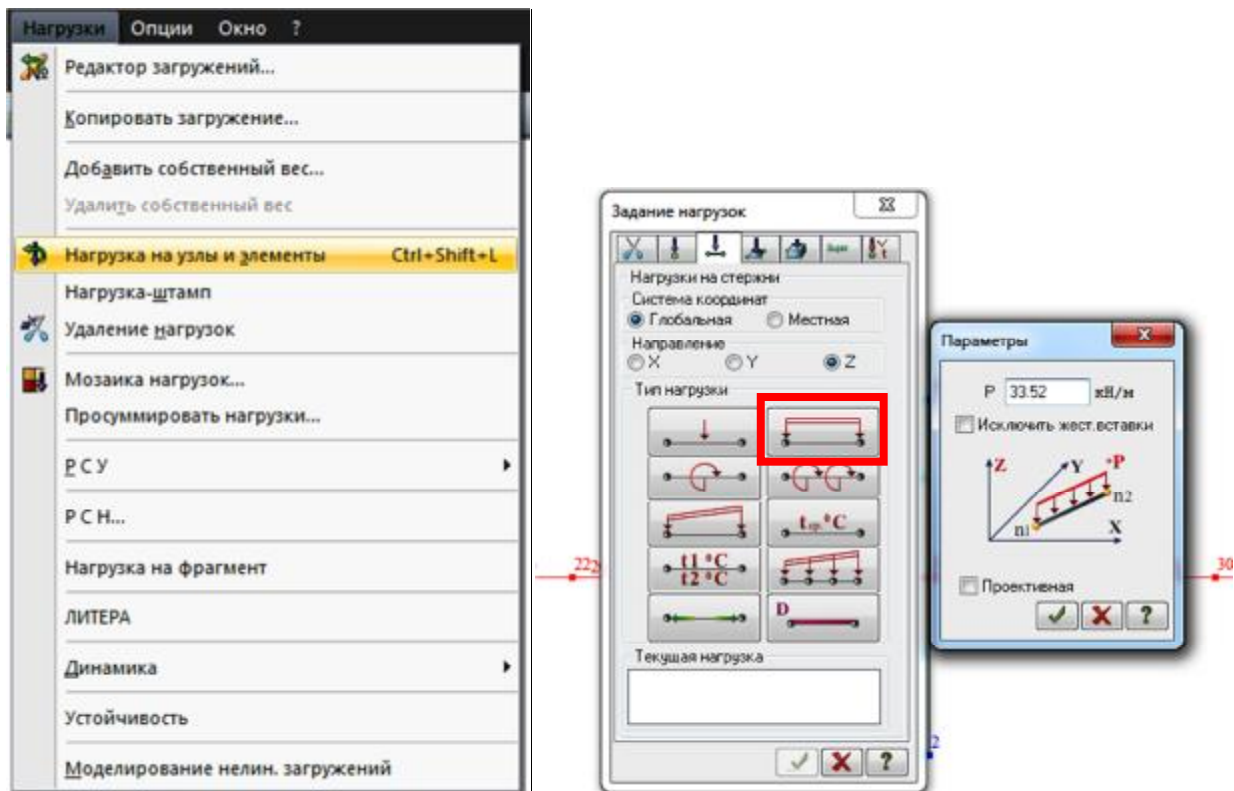


Рис.14. Создание нагрузок от собственного веса на элементы ригеля

Для отображения величин нагрузок во флагах рисования в третьей вкладке включить отображение величины нагрузок, рис.15 а.

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.15,б.

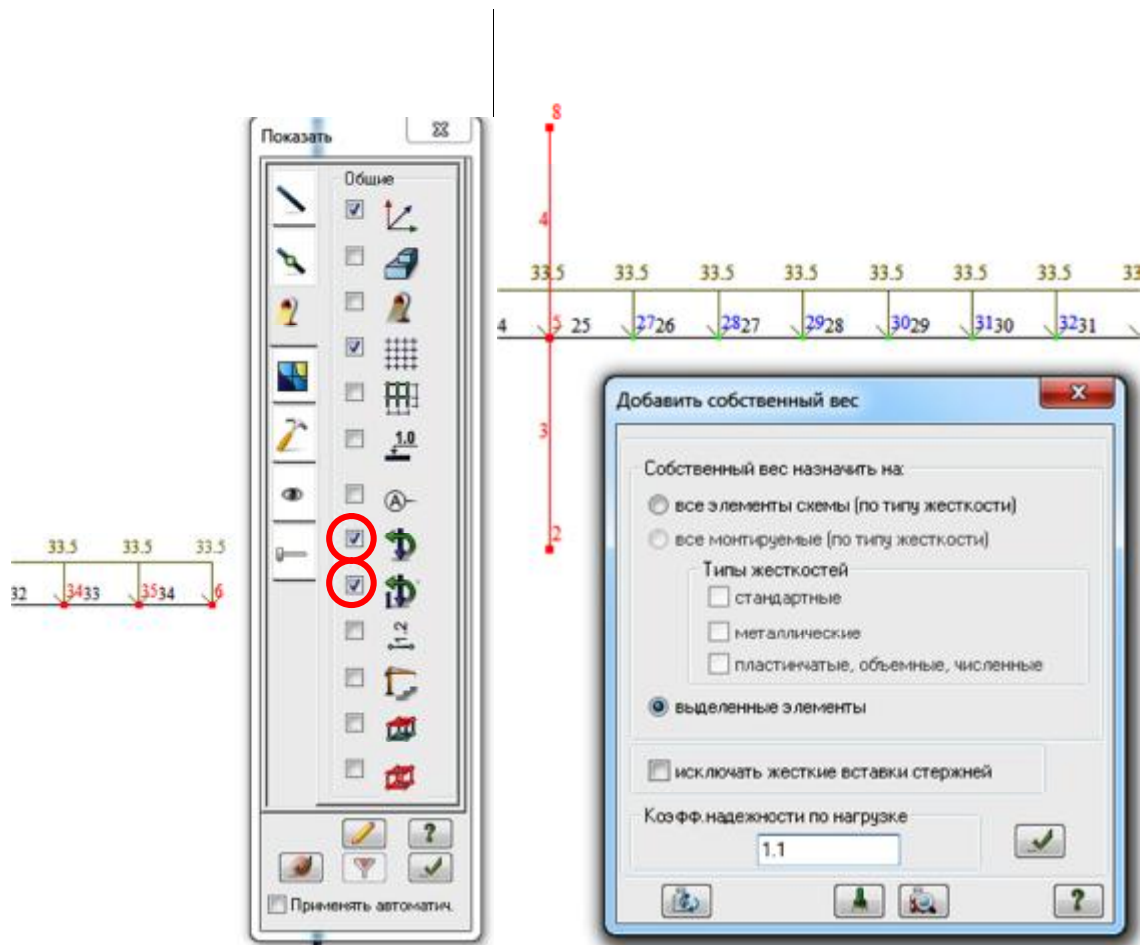


Рис.15. Отображение величин нагрузок и Создание нагрузок от собственного веса колонн

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.16)

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

Согласно указаний СП расчет конструкций и оснований по предельным состояниям 1-й и 2-й групп следует выполнять с учетом

неблагоприятных сочетаний нагрузок или соответствующих им усилий. Эти сочетания устанавливаются из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы конструкции или основания.

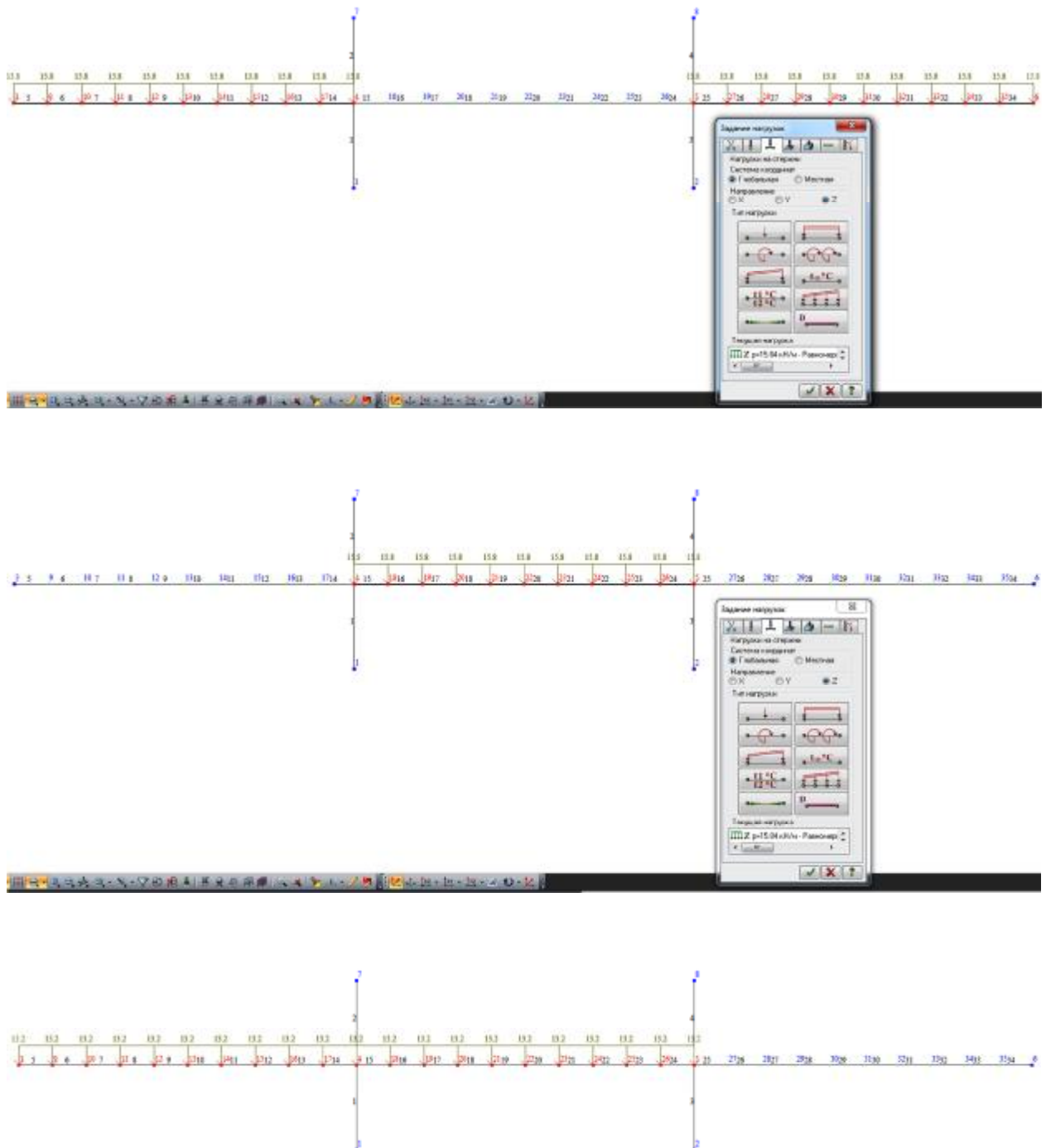


Рис.16. Задание величин временных нагрузок по схемам.

Поэтому на следующем этапе подтверждаем параметры автоматически сгенерированной таблицы РСУ ( рис.17), а затем РСН( рис.18).

С помощью пункта меню **Нагрузки / РСУ / Генерация таблицы РСУ** ( или кнопка на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Расчетные сочетания усилий** (рис.17). В этом окне подтвердите (задайте) следующие данные:

для Загружения 1 выберите в списке Вид загрузки – **Постоянное (0)** и щелкните по кнопке **Подтвердить** (в строке **Номер загрузки** номер автоматически изменился на **2**);

для Загружения 2 выберите в списке Вид загрузки – **Кратковременное (2)**, в текстовом поле **№ группы взаимоисключающих загружений** задайте **1**, (в текстовом поле **Коэффициент надежности** исправьте коэффициент на **1.3**, если временная нагрузка на перекрытие была менее  $2,0 \text{ кН/м}^2$ ) и после этого щелкните по кнопке **Подтвердить** (в строке **Номер загрузки** номер автоматически изменился на **3**);

аналогично выполняем для загрузки 3 и 4;

для Загружения 5 выберите в списке Вид загрузки – **Временное длит. (1)** в текстовом поле **№ группы взаимоисключающих загружений** задайте **2**, (в текстовом поле **Коэффициент надежности** исправьте коэффициент на **1.3**, если временная нагрузка на перекрытие была менее  $2,0 \text{ кН/м}^2$ ) и щелкните по кнопке **Подтвердить** (в строке **Номер загрузки** номер автоматически изменился на **6**)

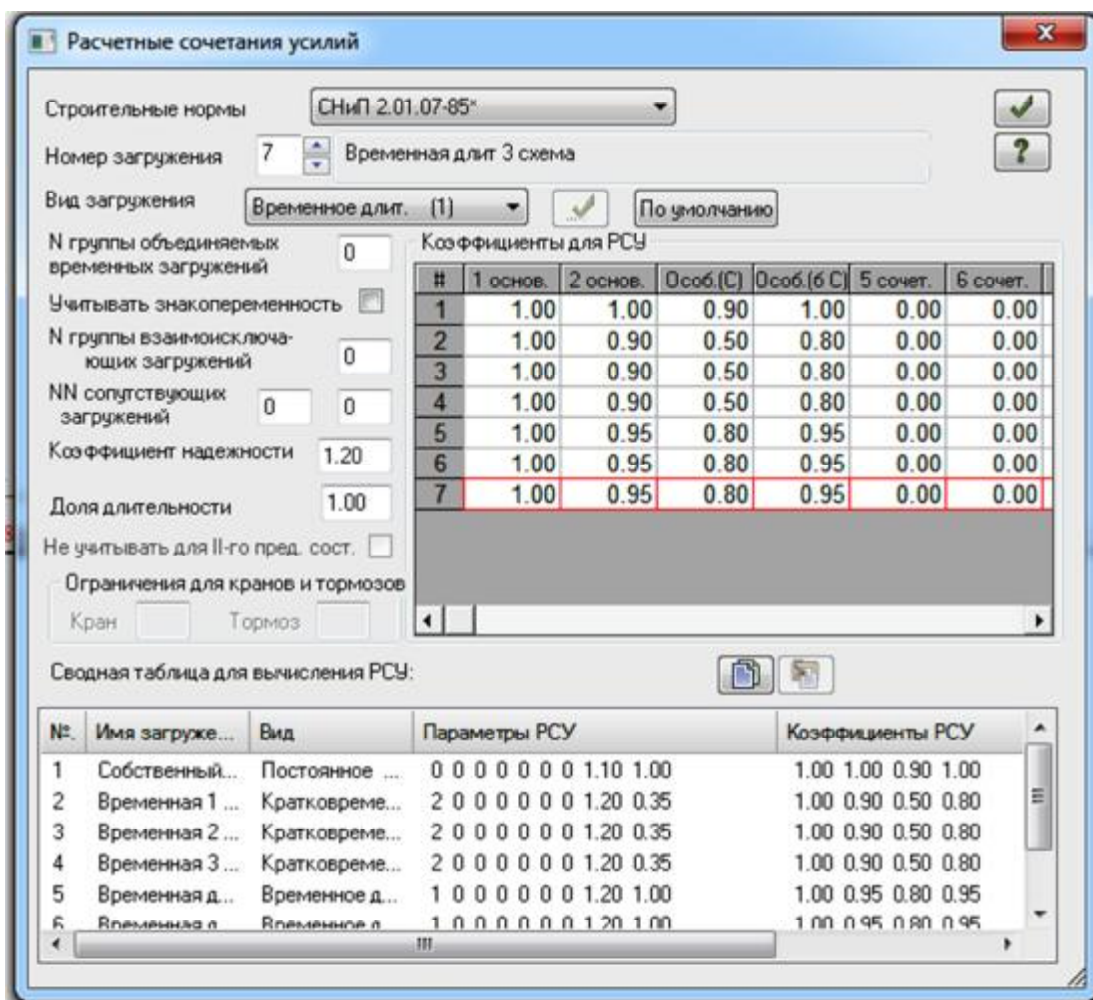
аналогично выполняем для загружений 6 и 7

Подтверждаем готовность таблицы верхней правой кнопкой подтвердить. Закрываем диалоговое окно щелчком по кнопке **Заккрыть**.

Задание и расчет РСН

В режиме визуализации результатов расчета с помощью меню **Усилия / РСН** (кнопка на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Расчетные сочетания нагрузок** (рис.18).

В этом окне в списке видов загружений заданы все виды для каждого загружения. Согласно действующих норм расчет ведется на 1 основное сочетание -выбираем эту строчку и кнопку добавить. После выполняем команду сохранить и закрываем диалоговое окно.



**Рис. 17. Диалоговое окно Расчетные сочетания усилий (PCY)**



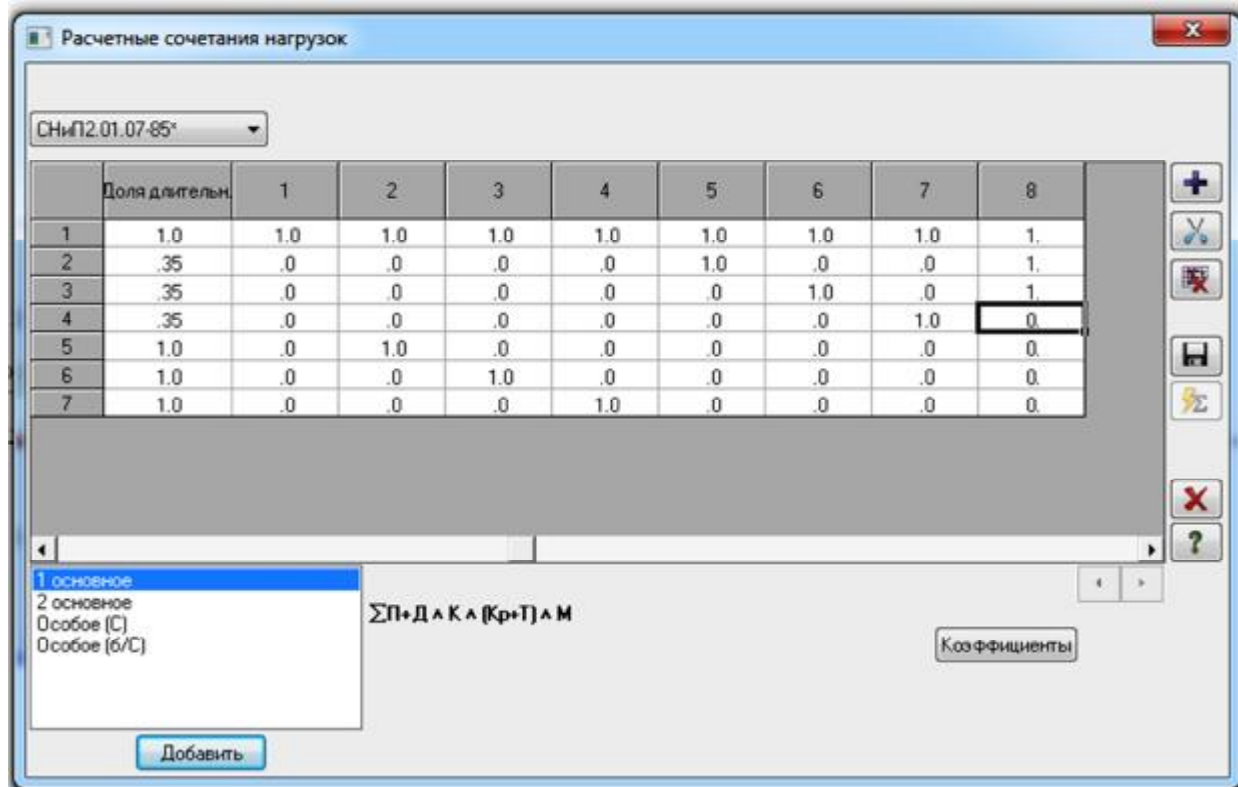
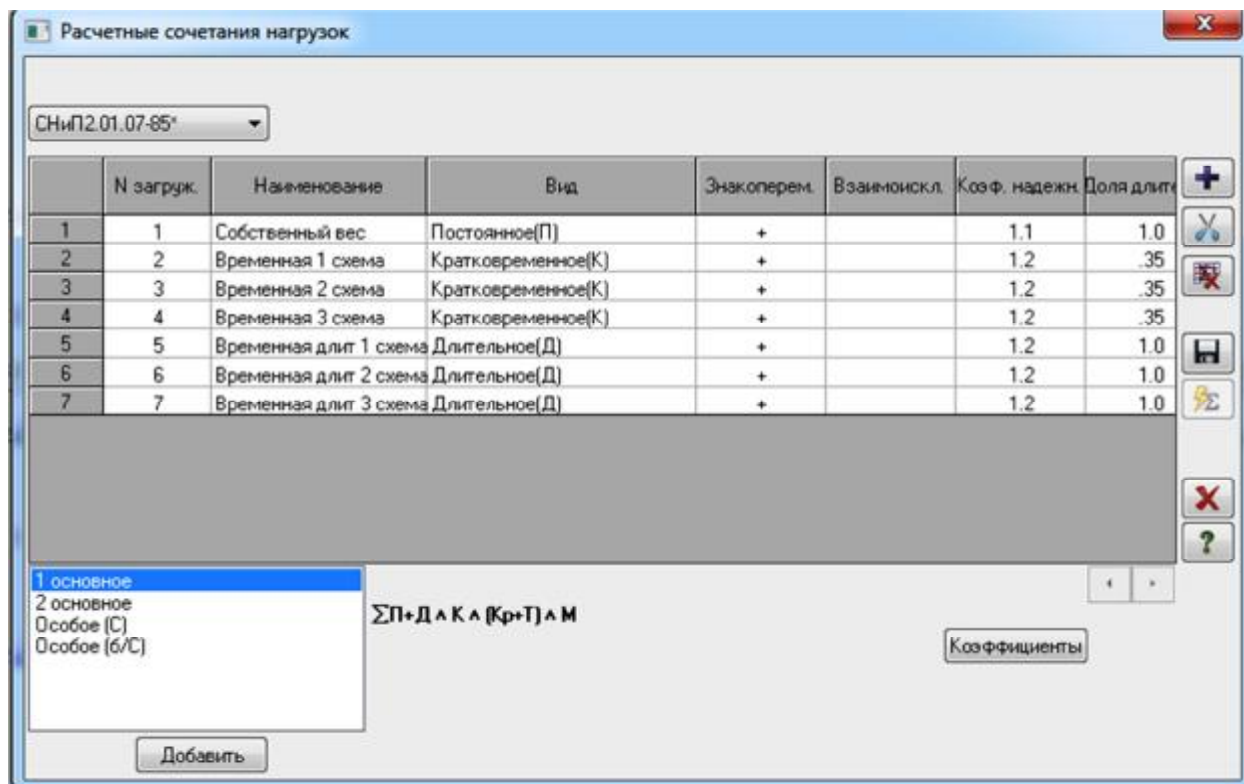





Рис. 18 Диалоговое окно Расчетные сочетания нагрузок (РСН)

## 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. 19, а так же величину перемещения узлов в виде мозаик от отдельных нагрузок, таблица 2, рис. 20. и их расчетных сочетаний (РСН) таблица 3.

Максимальное значение перемещений по РСН получено для схемы 1+2, рис. 3.19 и составило -30.1587(узел 13), перемещение опоры лоя этой схемы составило -0.128777(узел 4), тогда относительное перемещение узла 13 составляет 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. 2. 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
№ узла	13	13	22	13	13	22	13

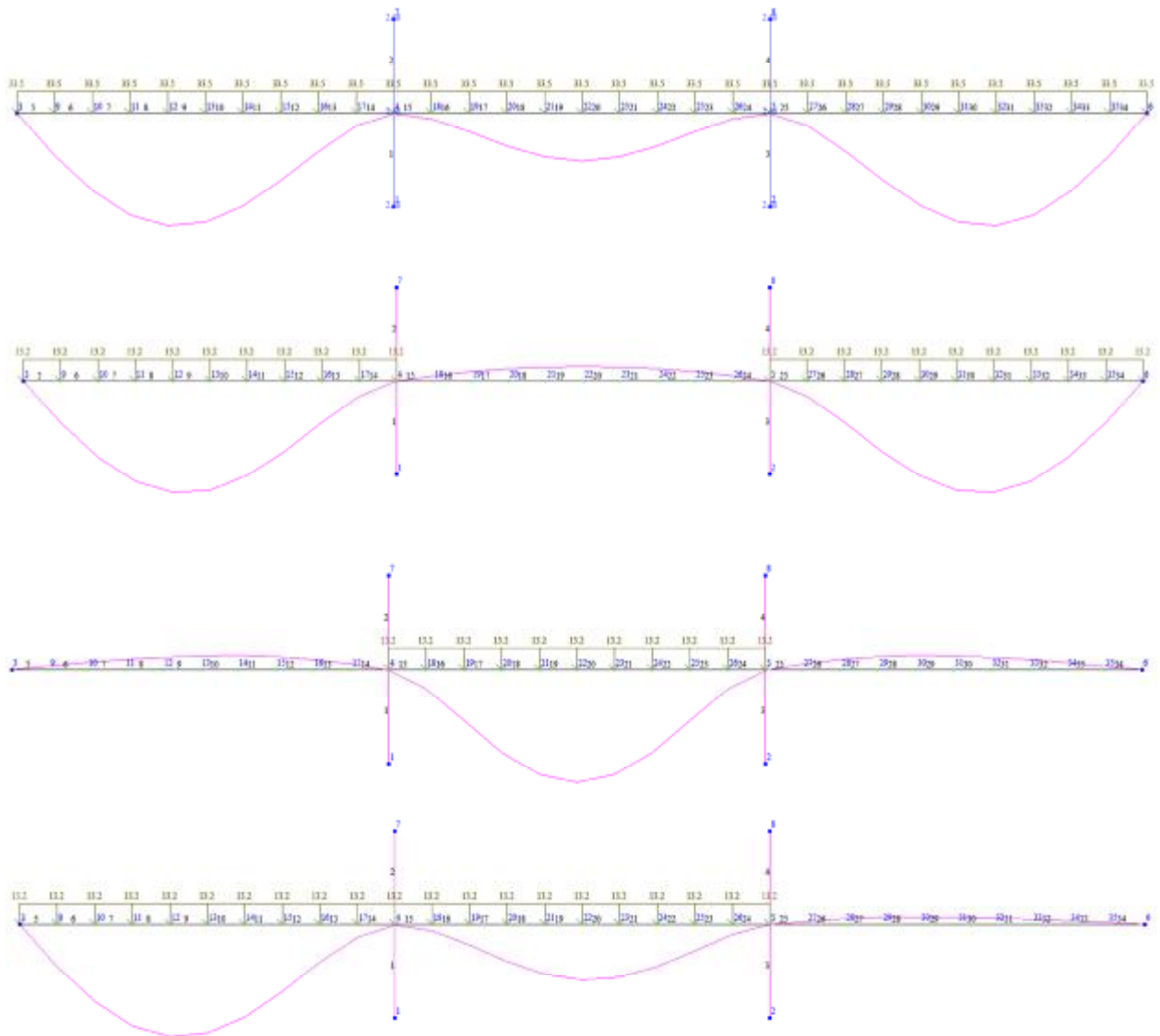
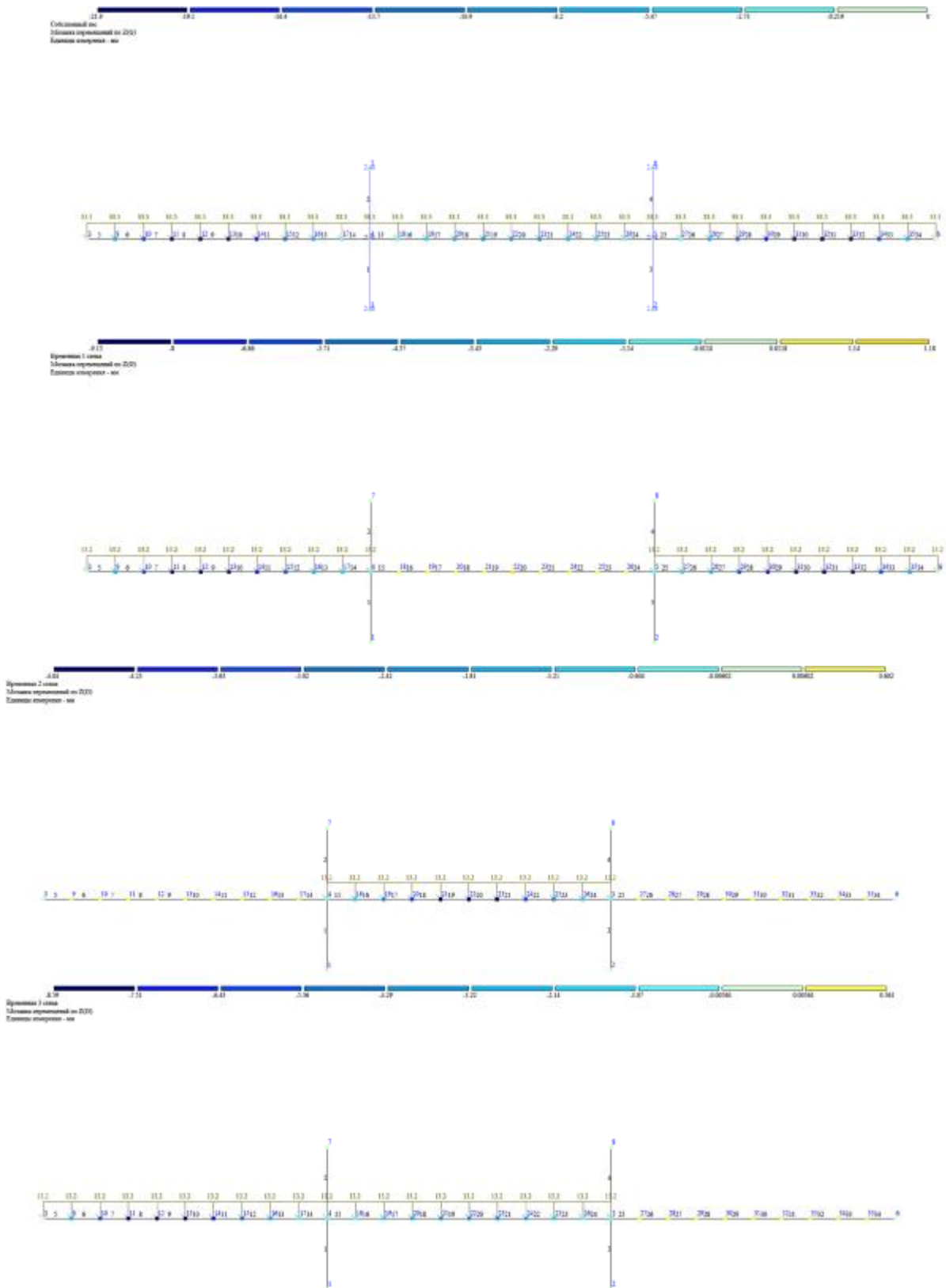


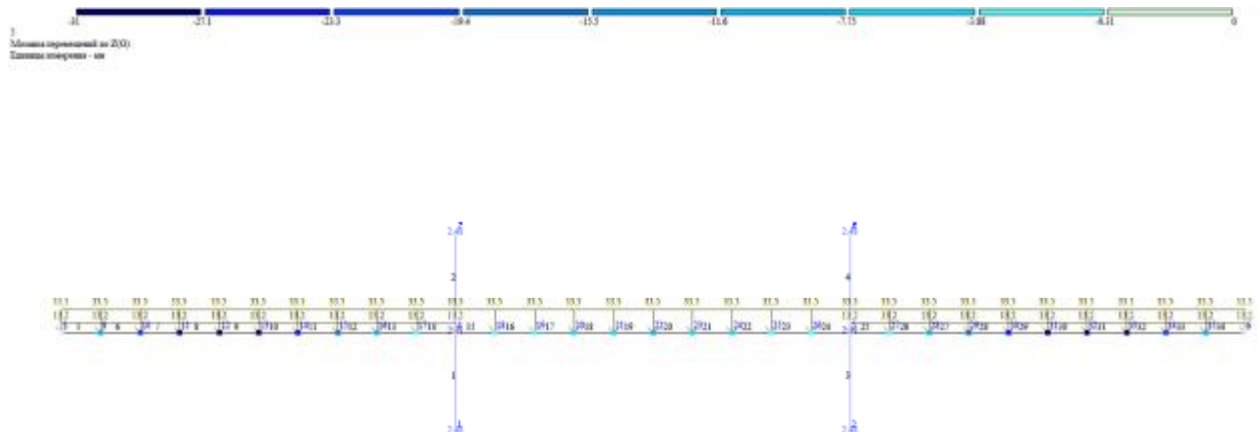
Рис. 19 Форма деформаций ригеля при разных нагрузках



**Рис. 20** Мозаики деформаций (по Z) узлов ригеля от отдельных загрузок

Табл. 3. Полученные величины максимальных перемещений по РСН

Вариант сочетания	1	1+5	1+6	1+7	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. 21** Мозаика деформаций от сочетания нагрузок 1+2.

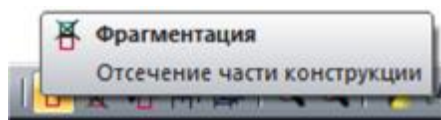


*Деформации оцениваются по нормативным величинам нагрузок! Если жесткость не обеспечена, необходимо изменить геометрию ригеля (за счет ширины ребра или увеличить класс бетона)*


## Оценка полученных усилий в элементах ригеля.

 *Оцениваются по расчетным величинам нагрузок!*

Оцениваются результаты в виде эпюр (мозаик) напряжений по отдельным загрузениям и для сочетаний в результате можно определить наиболее опасные сечения для дальнейшего подбора в них арматуры.



Для более наглядной визуализации результата необходимо выбрать элементы ригеля и выполнить команду фрагментация (элементы колонн при этом будут скрыты).

 *Через флаги рисования отключите а третьей вкладке отображение и величины нагрузок и включите значения на эпюрах в четвертой вкладке, рис 22. Результаты удобно сохранять используя графический контейнер, рис 23.*

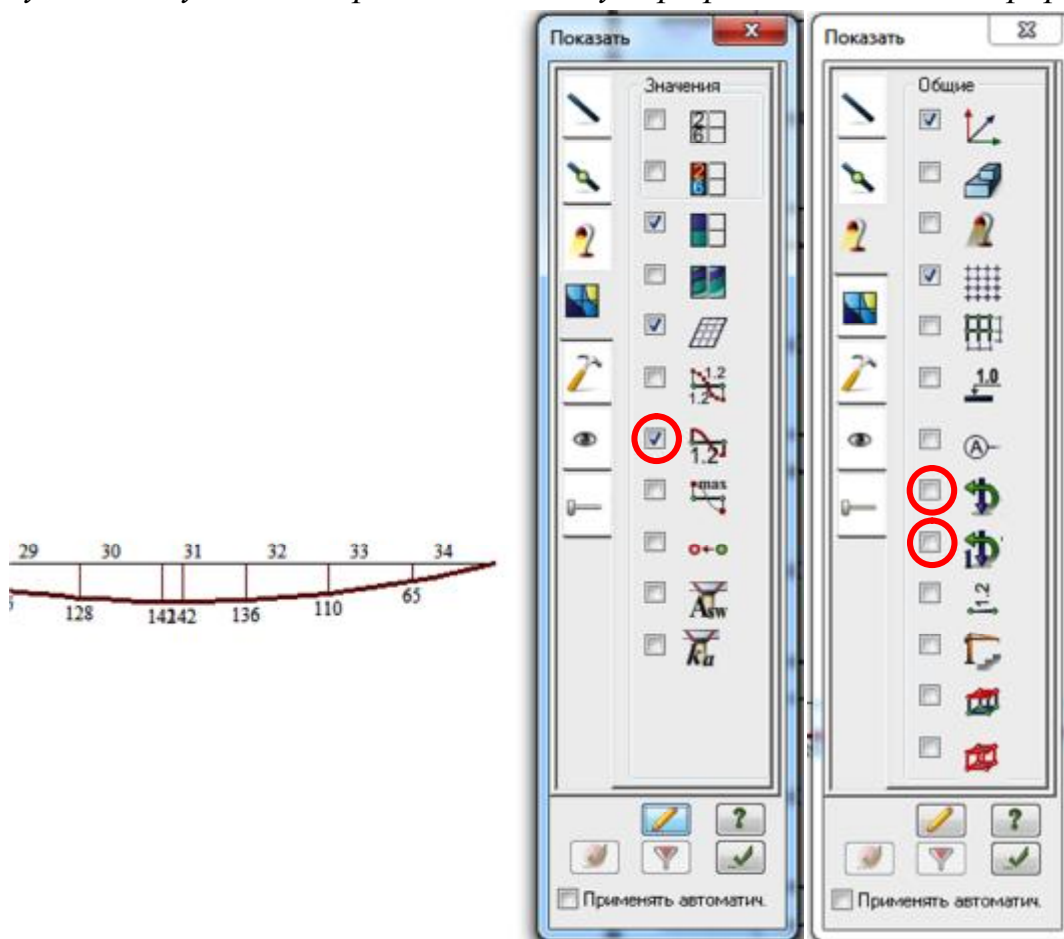


Рис. 22 Подписывание значений на эпюрах.

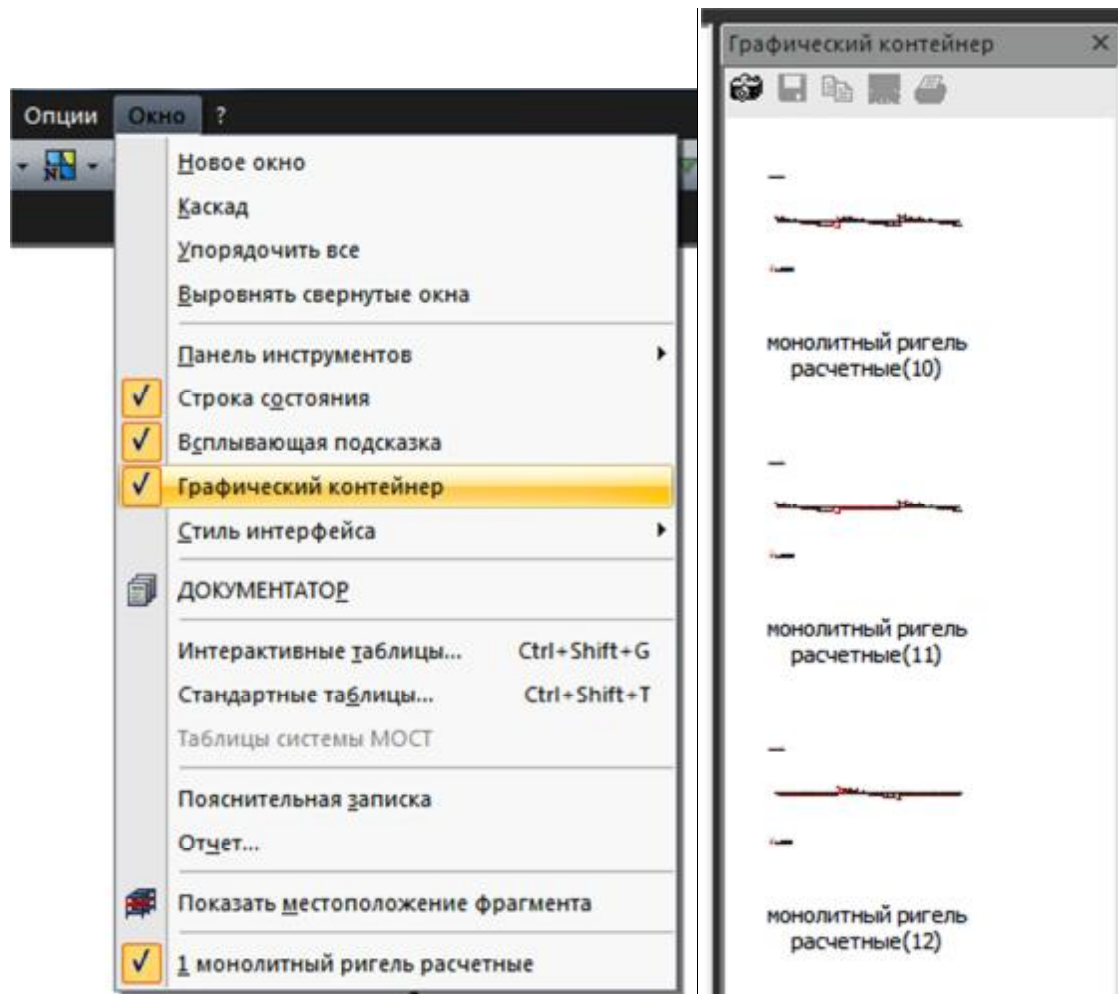


Рис. 23 Использование графического контейнера

### Определение максимального изгибающего момента.

Для вывода на экран эпюры  $M_u$  необходимо выполнить щелчок по кнопке  $M_u$  или выбрать Эпюры  $M_u$  через панель Усилия в стержнях на вкладке Анализ, рис. 24.

Приводим эпюры момента для 1,2,3 и 4 загрузений отдельно, рис. 25. Загружение 5-7 можно не приводить, т.к. характер распределения изгибающего момента аналогичен 2-4 загрузениям, изменится только величина усилий.

Так как ригель работает по неразрезной схеме, то получаем моменты с противоположными знаками - максимальный положительный момент - в

пролете, максимальный отрицательный - на опоре. Определяем элементы с максимальными усилиями для каждой схемы загрузки. Значения усилий удобно представить в виде таблицы 4.

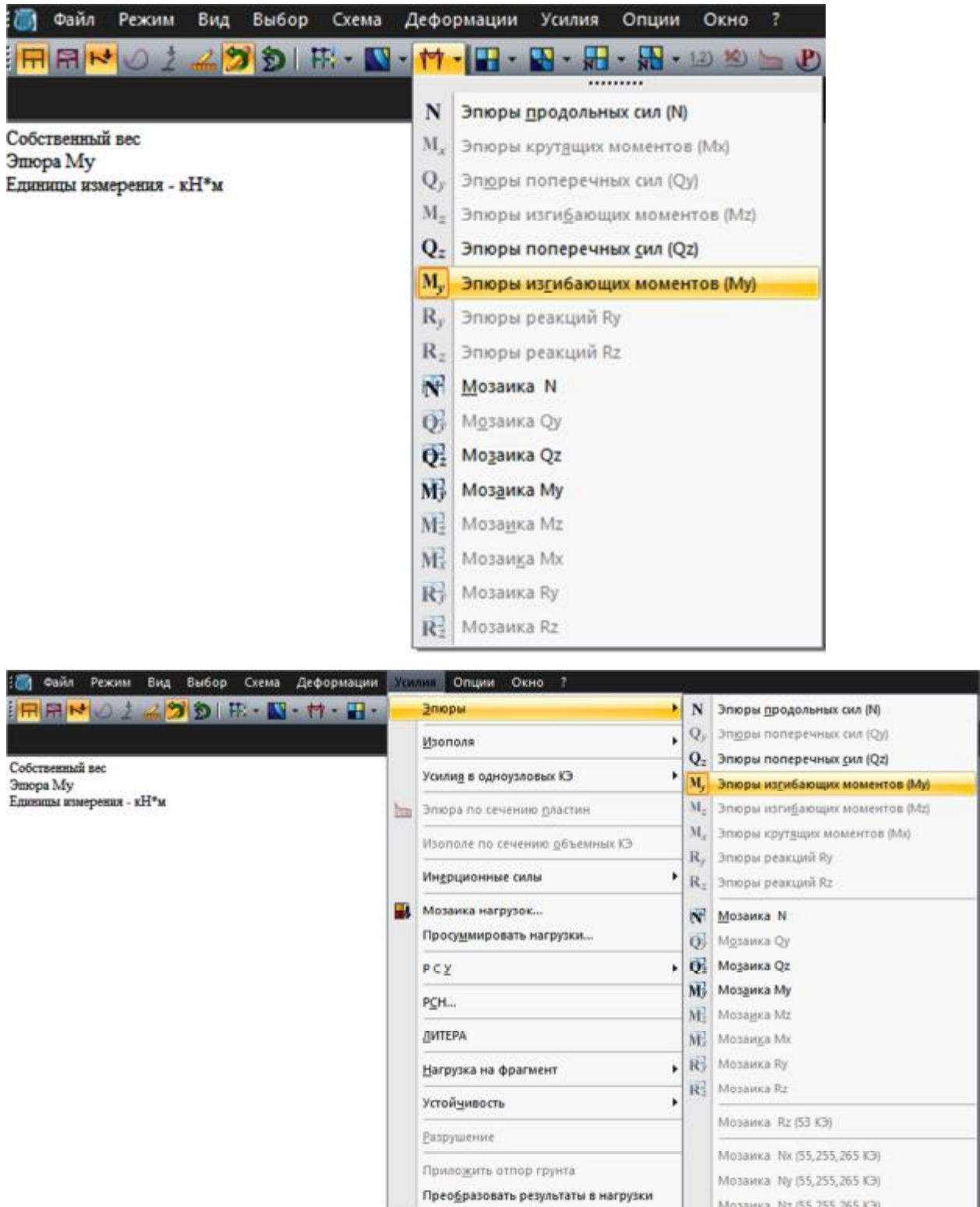
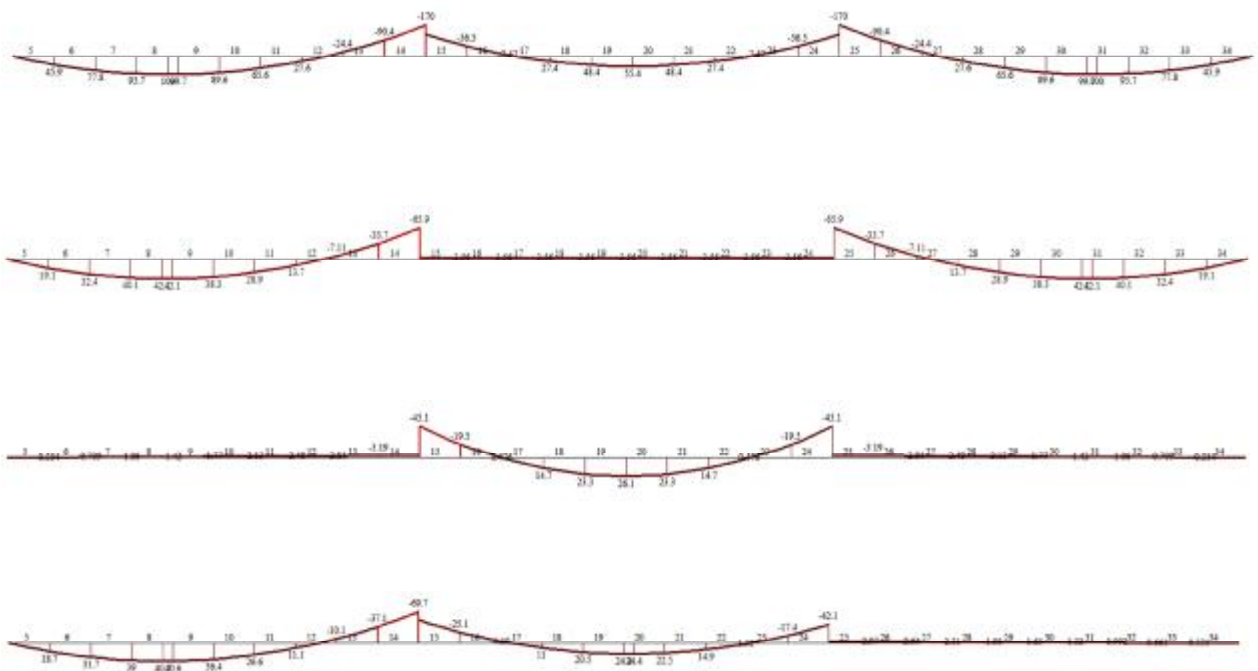


Рис. 24 Выбор отображения необходимых эпюр через различные вкладки



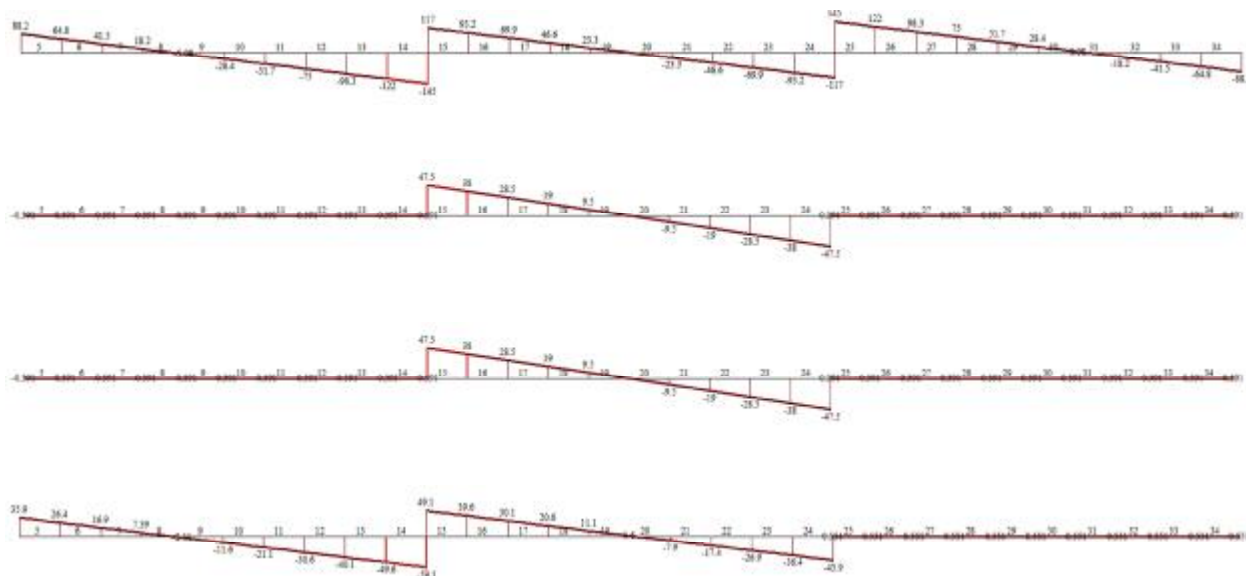


**Рис. 25** Характер распределения момента по загрузениям (1-4).

### **Определение максимальной перерезывающей силы.**

Для вывода на экран эпюры **Qz** необходимо **выполнить** щелчок по соответствующей кнопке ли выбрать **Эпюры Qz** через панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**.

Приводим эпюры, аналогично моментам, для 1,2,3 и 4 загрузений отдельно, рис. 26. 5-7 загрузение можно не приводить, т.к. характер распределения перерезывающих усилий аналогичен 2-4 загрузениям. Значения максимальных усилий и номера элементов, в которых они получены покажем в таблице 4.




**Рис. 26** Характер распределения перерезывающей силы по загрузениям (1-4).

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

№ 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

Из таблицы 6 видно, что максимальный пролетный момент получается в элементе 8, для постоянных и первой схемы временных нагрузок (загружение 2), а максимальный опорный момент и перерезывающая сила получены в элементе 14, для постоянных и третьей схемы временных нагрузок (загружение 4)

## **Определение максимальной усилий с учетом сочетаний.**

 В соответствии со строительными нормами расчет армирования сечений производится по наиболее опасным сочетаниям усилий.

Вычисление расчетных сочетаний усилий (PCY) в ПК ЛИРА производится по критерию экстремальных значений напряжений в характерных точках сечений элементов на основании правил установленных нормативными документами (в отличие от вычисления РСН, где вычисления производятся непосредственным суммированием соответствующих значений перемещений и усилий в элементах).

Из просмотра результатов расчета по РСН получено, что при сочетании нагрузок 1+2 максимальный пролетный момент в элементе 8 составил 142,125 кНм, а в элементе 14 при сочетании нагрузок 1+4 опорный момент и перерезывающая сила получены -240,45 кНм и -204,31 кН соответственно.

### **Формирование и просмотр таблиц результатов расчета**

Так же посмотрим результаты расчета для элементов 8 и 14 по PCY.

Для вывода на экран таблицы со значениями расчетных сочетаний усилий в элементах схемы (табл.7), выполните пункт меню **Окно /Стандартные таблицы.**

После этого в диалоговом окне **Стандартные таблицы** (рис. 1.19) выделите строку **Расчетные сочетания усилий.**

Щелкните по кнопке **Создать** (для создания таблиц в формате HTML нужно установить флажок **HTML-формат**).

Для того чтобы закрыть таблицу, выполните пункт меню **Файл /Закрыть.**

Аналогично выводим таблицы со значениями PCY нормативные (табл.8) и PCY нормативные длительнодействующие (табл.9), которые необходимы для расчета ригеля по второй группе предельных состояний.

В полученных таблицах выделяем максимальные усилия.

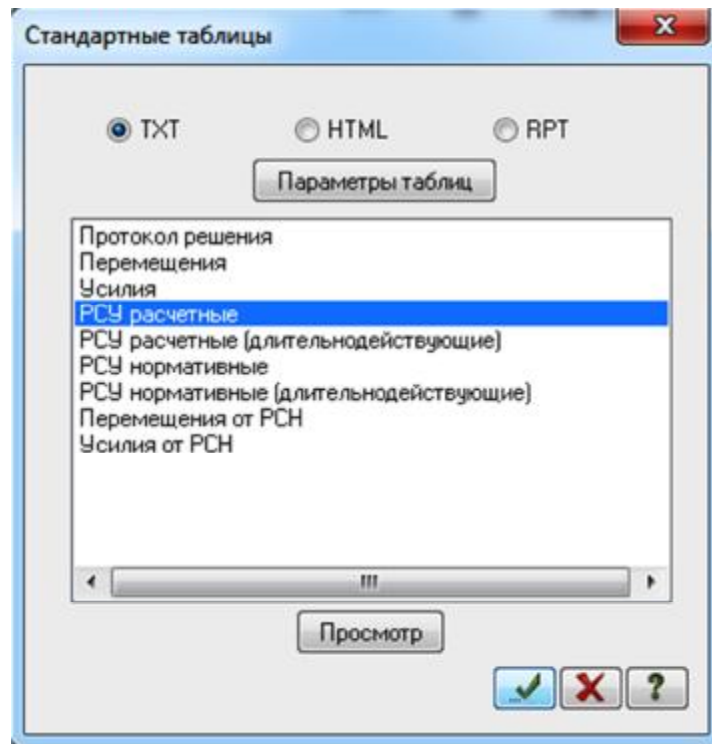


Рис. 3.22 Окно стандартных таблиц.

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 в таблицах 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
5. Малахова А.Н. Проектирование железобетонных конструкций с использованием программного комплекса ЛИРА [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Малахова, М.А. Мухин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 120 с. — 978-5-7264-1059-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57054.html>
6. Денисов А.В. Автоматизированное проектирование строительных конструкций [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / А.В. Денисов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 160 с. — 978-5-7264-1073-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57034.html>