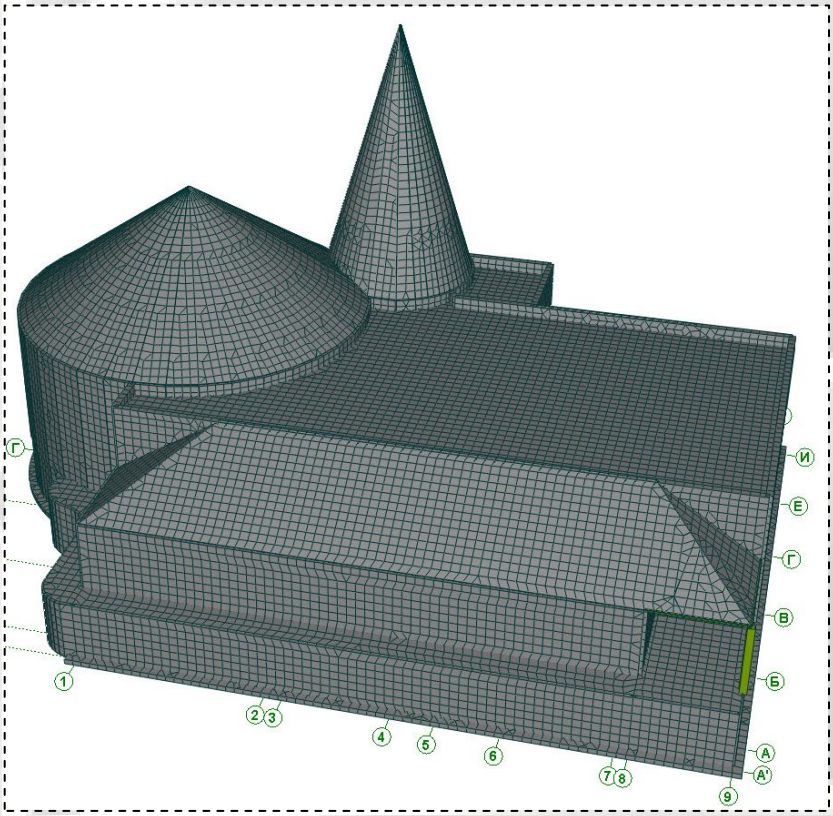
Кардаенко А.П.

Учебное пособие

SCAD Office

Шаг за шагом.



«КАПпроект»
Санкт-Петербург
2011 год

Учебное пособие. SCAD Office. Шаг за шагом / Кардаенко А.П. – Санкт-Петербург, проектно-строительная компания «КАПпроект», 87 стр.

Данное учебное пособие предназначено как для начинающих, не имеющих опыта работы в программной среде SCAD Office, так и для опытных пользователей. Здесь рассматриваются все этапы задания расчетной схемы, проведения расчета и документирования результатов. Так же изложены особенности использования расчетных и проектирующих постпроцессоров.

Основной задачей при написании пособия было освоение пользователем персонального компьютера выполнения автоматизированных профессиональных прочностных расчетов и проектирования несущих конструкций в программной среде SCAD Office.

ООО «КАПпроект» - www.kapproject.ru

На нашем сайте вы можете найти видео уроки и методические пособия по проектным и расчетным комплексам в строительстве.

Содержание

№ п/п	Наименование раздела	Страница
1	**Введение .....** 1. Объекты расчета и проблемы моделирования 2. Общие принципы выполнения прочностных расчетов с использованием комплекса SCAD	3
2	**Препроцессор Форум .....** 1. Запуск программы Форум. 2. Создание расчетной схемы. 3. Назначение колонн. 4. Назначение стен. 5. Назначение балок. 6. Назначение плит перекрытия . 7. Назначение отверстий в стенах и плитах перекрытий при помощи программы Консул. 8. Копирование этажей. 9. Загружение проекта 10. Загрузка проекта в программу SCAD для выполнения расчета	8
3	**Порядок создания расчетной схемы для проведения расчетов методом конечных элементов в вычислительном комплексе SCAD ..** 1. Запуск программы SCAD и подготовка к созданию расчетной схемы 2. Создание расчетной схемы стержневой системы для МКЭ (на примере фермы) 3. Печать и сохранение расчетной схемы 4. Работа с деревом проекта 5. Назначение жесткостей элементов 6. Загружение расчетной схемы 7. Выполнение линейного расчета и анализ результатов 8. Представление полученных результатов в виде эпюр усилий в стержнях фермы. Их сохранение и печать 9. Таблица усилий в стержнях фермы	20
4	**Работа с несколькими файлами проекта. Редактирование расчетной схемы. Подбор сечений из металлопроката .....** 1. Создание нескольких проектов. 2. Работа с несколькими жесткостями конструкции. 3. Удаление элементов конструкции. 4. Объединение нескольких расчетных схем в одну (из двух файлов в один). 5. Назначение шарниров. 6. Загружение расчетной схемы, удаление нагрузок. 7. Копирование схемы. 8. Работа с группой элементов: - Последовательный ввод элементов на примере стержней - Использование групп элементов для задания жесткостей - Копирование фрагментов схемы 9. Создание сетки разбивочных осей. 10. Презентационная графика GL. 11. Подбор сечений из металлопроката.	35

5	**Расчет железобетонных конструкций в вычислительном комплексе SCAD .....** 1. Запуск программы SCAD и подготовка к созданию расчетной схемы 2. Создание расчетной схемы и назначение жесткостей элементов 3. Загружение расчетной схемы 4. Выполнение линейного расчета и анализ результатов 5. Представление полученных результатов в виде эпюр усилий в стержневых элементах (колонны, балки) и в виде полей напряжений для пластин (плиты перекрытий, стены). Их сохранение и печать. 6. Подбор армирования железобетонных элементов.	51
6	**Совместная работа программы SCAD с программой Кросс. Расчет коэффициентов постели под фундаментной плитой (упругого основания) .....**	69
7	**Программы Камин, Кристалл, Комета, Монолит, Арбат, Декор, Запрос, Откос, Вест .....** 1. Программа сателлита КАМИН. 2. Кристалл. Расчет элементов стальных конструкций по СНиП. 3. Комета. Программа для проектирования узлов стальных конструкций. 4. Арбат. Проверка и подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций. 5. Программа сателлита Монолит. Проектирование железобетонных ребристых перекрытий. 6. Декор. Расчет элементов деревянных конструкций в соответствии со СНиП. 7. Запрос. Расчет элементов оснований и фундаментов в соответствии со СНиП. 8. Откос. Анализ устойчивости откосов и склонов. 9. Вест. Определение нагрузок в соответствии со СНиП.	73
8	**Приложение 1. «Расчетные сочетания усилий (новые)» .....**	80
9	**Рекомендуемая литература ....**	84
10	**Для заметок ....**	85

1. Введение.

Содержание

1. Объекты расчета и проблемы моделирования
2. Общие принципы выполнения прочностных расчетов с использованием комплекса SCAD

Система SCAD Office представляет собой набор программ, предназначенных для выполнения прочностных расчетов и проектирования различного вида и назначения строительных конструкций. В ее состав входят программные модули четырех видов:

- Вычислительный комплекс Structure CAD (ВК SCAD) – ориентирован на решение задач проектирования зданий и сооружений сложной структуры. Он является универсальной расчетной системой анализа работы конструкций.
- Вспомогательные программы, предназначенные для упрощение и ускорение при работе с ВК SCAD и обеспечивающие: формирование и расчет геометрических характеристик различного вида сечений стержневых элементов (Конструктор сечений, КОНСУЛ, ТОНУС, СЕЗАМ), определение нагрузок и воздействий на проектируемое сооружение (ВЕСТ), вычисление коэффициентов постели при расчете конструкций на упругом основании (КРОСС), импорт данных из архитектурных систем и формирование укрупненных моделей (ФОРУМ).
- Проектно-аналитические программы КРИСТАЛЛ, КАМИН, АРБАТ – экспертиза и расчет элементов стальных и железобетонных конструкций в соответствии с требованием нормативной документации.
- Проектно-конструкторские программы КОМЕТА и МОНОЛИТ – разработка конструкторской документации на стадии детальной проработки проектного решения.

ВК SCAD реализован как интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе метода конечных элементов и позволяет определить напряженно-деформированное состояние конструкций от статистических и динамических воздействий, а так же выполнить ряд функций проектирования элементов конструкций.

Метод конечных элементов (МКЭ) — численный метод решения задач прикладной механики.

Широко используется для решения задач механики деформируемого твёрдого тела, теплообмена, гидродинамики и электромагнитных полей. С точки зрения вычислительной математики, идея метода конечных элементов заключается в том, что минимизация функционала вариационной задачи осуществляется на совокупности функций, каждая из которых определена на своей подобласти, для численного анализа системы позволяет рассматривать его как одну из конкретных ветвей диакоптики — общего метода исследования систем путём их расчленения. Возникновение метода конечных элементов связано с решением задач космических исследований в 1950-х годах (идея МКЭ была разработана советскими учёными ещё в 1936 году, но из-за неразвитости вычислительной техники метод не получил развития). Этот метод возник из строительной механики и теории упругости, а уже затем было получено его математическое обоснование. Существенный толчок в своём развитии МКЭ получил в 1963 году после того, как было доказано то, что его можно рассматривать как один из вариантов распространённого в строительной механике метода Рэлея-Ритца, который путём минимизации потенциальной энергии сводит задачу к системе линейных уравнений равновесия. После того, как была установлена связь МКЭ с процедурой минимизации, он стал применяться к задачам, описываемым уравнениями Лапласа или Пуассона. Область применения МКЭ значительно расширилась, когда было установлено (в 1968 году), что уравнения, определяющие элементы в задачах, могут быть легко получены с помощью вариантов метода взвешенных невязок, таких как метод Галёркина или метод наименьших квадратов. Это сыграло важную роль в теоретическом обосновании МКЭ, так как позволило применять его при решении многих типов дифференциальных уравнений. Таким образом, метод конечных элементов превратился в общий метод численного решения дифференциальных уравнений или систем дифференциальных уравнений.

С развитием вычислительных средств возможности метода постоянно расширяются, также расширяется и класс решаемых задач. Практически все современные расчёты на прочность проводят, используя метод конечных элементов.

Высокопроизводительный процессор ВК SCAD позволяет решать задачи статики и динамики с большим количеством степеней свободы. Библиотека конечных элементов содержит различные виды стержневых, пластинчатых, объемных элементов, набор трех- и четырехузловых многослойных и осесимметричных конечных элементов, а также специальные элементы для моделирования связей конечной жесткости, упругих связей и др. Это позволяет учитывать сдвиг в сечении стержня, обеспечивает решение задач для материалов с различными свойствами (с учетом ортотропии, изотропии и анизотропии).

На этом базовом курсе вы научитесь создавать различные расчетные модели в ВК SCAD для решения конкретных задач проектирования, формировать отчеты в текстовом и графическом форматах, эффективно и грамотно использовать вспомогательные программы и программы сателлиты как при решении сложных задач ВК SCAD, так для решения автономных задач, возникающих в процессе проектирования.

Краткая характеристика методики расчета

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.
Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей). На последующих стадиях расчета, после определения армирования железобетонных элементов, в расчет вводиться уточненные значения жесткостей элементов, определяемые с учетом армирования, образования трещин и развития неупругих деформаций в бетоне и арматуре согласно СНиП 52-01-2003 и Свода правил 52-101-2003.
Узел в расчетной схеме метода перемещений представляется в виде абсолютно жесткого тела исчезающе малых размеров. Положение узла в пространстве при деформациях системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом. Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы - тремя линейными смещениями и тремя углами поворота.
Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются. Номера, присвоенные им, следует трактовать только, как имена, которые позволяют делать необходимые ссылки.
Основная система метода перемещений выбирается путем наложения в каждом узле всех связей, запрещающих любые узловые перемещения. Условия равенства нулю усилий в этих связях представляют собой разрешающие уравнения равновесия, а смещения указанных связей - основные неизвестные метода перемещений.
В общем случае в пространственных конструкциях в узле могут присутствовать все шесть перемещений:
1 - линейное перемещение вдоль оси X;
2 - линейное перемещение вдоль оси Y;
3 - линейное перемещение вдоль оси Z;
4 - угол поворота с вектором вдоль оси X (поворот вокруг оси X);
5 - угол поворота с вектором вдоль оси Y (поворот вокруг оси Y);
6 - угол поворота с вектором вдоль оси Z (поворот вокруг оси Z).
Нумерация перемещений в узле (степеней свободы), представленная выше, используется далее всюду без специальных оговорок, а также используются соответственно обозначения X, Y, Z, UX, UY и UZ для обозначения величин соответствующих линейных перемещений и углов поворота.
В соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма поля перемещений внутри элемента (за исключением элементов стержневого типа) приближенно представлена различными упрощенными зависимостями. При этом погрешность в определении напряжений и деформаций имеет порядок $(h/L)^k$, где h — максимальный шаг сетки; L — характерный размер области. Скорость уменьшения ошибки приближенного результата (скорость сходимости) определяется показателем степени k, который имеет разное значение для перемещений и различных компонент внутренних усилий (напряжений).

Расчетная схема

Системы координат

Для задания данных о расчетной схеме могут быть использованы различные системы координат, которые в дальнейшем преобразуются в декартовы. В дальнейшем для описания расчетной схемы используются следующие декартовы системы координат:
Глобальная правосторонняя система координат XYZ, связанная с расчетной схемой
Локальные правосторонние системы координат, связанные с каждым конечным элементом.

Граничные условия

Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчетной схемы ограничены внешними связями, запрещающими некоторые из этих перемещений.

Условия примыкания элементов к узлам

Точки примыкания конечного элемента к узлам (концевые сечения элементов) имеют одинаковые перемещения с указанными узлами.

Характеристики использованных типов конечных элементов

В расчетную схему включены конечные элементы следующих типов.
Стержневые конечные элементы, для которых предусмотрена работа по обычным правилам сопротивления материалов. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой ось X1 ориентирована вдоль стержня, а оси Y1 и Z1 — вдоль главных осей инерции поперечного сечения.
Некоторые стержни присоединены к узлам через абсолютно жесткие вставки, с помощью которых учитываются эксцентриситеты узловых примыканий. Тогда ось X1 ориентирована вдоль упругой части стержня, а оси Y1 и Z1 — вдоль главных осей инерции поперечного сечения упругой части стержня.
К стержневым конечным элементам рассматриваемой расчетной схемы относятся следующие типы элементов:
Элемент типа 5, который работает по пространственной схеме и воспринимает продольную силу N,

изгибающие моменты My и Mz, поперечные силы Qz и Qy, а также крутящий момент Mk.
Конечные элементы пространственной задачи теории упругости, для которых, в соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма перемещений внутри элемента приближенно представлена различными упрощенными зависимостями.
Пространственный изопараметрический шестиузловой конечный элемент типа 34, который моделирует поле перемещений внутри элемента полилинейным полиномом.
Пространственный изопараметрический восьмиузловой конечный элемент типа 36, который моделирует поле перемещений внутри полилинейным полиномом.
Конечные элементы оболочек, геометрическая форма которых на малом участке элемента является плоской (она образуют многогранник, вписанный в действительную криволинейную форму срединной поверхности оболочки). Для этих элементов, в соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма перемещений внутри элемента приближенно представлена упрощенными зависимостями. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой оси X1 и Y1 расположены в плоскости элемента и ось X1 направлена от первого узла ко второму, а ось Z1 ортогональна поверхности элемента.
Треугольный элемент типа 42, не является совместным и моделирует поле нормальных перемещений внутри элемента полиномом 4 степени, а поле тангенциальных перемещений полиномом первой степени. Располагается в пространстве произвольным образом.
Четырехугольный элемент типа 44, который имеет четыре узловые точки, не является совместным и моделирует поле нормальных перемещений внутри элемента полиномом 3 степени, а поле тангенциальных перемещений неполным полиномом 2 степени. Располагается в пространстве произвольным образом.
Четырехугольный конечный элемент типа 50, который имеет более четырех узловых точек, является совместным и моделирует поле нормальных перемещений внутри элемента неполным полиномом 5 степени, а поле тангенциальных перемещений неполным полиномом 2 степени. Располагается в пространстве произвольным образом.

Правило знаков для перемещений

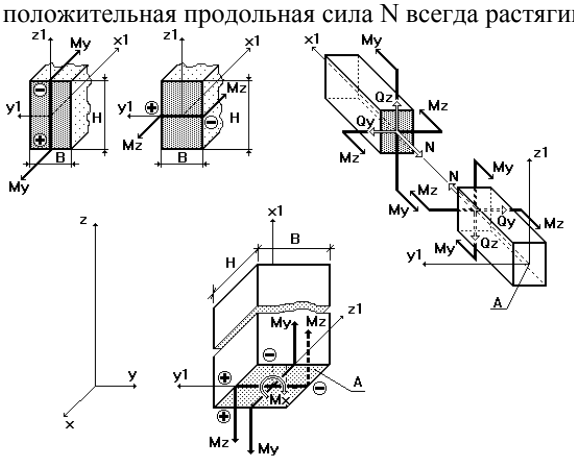
Правило знаков для перемещений принято таким, что линейные перемещения положительны, если они направлены в сторону возрастания соответствующей координаты, а углы поворота положительны, если они соответствуют правилу правого винта (при взгляде от конца соответствующей оси к ее началу движение происходит против часовой стрелки).

Усилия и напряжения

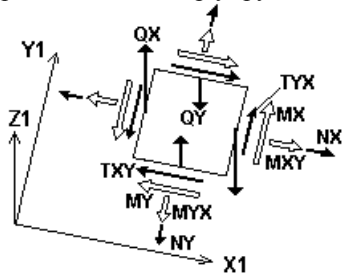
Для стержневых элементов усилия по умолчанию выводятся в концевых сечениях упругой части (начальном и конечном) и в центре упругой части, а при наличии запроса пользователя и в промежуточных сечениях по длине упругой части стержня. Для пластинчатых, обьемных, осесимметричных и оболочечных элементов напряжения выводятся в центре тяжести элемента и при наличии эапроса пользователя в узлах элемента.

Правило знаков для усилий (напряжений)

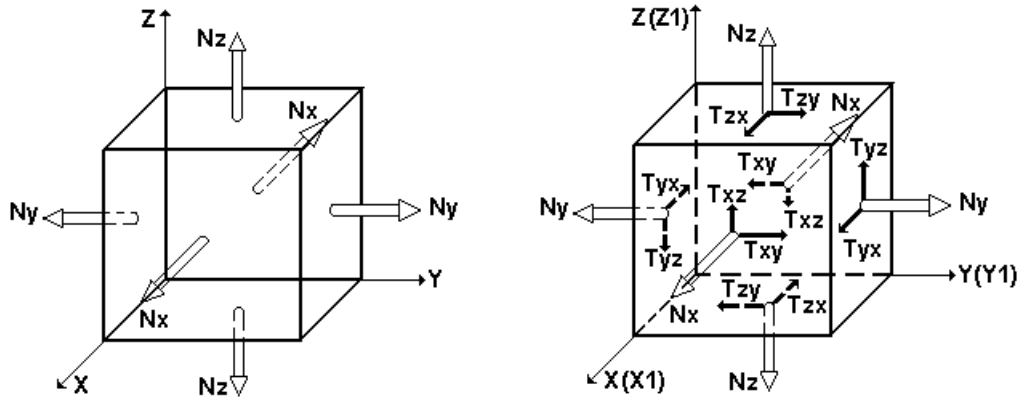
Правила знаков для усилий (напряжений) приняты следующими:
Для стержневых элементов возможно наличие следующих усилий:
N - продольная сила;
MKP - крутящий момент;
MY - изгибающий момент с вектором вдоль оси Y1;
QZ - перерезывающая сила в направлении оси Z1 соответствующая моменту MY;
MZ - изгибающий момент относительно оси Z1;
QY - перерезывающая сила в направлении оси Y1 соответствующая моменту MZ;
RZ - отпор упругого основания.
Положительные направления усилий в стержнях приняты следующими:
для перерезывающих сил QZ и QY - по направлениям соответствующих осей Z1 и Y1;
для моментов MX, MY, MZ - против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси X1, Y1, Z1;
положительная продольная сила N всегда растягивает стержень.



На рисунке показаны положительные направления внутренних усилий и моментов в сечении горизонтальных и наклонных (а), а также вертикальных (б) стержней.
Знаком “+” (плюс) помечены растянутые, а знаком ”-” (минус) - сжатые волокна поперечного сечения от воздействия положительных моментов M_y и M_z.
В конечных элементах оболочки вычисляются следующие усилия:
нормальные напряжения NX, NY;
сдвигающее напряжений TXY;
моменты MX, MY и MXY;
перерезывающие силы QX и QY;
реактивный отпор упругого основания RZ.



На рисунке показаны положительные значения напряжений, перерезывающих сил и векторов моментов, действующие по граням элементарного прямоугольника, вырезанного в окрестности центра тяжести КЭ оболочки.
Компоненты объемного напряженного состояния определяются для элементарного параллелепипеда, выделенного в окрестности точки вычисления напряжений.вычисляются нормальные напряжения NX, NY, NZ и касательные напряжения Txy, Txz, Tyz, Tzx, Tzy. Учитывая закон парности касательных напряжений (Txy=Tyx, Txz=Tzx, Tyz=Tzy), выводятся значения лишь трех из них: Txy, Txz, Tyz.



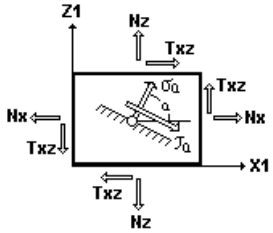
На рисунке показаны положительные направления напряжений и даны наименования соответствующих осей, вдоль которых они направлены, а также плоскостей, в которых они действуют.
Суммарные значения приложенных нагрузок по нагружениям.
В протоколе решения задачи для каждого из нагружений указываются значения суммарной узловой нагрузки, действующей на систему.
Расчетные сочетания усилий
Вычисление расчетных сочетаний усилий производится на основании критериев, характерных для соответствующих типов конечных элементов – стержней, плит, оболочек, массивных тел. В качестве таких критериев приняты экстремальные значения напряжений в характерных точках поперечного сечения элемента. При расчете учитываются требования нормативных документов и логические связи между загружениями.
Основой выбора невыгодных расчетных сочетаний усилий служит принцип суперпозиции. Из всех возможных сочетаний, отбираются те РСУ, которые соответствуют максимальному значению некоторой величины, избранной в качестве критерия и зависящей от всех компонентов напряженного состояния:
а) для стержней — экстремальные значения нормальных и касательных напряжений в контрольных точках сечения, которые показаны на рисунке

б) для элементов, находящихся в плоском напряженном состоянии — по огибающим экстремальным кривым нормальных и касательных напряжений по формулам:

$$\sigma(\alpha) = N_x \cdot \cos^2 \alpha + N_z \cdot \sin^2 \alpha + T_{xz} \cdot \sin 2\alpha \ ;$$

$$\tau(\alpha) = \frac{1}{2}\left(N_z - N_x\right) \cdot \sin 2\alpha + T_{xz} \cdot \cos 2\alpha \ .$$

Обозначения приведены на рисунке. Нормальные напряжения вычисляются в диапазоне изменения углов от 90° до -90°, а касательные от 90° до 0°. Шаг изменения углов 15°.



в) для плит применяется аналогичный подход — расчетные формулы приобретают вид:

$$M(\alpha) = M_x \cdot \cos^2 \alpha + M_y \cdot \sin^2 \alpha + M_{xy} \cdot \sin 2\alpha \ ;$$

$$M_k(\alpha) = \frac{1}{2}\left(M_y - M_x\right) \cdot \sin 2\alpha + M_{xy} \cdot \cos 2\alpha \ .$$

Кроме того, определяются экстремальные значения перерезывающих сил.

г) для оболочек также применяется аналогичный подход, но вычисляются напряжения на верхней и нижней поверхн**о**стях оболочки с учетом мембранных напряжений и изгибающих усилий.

д) для объемных элементов критерием для определения опасных сочетаний напряжений приняты экстремальные значения среднего напряжения (гидростатического давления) и главных напряжений девиатора.

2. Препроцессор Форум.

Содержание:

1. Запуск программы Форум.
2. Создание расчетной схемы.
3. Назначение колонн.
4. Назначение стен.
5. Назначение балок.
6. Назначение плит перекрытия .
7. Назначение отверстий в стенах и плитах перекрытий при помощи программы Консул.
8. Копирование этажей.
9. Загружение проекта
10. Загрузка проекта в программу SCAD для выполнения расчета

Условные обозначения:

ЛКМ - левая кнопка мыши
ПКМ - правая кнопка мыши

Препроцессор Форум выполняет импорт архитектурной модели в программу SCAD. При переходе от архитектурного решения к расчетной схеме автоматически строится конструктивная модель здания ее структурированное описание в виде иерархического дерева проекта. Модель включает такие объекты, как колонны, балки, стены, перекрытия (плиты) и крыши.

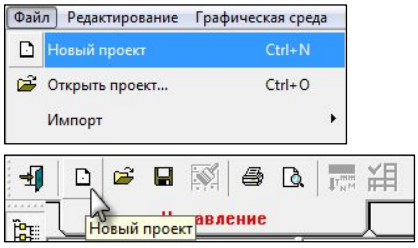
В препроцессоре Форум предусмотрено параметрическое удаление из конструктивной модели объектов, которые не включаются в расчетную схему, например, перегородок.

Широкий набор функций работы с узлами и элементами позволяет уточнить положение объектов в расчетной схеме и дополнить ее новыми объектами, неучтенными в архитектурной модели, В системе предусмотрено автоматическое или управляемое пользователем построение сетки конечных элементов.

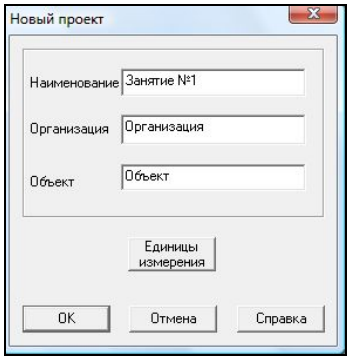
1. Запуск программы Форум.

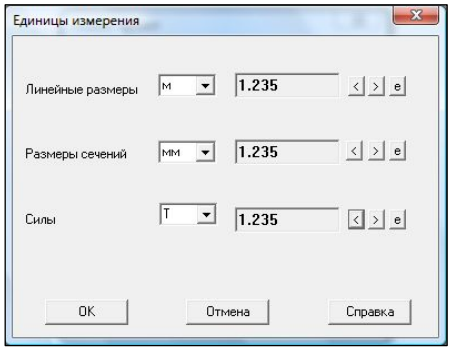
Пуск -> Программы -> SCAD Office -> Форум.
Откроется загрузочное окно Форум.
Выберите «Файл» -> «Новый проект»

Либо нажмите кнопку «Новый проект»
в закладке «Управление»



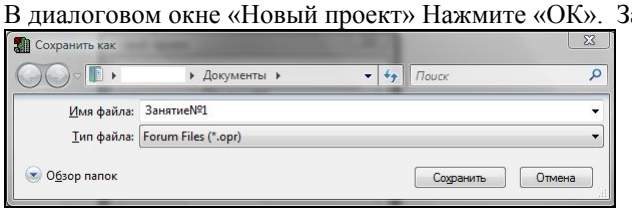
В открывшемся диалоговом окне задайте имя проекта: Занятие №1, Организация, Объект (заполнять данные ячейки не обязательно).



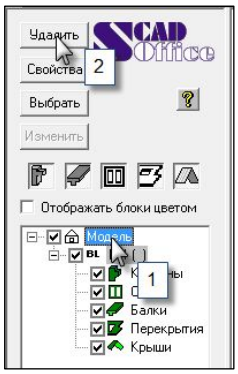


Выберите ЛКМ «Единицы измерения». В открывшемся диалоговом окне установите три знака после запятой. Нажмите «ОК».

В диалоговом окне «Новый проект» Нажмите «ОК». Задайте имя файла Занятие№1.

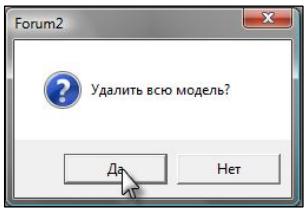


2. Создание расчетной схемы.



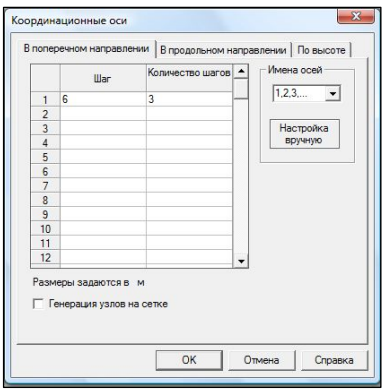
В дереве проекта выберите «Модель» (1) и нажмите кнопку «Удалить» (2).

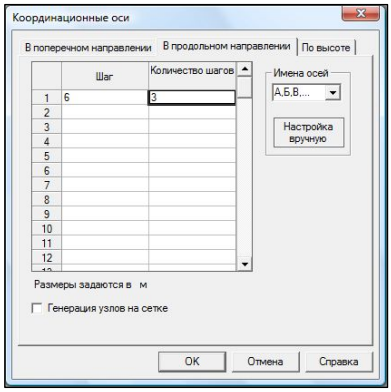
В появившемся диалоговом окне выберите «Да».
После этого дерево проекта отчистится.

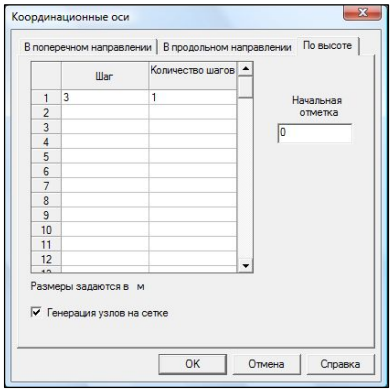


Зайдите в закладку Схема.

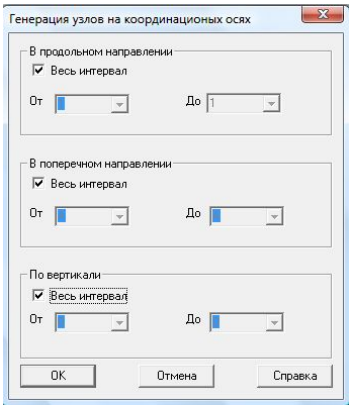
Выберите «Создать/редактировать координационную сетку» .







Задайте шаг 6м кол-во шагов 3 в поперечном направлении (имена осей не меняйте)
Задайте шаг 6м кол-во шагов 3 в продольном направлении
По высоте шаг 3м, кол–во шагов 1, поставьте галочку напротив «Генерация узлов на сетке».
Нажмите «ОК».



В появившемся диалоговом окне «Генерация узлов на координационных осях» поставьте галочки напротив «Весь интервал» по всем направлениям-> Нажмите «ОК»!
Сохраните проект («Файл» -> «Сохранить проект»)!
Схема приобрела следующий вид:

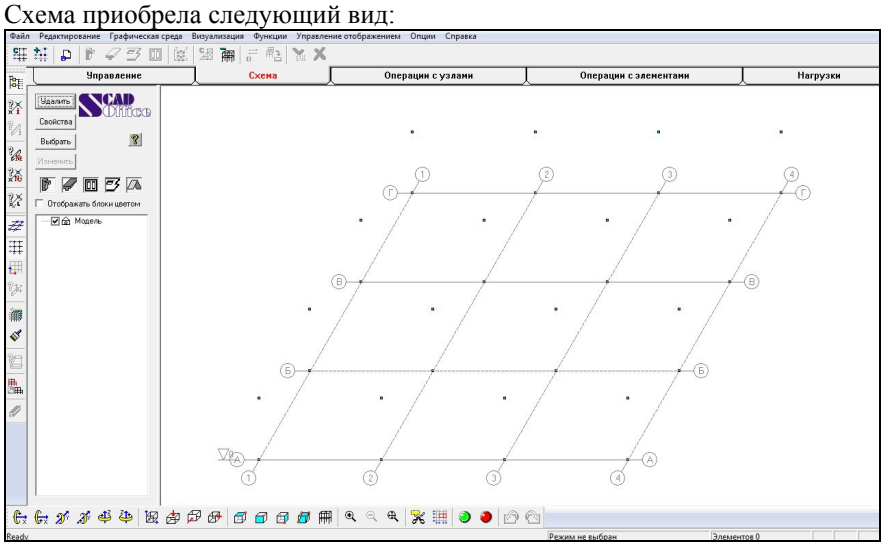
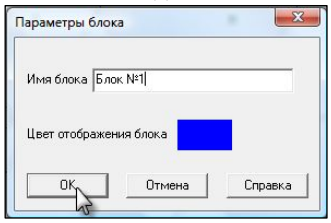


Схема -> Создать блок -> Задайте имя блока: Блок№1 -> «ОК»!



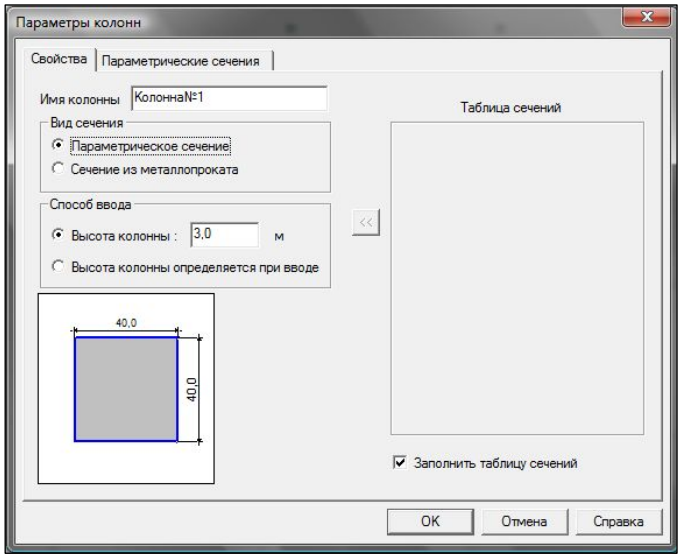
Сохраните проект («Файл» -> «Сохранить проект»)!

Обратите внимание на дерево Блока№1
В закладке «Схема» стали доступны кнопки «Колонны», «Стены», «Балки», «Перекрытия» , а также «Дерево проекта» .

Примечание: Интерфейс программы «Форум» похож на интерфейс программы «SCAD»!
Используйте, как и в SCAD «Фильтры отображения», «Визуализация» а также «Операции с узлами» и «Операции с элементами» см. Занятия №2,3.

3. Назначение колонн.

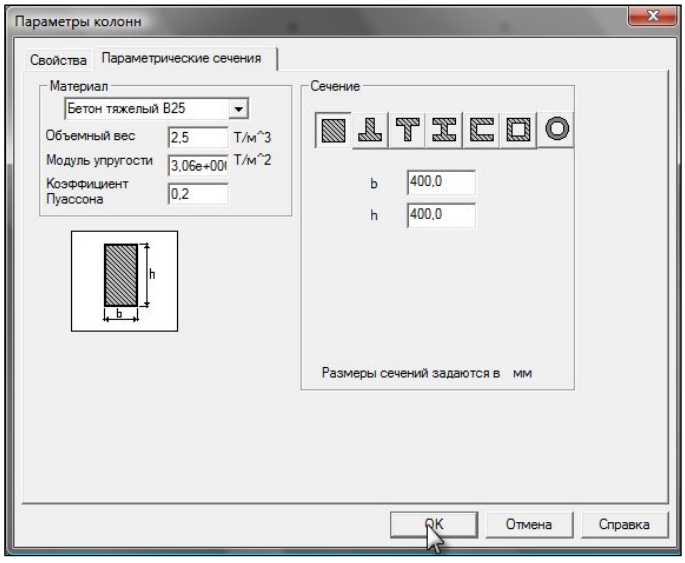
Схема -> «Колонна» -> Имя колонны: Колонна№1 -> Далее на предоставляется выбор способа ввода колон:



1. Высота колонны - при этом способе вводится высота колонны, и при вводе задается только нижняя точка колонны. Верхняя точка строится автоматически.
2. Высота колонны определяется при вводе – при этом способе задается нижняя и верхняя точка колонны.

Поставьте галочку напротив «Высота колонны» и введите высоту 3 метра -> Поставьте галочку «Заполнить таблицу сечений» -> Вид сечения: Параметрическое.

Перейдите на вкладку «Параметрические сечения» -> Бетон: В25 -> Сечение: Квадратное b=400мм, h=400мм ->Нажмите «ОК»!



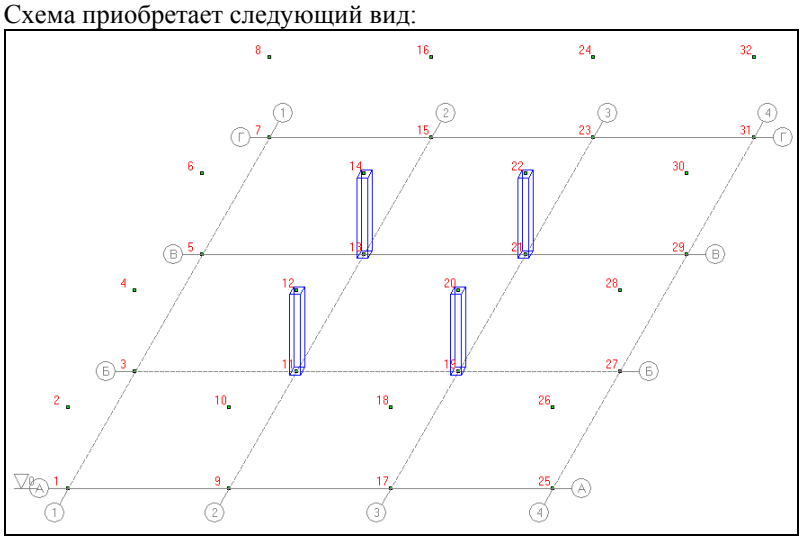
В «Фильтры отображения» (вертикальная панелька управления с левой стороны экрана) выберите «Номера узлов» .

Выделите узлы 11, 13, 19 и 21 (они отобразятся красным цветом).

Нажмите кнопку «Подтверждение» .

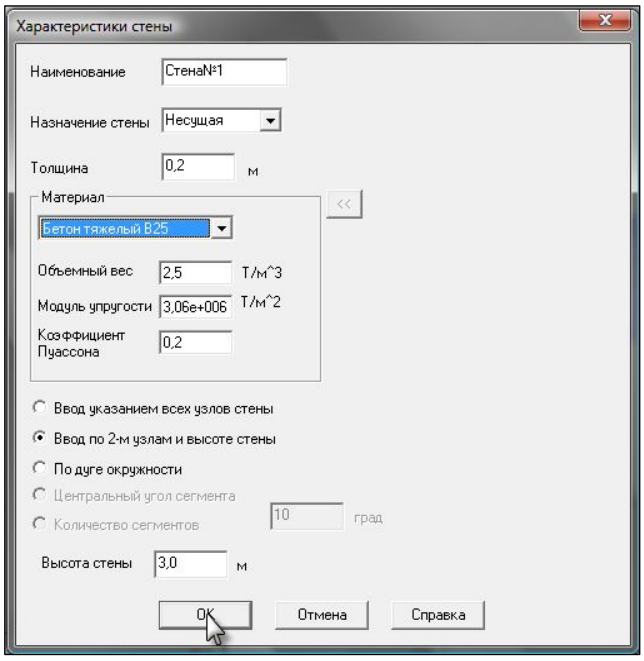
Сохраните проект!

Схема приобретает следующий вид:



4. Назначение стен.

Схема -> «Стена» .



В отрывшемся диалоговом окне введите:

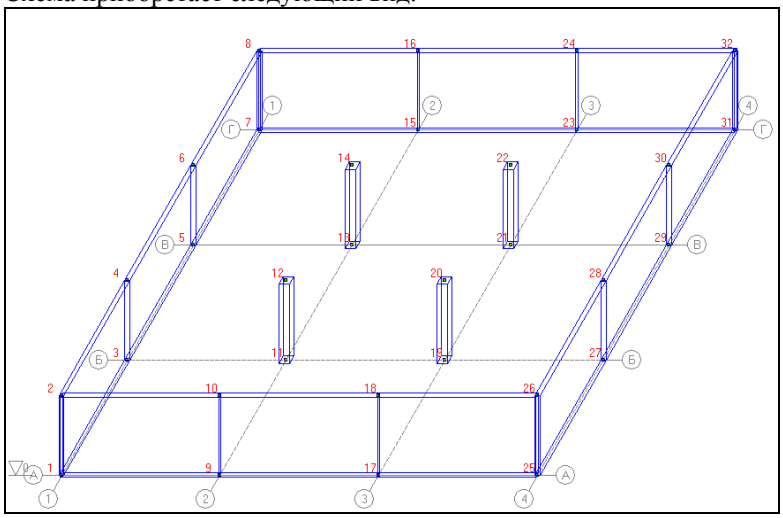
- Наименование: Стена№1
- Назначение стены: несущая (Внимание! если Вы поставите «перегородка», в последующем программа будет ее игнорировать и в SCAD данная конструкция не будет передана!)
- Толщина 0.2 м
- Материал В25
- Поставьте галочку напротив «Ввод по 2-м узлам и высоте стены»
- Высота стены 3м
- Нажмите «ОК»

Выделите узел 7 и 15, 15-23, 23-31, 1-9, 9-17, 17-25, 1-3, 3-5, 5-7, 25-27, 27-29, 29-31.

Совет: всегда ведите построение вначале с дальних продольных стен и вниз по конструкции, потом слева на право поперечных. В этом случае стены не будут перекрывать друг друга.

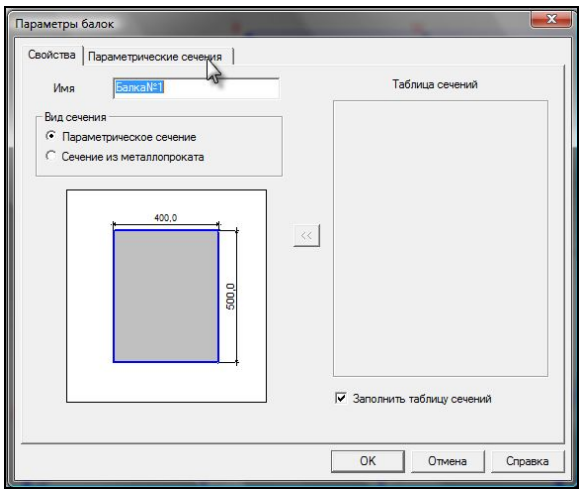
Сохраните проект!

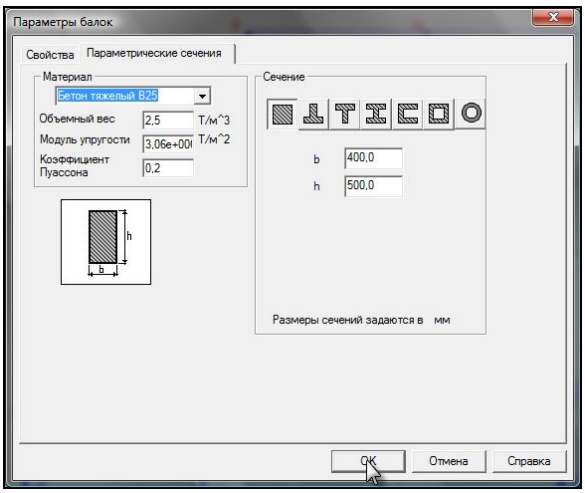
Схема приобретает следующий вид:



5. Назначение балок.

Схема -> «Балка» .





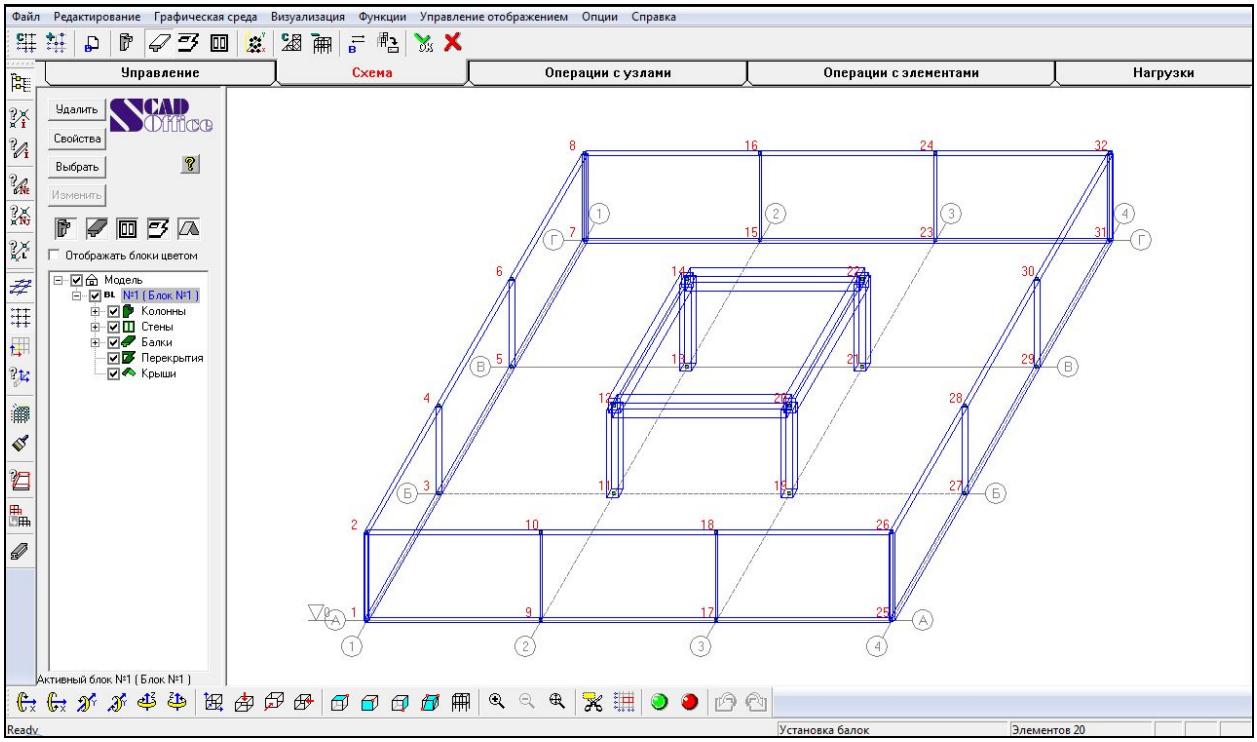
В отрывшемся диалоговом окне введите:

- Имя: Балка№1
- Поставьте галочку «Заполнить таблицу сечений»
- Вид сечения параметрическое.

Перейдите на вкладку «Параметрические сечения»:

- Бетон – B25
- Сечение b=400 мм, h=500 мм
- Нажмите «ОК»

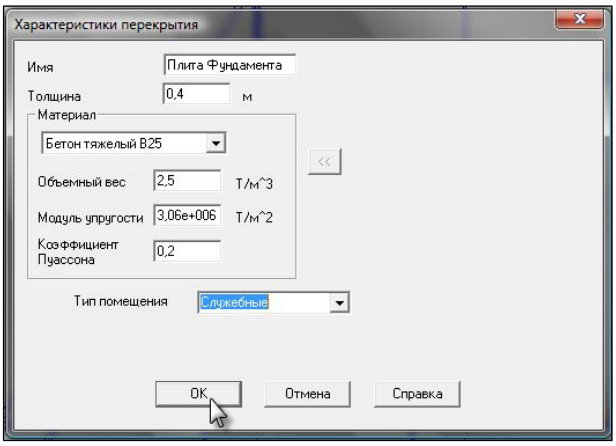
Выделите узлы 12 и 20, 20-22, 12-14, 14-22.



Сохраните проект!

6. Назначение плит перекрытия.

Схема -> «Перекрытие» .

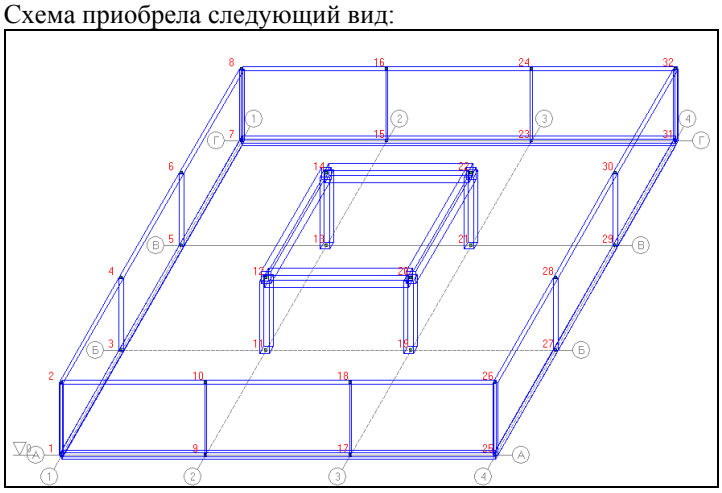


В отрывшемся диалоговом окне введите:

- Имя: Плита Фундаментная;
- Толщина 0.4 м;
- Бетон В25;
- Тип помещения: Служебные (следует задавать только если будете задавать нагрузки через программу Форум);
- Нажмите «ОК».

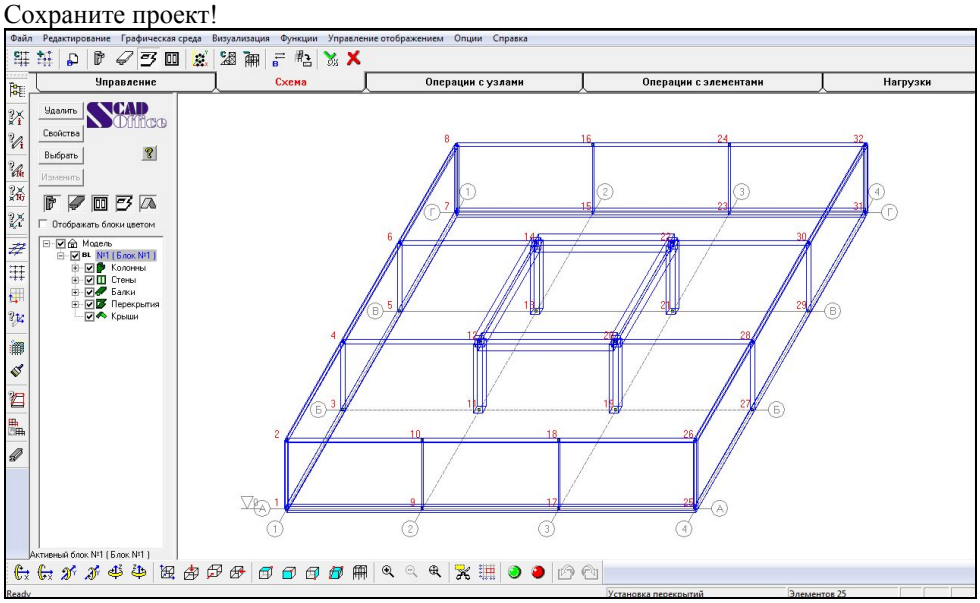
Выделите контур: выберите по порядку узлы 1, 25, 31, 7, 1 (замкните контур).

Схема приобрела следующий вид:



Повторите операцию:

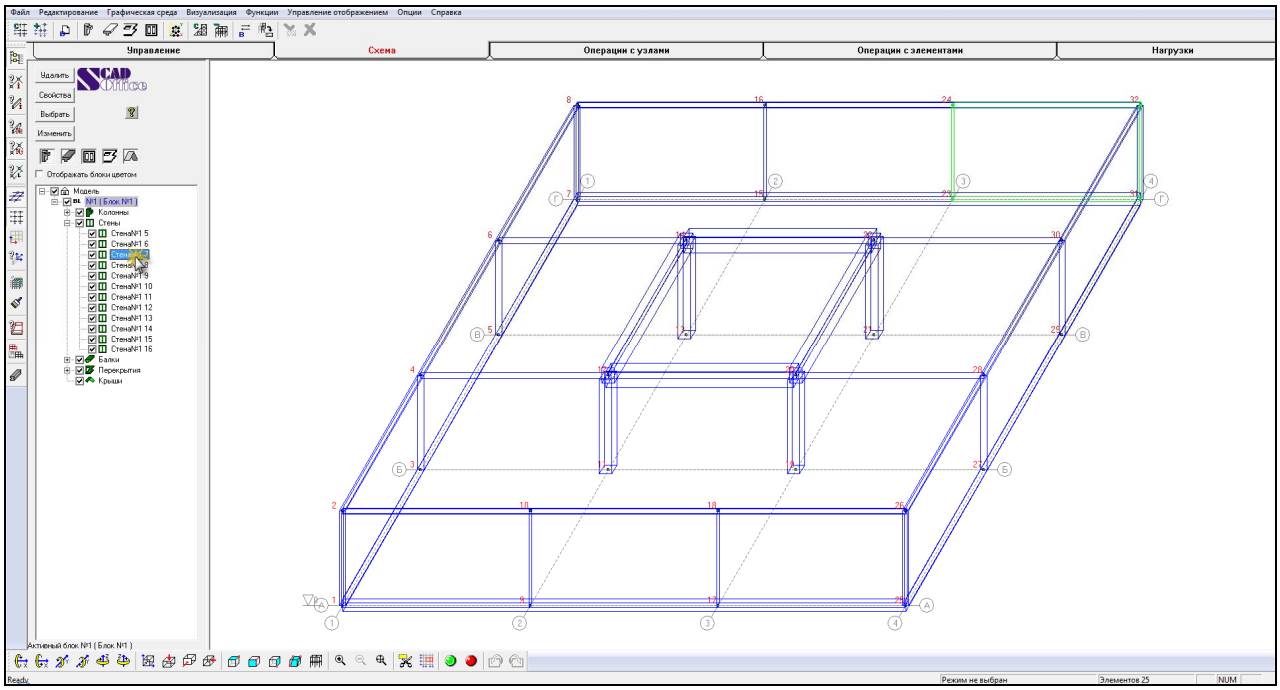
Схема -> «Перекрытие» -> Имя: Плита Перекрытия; Толщина 0,2м; Бетон В25; Тип помещения: Служебные; ОК ->Выделите контуры: узлы 2, 26, 28, 4, 2 (замкните контур); узлы 4, 12, 14, 6, 4 (замкните контур); узлы 20, 28, 30, 22, 20 (замкните контур); узлы 6, 30, 32, 8, 6 (замкните контур).
Сохраните проект!

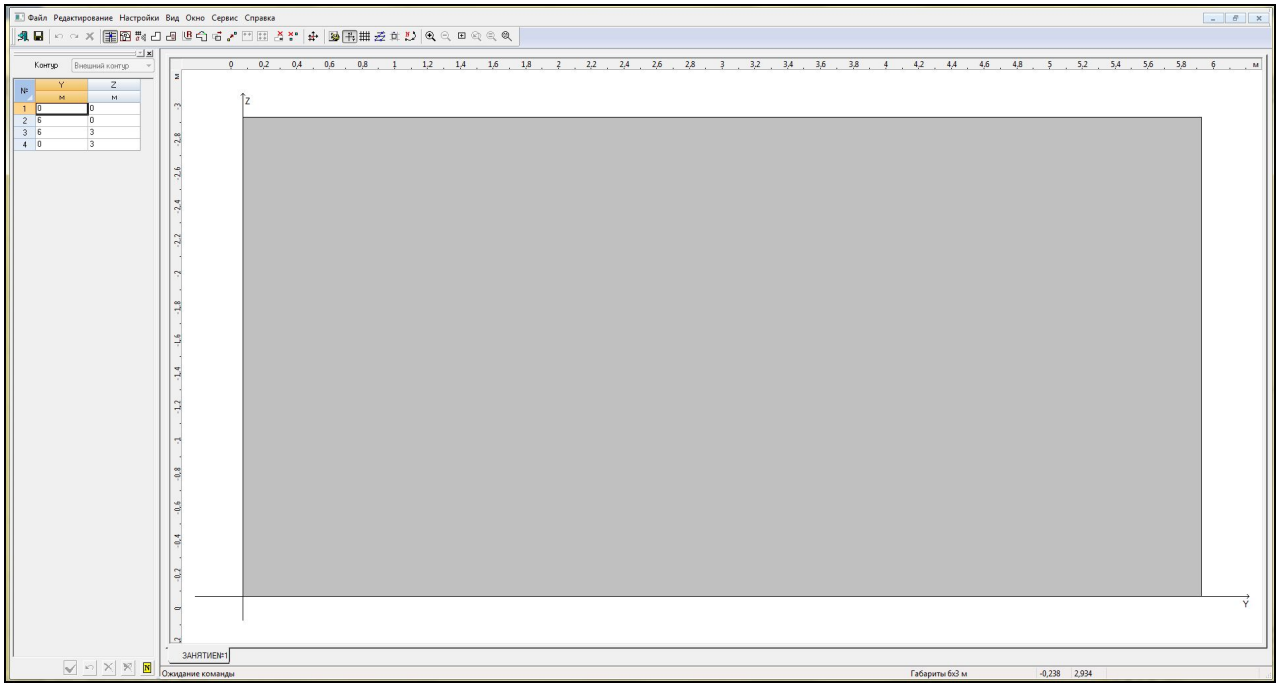


Примечание. Если у Вас не показываются элементы в с учетом их толщины:
Войдите в верхнее меню «Опции» -> «Настройка фильтров отображения» -> «Отображение элементов с учетом толщины» -> Нажмите ОК!

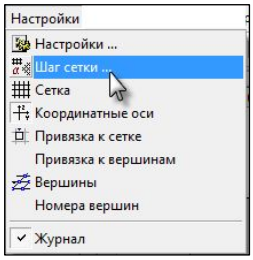
7. Назначение отверстий в стенах и плитах перекрытий при помощи программы Консул.

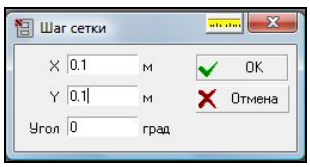
Войдите в дерево Блока№1
Выберите Стену№17 (используйте дерево проекта)-> Нажмите кнопку «Изменить» (загрузиться программа сателлита - Консул)





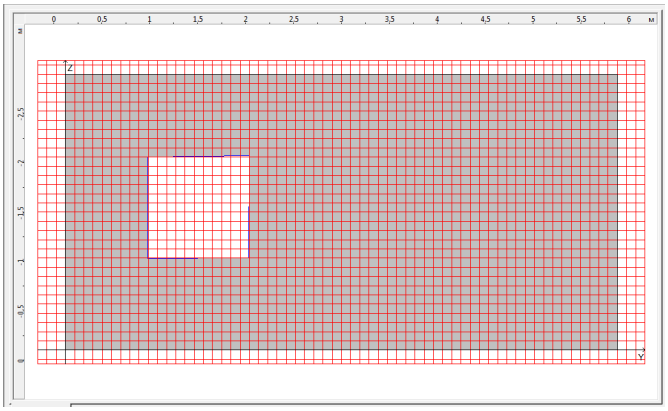
Зайдите «Настройки» -> «Шаг сетки» -> X=0.1м, Y=0.1м -> Нажмите «ОК».



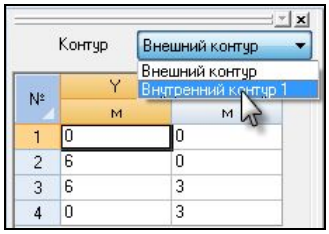


На верхней панели управления включите «Показать/спрятать сетку» и «Привязка к сетке» .

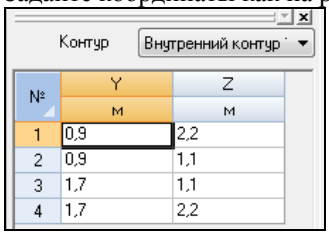
Нажмите кнопку «Внутренний контур» (или «Редактирование» -> «Внутренний контур»)
Нарисуйте Окно слева! Когда Вы замкнете контур появится отверстие в стене(белого цвета)!



Если у Вас получились не точные координаты узлов окна, то Вы можете их редактировать!
Выберите «Контур» -> Внутренний контур №1

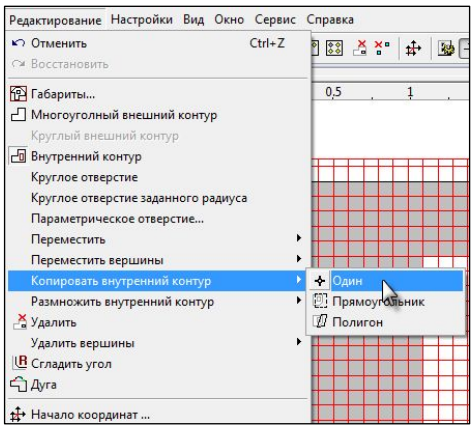


Здесь Вы можете изменить вручную координаты узлов вдоль оси Y и Z.
Задайте координаты как на рисунке:



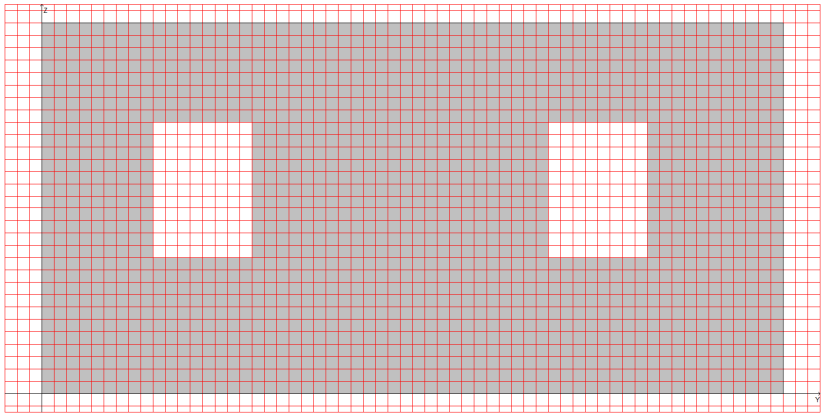
Нажмите «Применить изменения» .

Теперь скопируем это отверстие в правую часть.
«Редактирование» -> «Копировать внутренний контур» -> «Один»



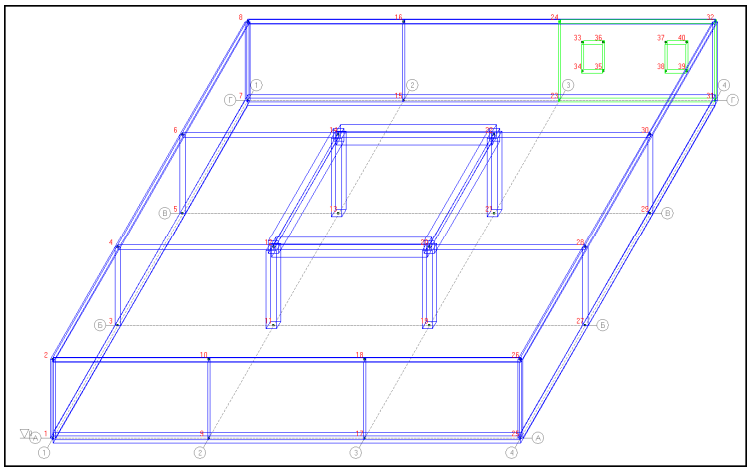
Нажмите на белом контуре в любом месте левого окна.
Переносим вправо и жмем ЛКМ! Отверстие скопировалось!

Если у Вас получились не точные координаты узлов окна, то Вы можете их отредактировать.
Выберите «Контур» (скопированного окна) -> Внутренний контур №2 -> здесь Вы можете изменить вручную координаты узлов вдоль оси Y и Z.



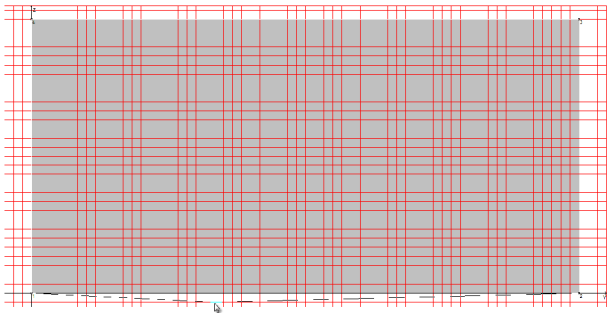
Нажмите «Сохранить» и кнопку «Выход» .

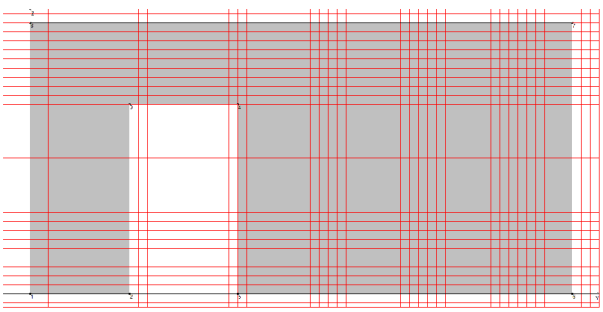
Запустится Форум. В выбранной нами стене №17 появились оконные отверстия.

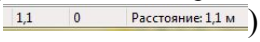


Давайте теперь построим дверной проем.
Выберите Стена№14 -> Нажмите кнопку «Изменить»
Отобразить сетку -> Настройки -> Сетка
Задайте шаг сетки -> Настройки шаг сетки 0.1м

Нарисуйте дверь: Выберите «Многоугольный внешний контур» -> Выберите в левом нижнем углу «Показать/спрятать номера вершин» (появится нумерация вершин стены) ->





Выберите изменяемую грань ЛКМ непосредственно по грани (в нашем случае между узлами 1-2) -> сделайте ЛКМ по точке с координатами [1,1;0] (координаты можно просмотреть в правом нижнем углу 

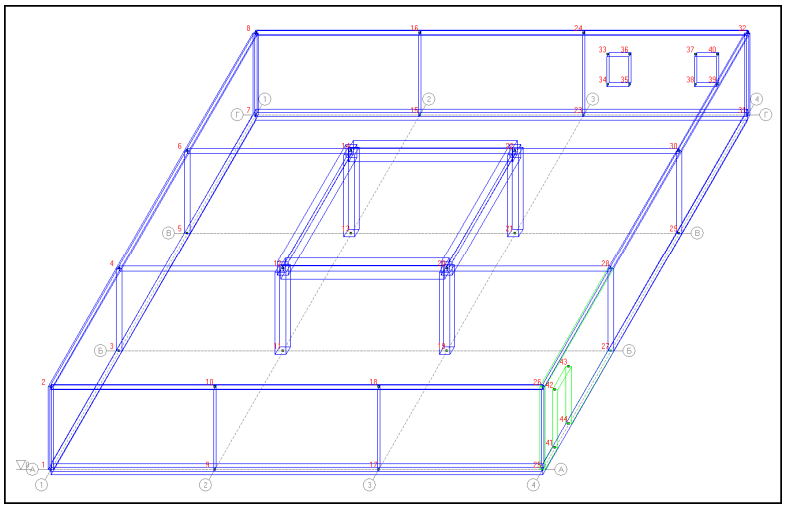
) -> Далее последовательно выбирайте точки с координатами [1,1;2,1], [2,3;2,1], [2,3;0] -> закончим изменение контура ЛКМ по точке с номером 2

Если у Вас получились не точные координаты узлов, то Вы можете их редактировать вручную.

Нажмите «Сохранить» и кнопку «Выход» .

Таким же образом можно задавать отверстия и менять контур в перекрытиях.

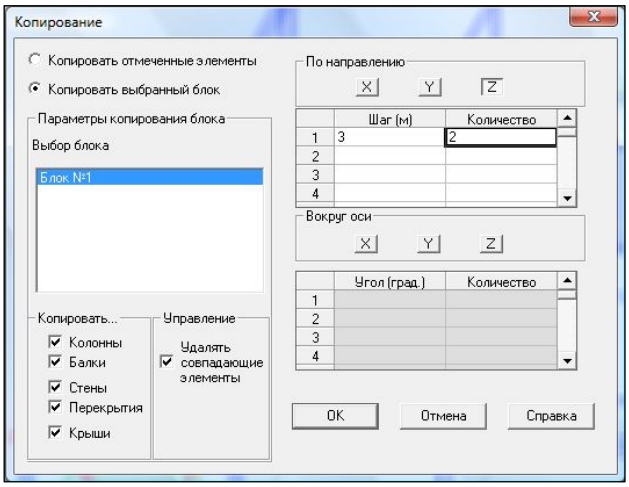
Запустился Форум.



Файл -> «Сохранить проект»!

8. Копирование этажей.

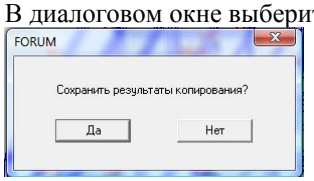
Зайдите «Схема» -> «Копирование» .

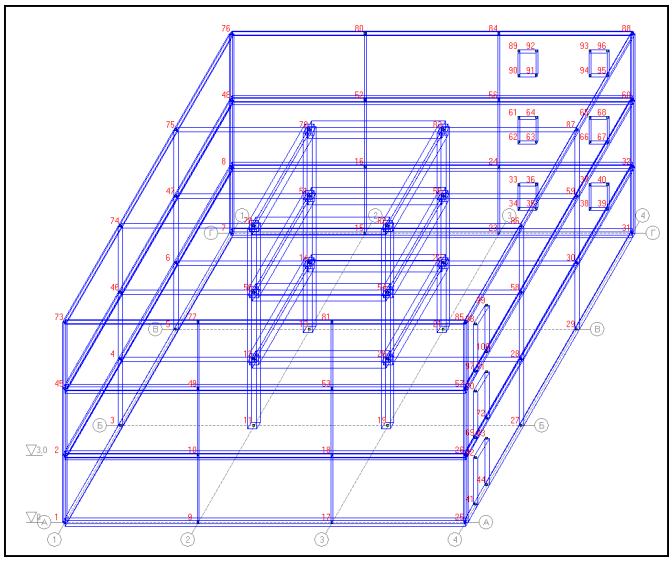


В отрывшемся диалоговом окне введите:

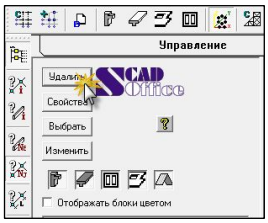
- Копировать выбранный блок ->Выберите блок ЛКМ автоматически выберутся: Колонны, Балки, Стены, Перекрытия
- Выберите галочку «Удалять совпадающие элементы».
- По направлению ось Z
- Шаг 3м, кол-во 2
- Нажмите «ОК».

В диалоговом окне выберите «ДА».



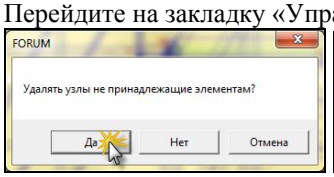


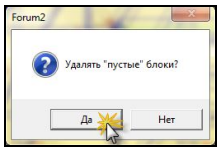
Файл -> «Сохранить проект».

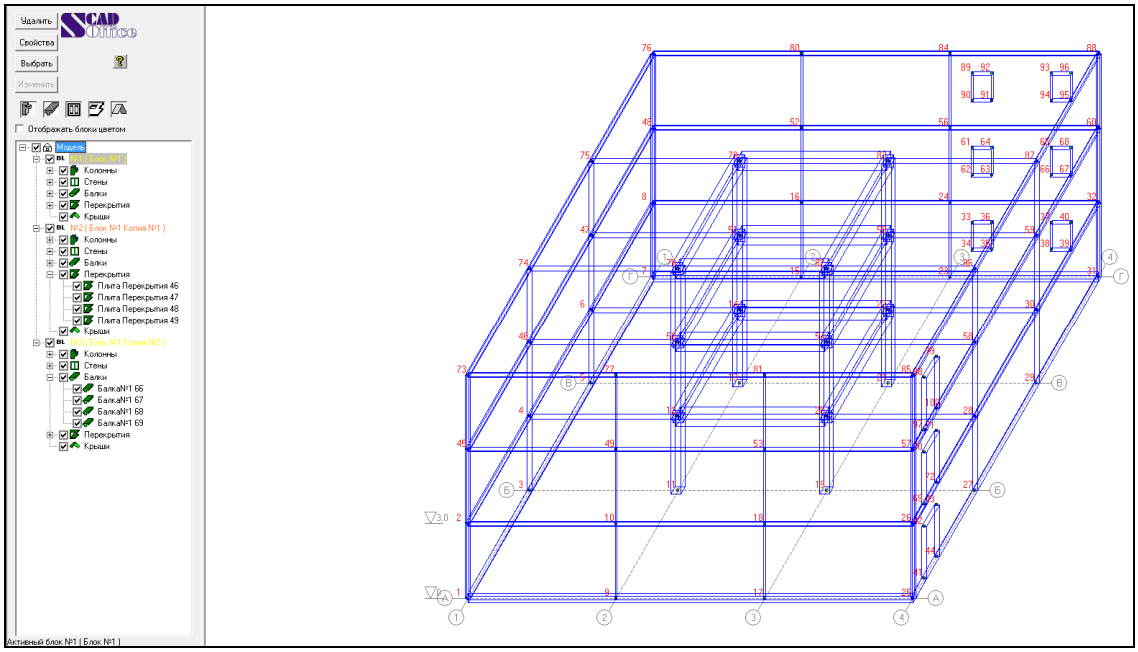


Зайдите в «Дерево Модели» -> Блок№2(Копия №1) ->Перекрытия -> Удалите «Фундаментная плита 46» (выбрать плиту в дереве «Модель» и нажать «Удалить»)
Зайдите в «Дерево Модели» -> Блок№3(Копия №2) ->Перекрытия -> Удалите «Фундаментная плита 71»

Перейдите на закладку «Управление» и сделайте ЛКМ по кнопке «Упаковка данных» и выберите:







Файл -> Сохранить проект!

9. Загружение проекта.

Задать нагрузки в проекте Вы можете здесь в программе Форум, и потом выгрузить схему с нагрузками в программу SCAD и там произвести расчет!
Или задать нагрузки позднее уже в программе SCAD!
Рекомендую загружение схемы выполнить в программе SCAD (см. занятие №2,3,4), т.к. там принцып загружения является более гибким и адаптивным.

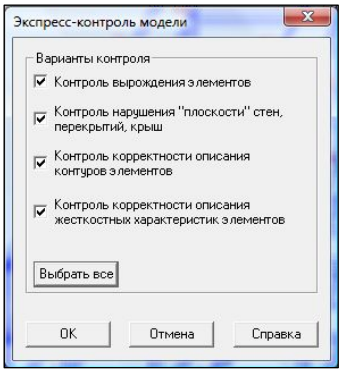
10. Загрузка проекта в программу SCAD для выполнения расчета

Перед загрузкой нашей схемы в SCAD необходимо проверить ошибки!
Способ удаления ошибок

«Операции с элементами» -> «Удаление совпадающих элементов» .

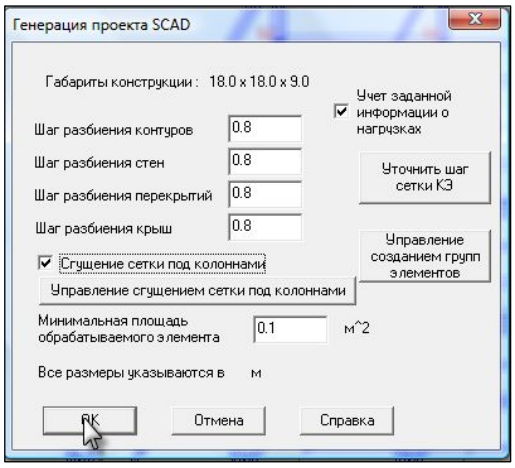
«Операции с узлами» -> «Сведение совпадающих узлов» .

«Управление» -> «Упаковка данных» -> «ДА»



«Управление» -> «Контроль модели» -> «Выбрать все» -> «ОК»
Обратите внимание на ошибки, если они есть.

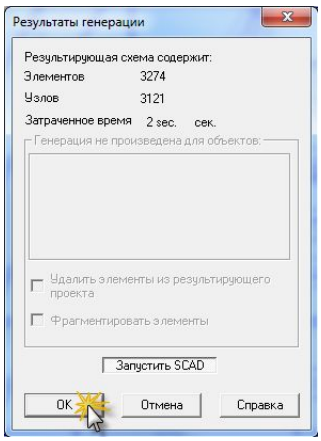
«Схема» -> «Генерация результирующего проекта» .



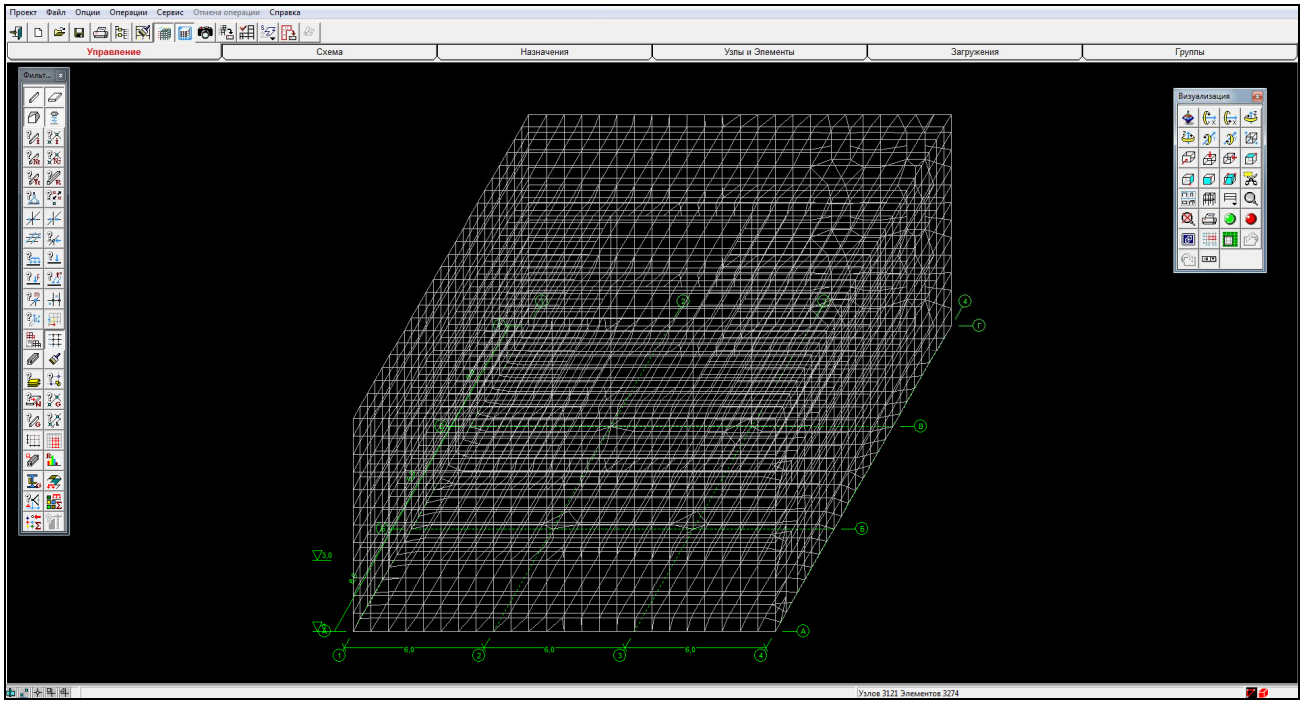
В отрывшемся диалоговом окне введите:

- Шаг разбиения поставьте 0,8м.
- Минимальная площадь разбиения 0,1 м^2.
- Поставьте галочку «Сгущение сетки под колоннами» -> «ОК».

Задайте имя файла Занятие№1.spr, нажмите «Сохранить».



Нажмите кнопку «Запустить SCAD» и «ОК».
Теперь можно приступать к загружению расчетной схемы и непосредственно расчету железобетонных конструкций здания.



3. Порядок создания расчетной схемы для проведения расчетов методом конечных элементов в вычислительном комплексе SCAD.

Содержание:

1. Запуск программы SCAD и подготовка к созданию расчетной схемы
2. Создание расчетной схемы стержневой системы для МКЭ (на примере фермы)
3. Печать и сохранение расчетной схемы
4. Работа с деревом проекта
5. Назначение жесткостей элементов
6. Загружение расчетной схемы
7. Выполнение линейного расчета и анализ результатов
8. Представление полученных результатов в виде эпюр усилий в стержнях фермы. Их сохранение и печать
9. Таблица усилий в стержнях фермы

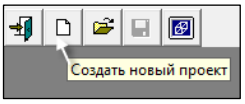
Условные обозначения:

ЛКМ - левая кнопка мыши
ПКМ - правая кнопка мыши

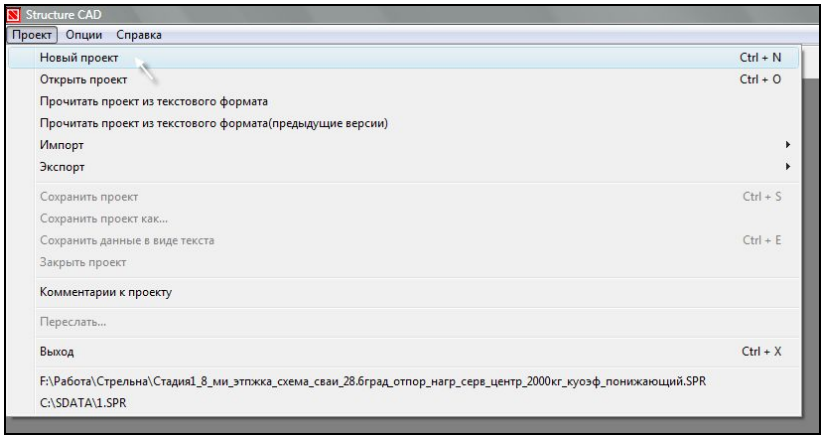
1. Запуск программы SCAD и подготовка к созданию расчетной схемы

1. Запустите программу SCAD (ярлык программы 2ЛКМ или Пуск -> Программы -> SCAD Office -> SCAD)

2. Создайте «Новый проект», Для создания нового проекта курсор устанавливается на одноименной кнопке «Создать новый проект» инструментальной панели и нажимается ЛКМ,

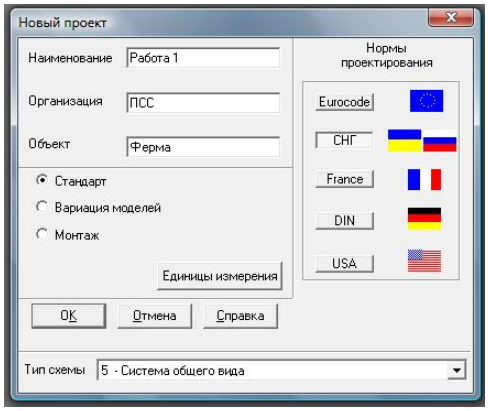


или верхнее меню Проект->Новый проект.

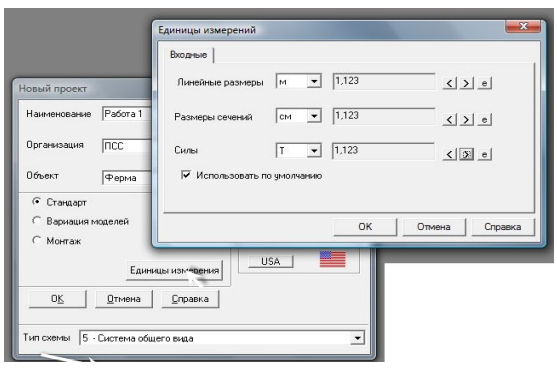


На экран выводится диалоговое окно Новый проект

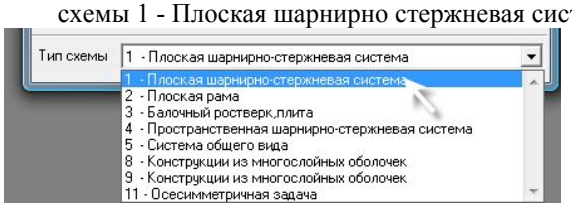
3. Введите поле «Наименование» например «Работа1», Введите поле «Организация», Введите поле «Объект» например: ферма



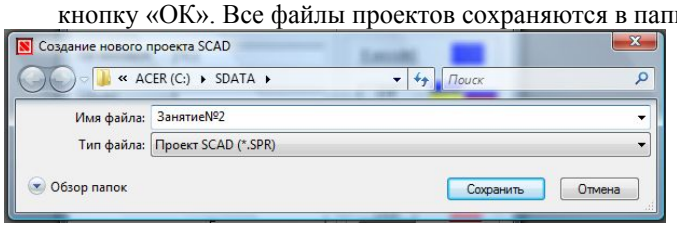
4. Нажмите кнопку «Единицы измерения», установите необходимые единицы измерения основных величин! Поставьте галочку напротив «Использовать по умолчанию»! Установите 3 знака после запятой! Нажмите кнопку «ОК»



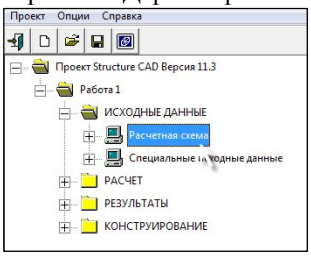
5. Выбор типа схемы. В типе схемы просмотрите предлагаемые варианты (1,2,3,4,5,8,9,11). Выберите тип схемы 1 - Плоская шарнирно стержневая система. Нажмите кнопку «ОК»



6. Создание нового проекта SCAD. Задайте имя файла нового проекта например Занятие№2.spr нажмите кнопку «ОК». Все файлы проектов сохраняются в папку SDATA!



7. Появилось окно «Дерево проекта» Дерево проекта включает четыре раздела первого уровня:
- Исходные данные;
- Расчет;
- Результаты ;
- Конструирование.



8. Нажмите ЛКМ на «Расчетная схема». В результате откроется рабочее окно по созданию расчетной схемы, в котором имеется шесть функциональных разделов. Управление, Схема, Назначение, Узлы и элементы, Загружения, Группы.

9. Ознакомьтесь с двумя подвижными инструментальными панелями: « Фильтры отображения» и «Визуализация»

2. Создание расчетной схемы стержневой системы для МКЭ (на примере фермы)

Геометрическое изображение расчетных схем, встречающихся в заданиях, в программе SCAD может быть выполнено тремя способами:

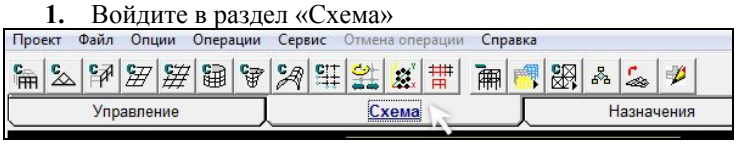
1) использованием типовых схем;

2) последовательным вводом сначала узлов элементов расчетной схемы, а затем изображением самих элементов (вводом элементов).

3) комбинация обоих методов.

Построение расчетной схемы с использованием типовых схем

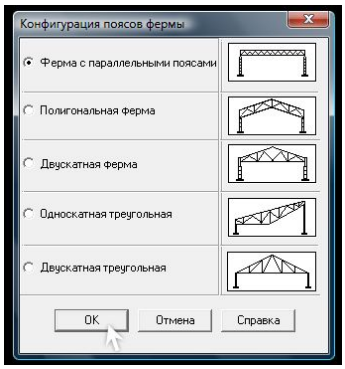
1. Войдите в раздел «Схема»



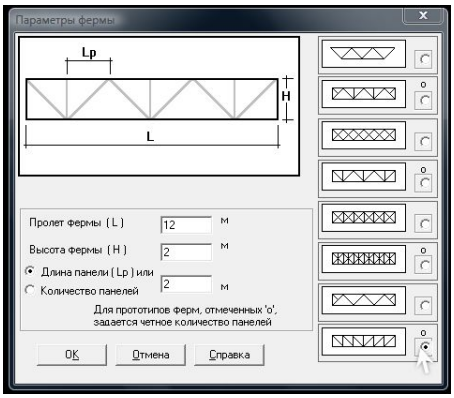
2. Выберите в верхнем меню «Генерация прототипа фермы»

Ферма

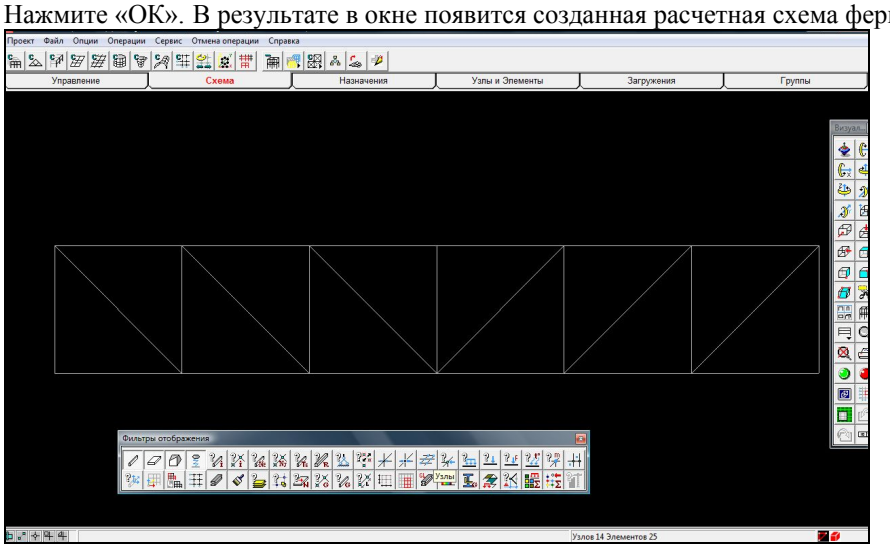
При выборе «Генерация прототипа фермы» появится окно «Конфигурация поясов фермы», выберите «Ферма с параллельными поясами» и нажмите «ОК»



В появившемся окне «Параметры фермы» появится окно с несколькими вариантами решетки ферм. Выберите самый нижний и задайте параметры L=12м, H=2м, длина панели 2м.



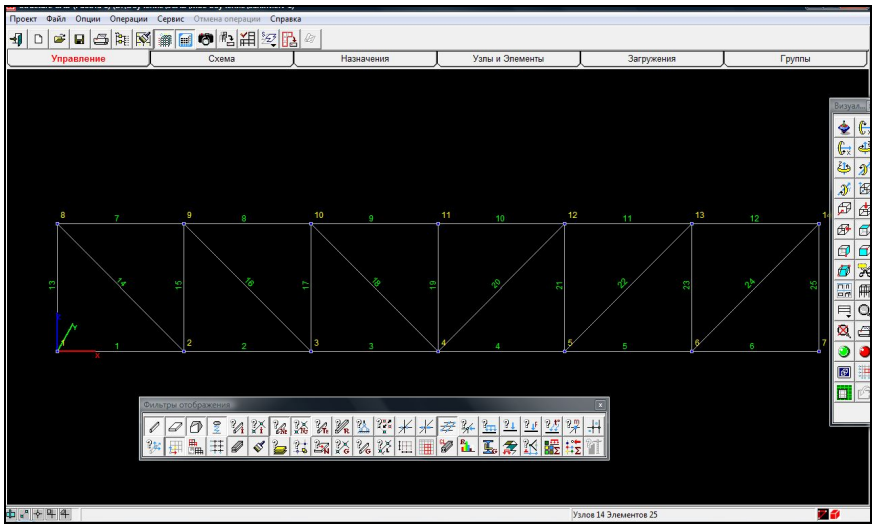
Нажмите «ОК». В результате в окне появится созданная расчетная схема фермы для МКЭ.



Работа с окном «Фильтры отображения»:

- Нажмите кнопку «Узлы»
- Нажмите кнопку «Номера узлов»
- Нажмите кнопку «Номера элементов»
- Нажмите кнопку «Отображение общей системы координат»

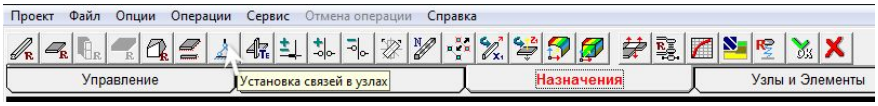
Созданная расчетная схема фермы для МКЭ примет следующий вид:



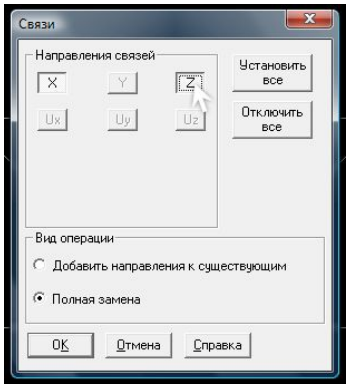
Назначение опорных связей

Стержневая система часто опирается на шарнирные опоры.

Для установки связей в опорных узлах стержневой системы нажмем ЛКМ кнопку «Установка связей в узлах» инструментальной панели раздела «Назначения».

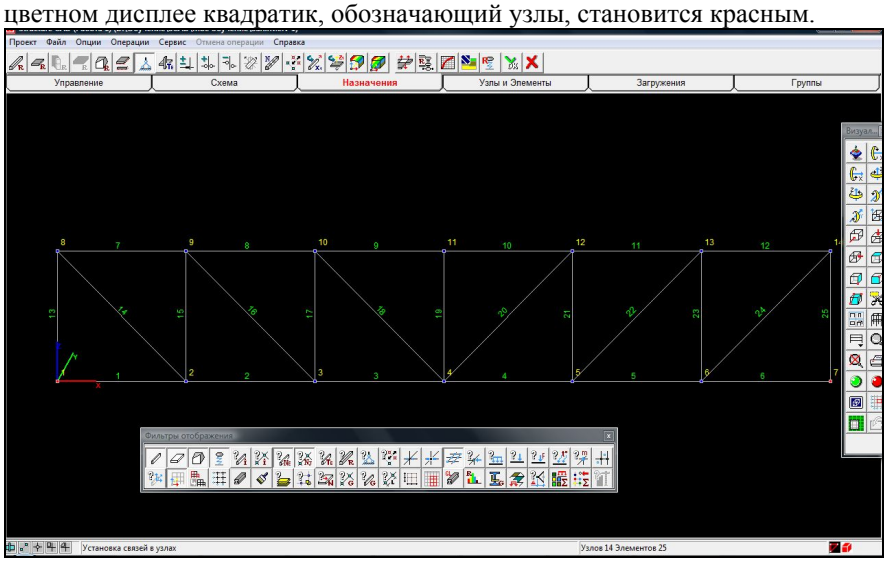


Появится диалоговое окно «Связи».



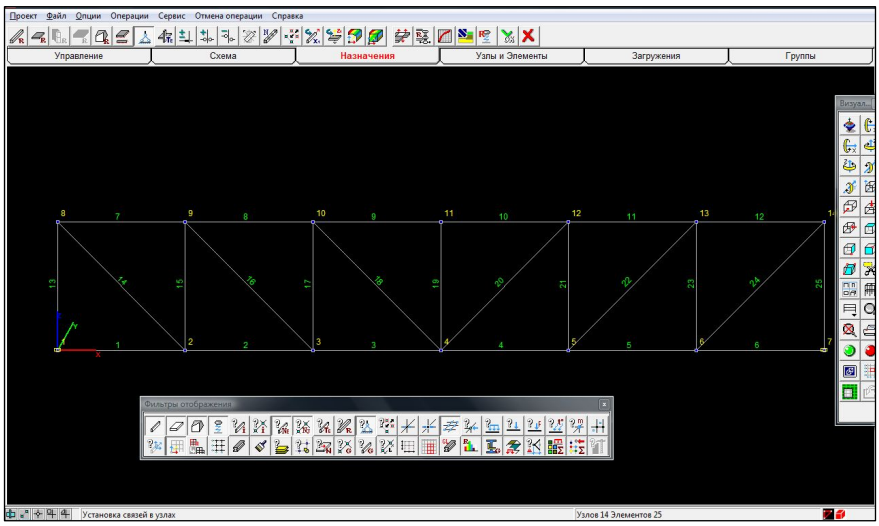
Нажимаем ЛКМ ось X и Z и ОК

Назначьте для вашего варианта опорные связи в узлах. Для нашего варианта выделите узел №1 и №7. На цветном дисплее квадратик, обозначающий узлы, становится красным.



Подтверждаем ввод этих связей нажатием на инструментальной панели кнопки при этом узел теряет красный цвет.

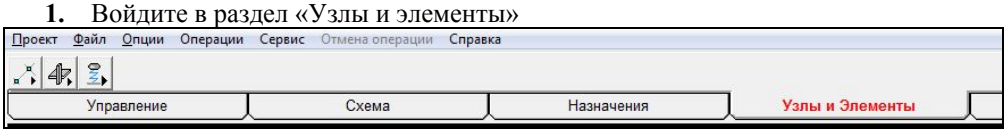
Вернемся к «Фильтрам отображения» - нажмите позицию , узел со связями отмечается прямоугольником.



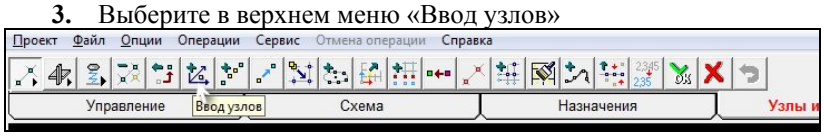
Нажатые на панели «Фильтрам отображения» кнопки позволили отобразить узлы, опоры и номера узлов и элементов. Можно отобразить также общую систему координат и местные системы координат всех элементов. Однако одновременно нажимать много кнопок на панели не рекомендуется, так как некоторые информации будут накладываться друг на друга.

Построение расчетной схемы последовательным вводом узлов и элементов расчетной схемы

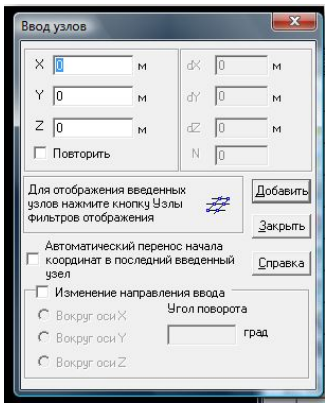
1. Войдите в раздел «Узлы и элементы»



2. Выберите в верхнем меню «Узлы»
3. Выберите в верхнем меню «Ввод узлов»



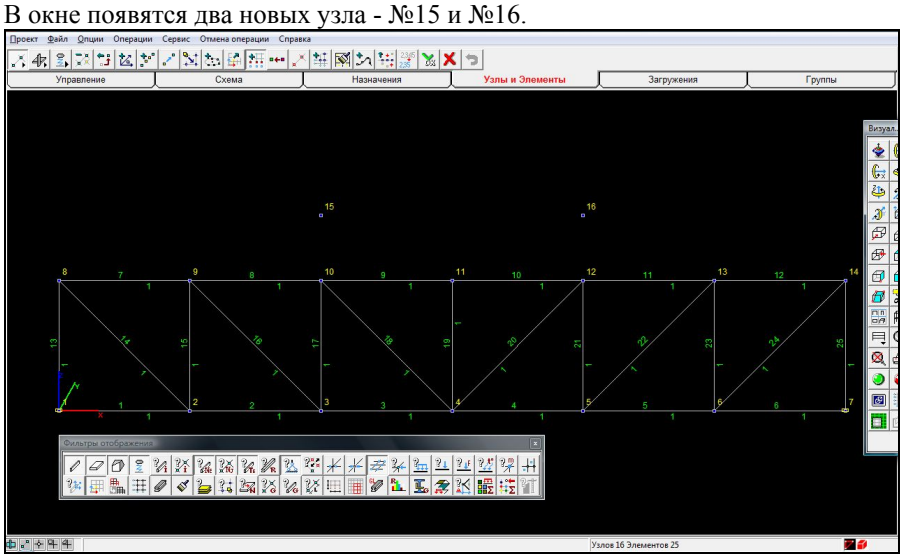
В правом углу экрана появится диалоговое окно «Ввод узлов»



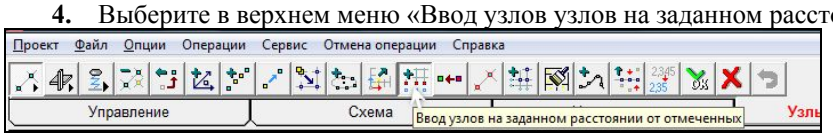
Введите координат X=4 , Z=3 и нажмите «Добавить».

Введите координат X=8 , Z=3 и нажмите «Добавить».

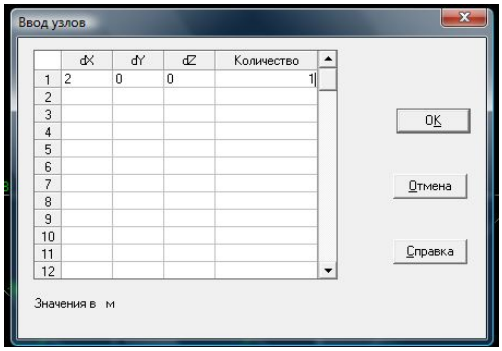
В окне появятся два новых узла - №15 и №16.



4. Выберите в верхнем меню «Ввод узлов узлов на заданном расстоянии от отмеченных»



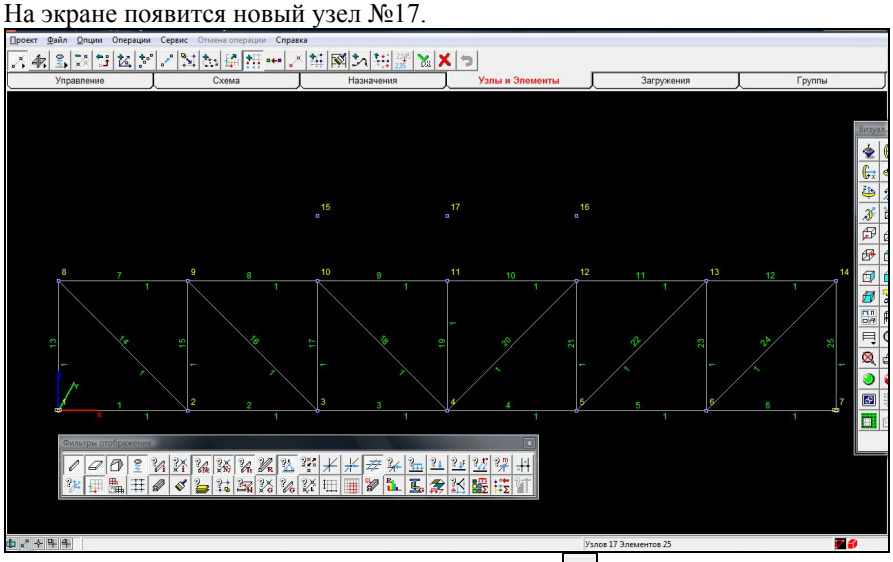
На экране появится диалоговое окно «Ввод узлов»



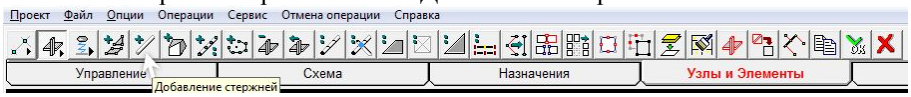
Введите dX=2; dY=0; dZ=0; Количество=1 и нажмите «ОК».

Диалоговое окно закроется. Щелкните ЛКМ на узле №15. Он станет красного цвета. В верхнем меню выберите .

На экране появится новый узел №17.

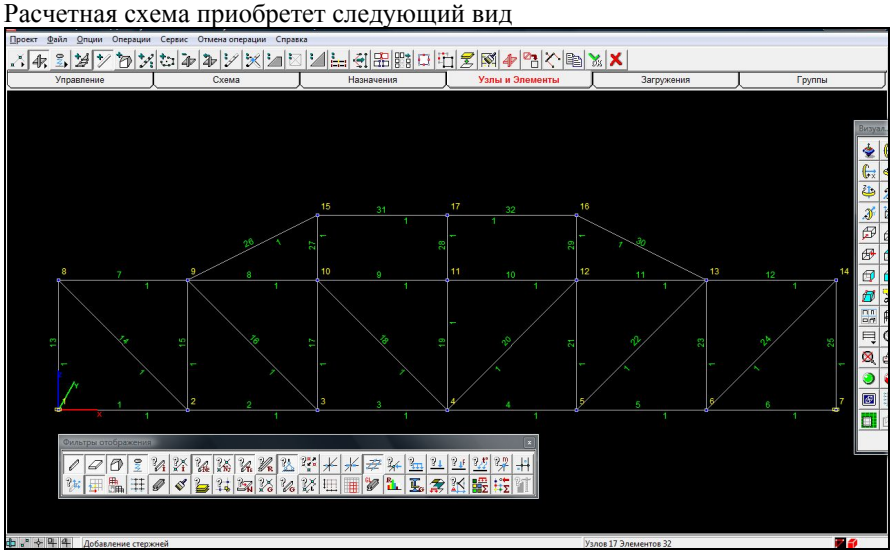


5. Выберите в верхнем меню «Элементы» .
6. Выберите в верхнем меню «Добавление стержней»



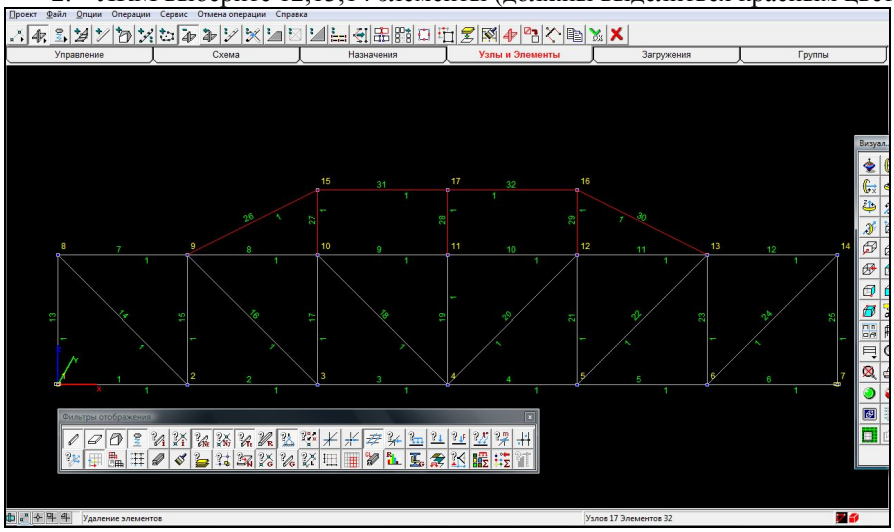
7. Последовательно добавьте стержневые элементы щелкая ЛКМ по узлам 9-15, 10-15, 11-17, 12-16, 13-16, 15-17, 16-17.

Расчетная схема приобретет следующий вид

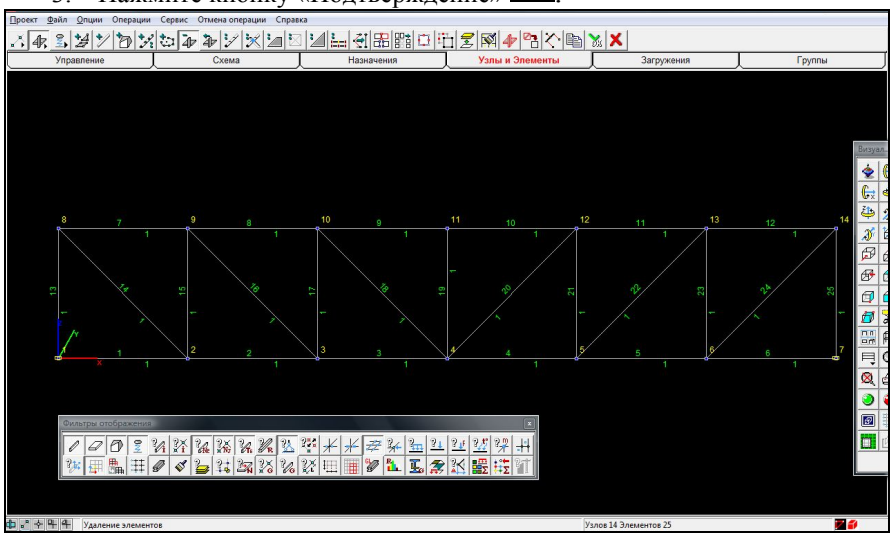


Удаление элементов конструкции

1. Нажмите кнопку «Удаление элементов»
2. ЛКМ выберите 12,13,14 элементы (должны выделиться красным цветом)



3. Нажмите кнопку «Подтверждение» .



4. Таким же способом можно удалять и узлы элементов.

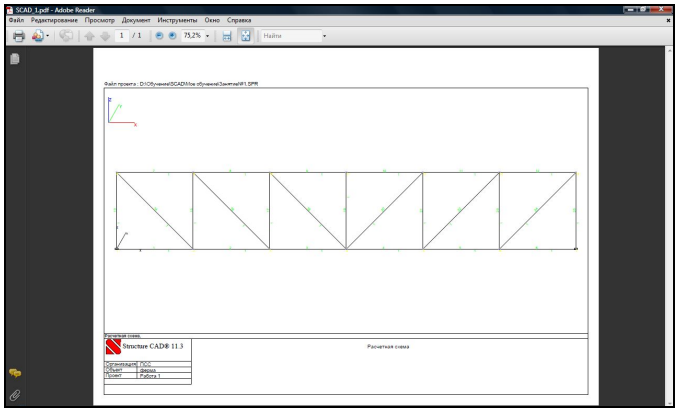
Работа с окном «Визуализация»

- Нажмите кнопку «Режим непрерывного вращения»
- Нажмите кнопку «Вращение вокруг оси X (шаг +)»
- Отожмите кнопку «Режим непрерывного вращения»
- Нажмите кнопку «Вращение вокруг оси Y (шаг +)»
- Нажмите кнопку «Вращение вокруг оси Z (шаг -)»
- Нажмите кнопку «Восстановить исходное отображение схемы»
- Нажмите кнопку «Проекция на ось XoY»
- Нажмите кнопку «Проекция на ось YoZ»
- Нажмите кнопку «Проекция на ось XoZ»

3. Печать и сохранение расчетной схемы

1. Для того чтобы сохранить Ваш проект – Нажмите в левом верхнем углу «Проект»-> «Сохранить проект»

2. Самым простым и быстрым для выполнения является печать расчетной схемы сразу с экрана. Для этого в меню окна с расчетной схемой необходимо войти в раздел **Файл** и выполнить указанные действия для печати. Эта печать будет воспроизводить на странице не только изображение расчетной схемы, но и специальный формат оформления страницы, предложенный разработчиками программы. Нажмите «Файл» -> «Предварительный просмотр». Так же можно и производить печать через «виртуальные принтеры». При этом происходит сохранение оформленной страницы в заданном формате (PDF, JPG и т.д.).



3. Для получения распечатки только расчетной схемы (без специального формата листа) можно с помощью клавиши «Print Screen SysRq» на клавиатуре компьютера зафиксировать вид страницы в разделе **Файл** (при просмотре) и скопировать его в рабочее окно программы Paint. Затем из полученного в рабочем окне программы Paint изображения страницы вырезать только вид расчетной схемы и скопировать его в документ с расширением doc отчета по работе.

4. Для отложенной по времени печати можно сохранить вид сформированной для МКЭ расчетной схемы в файле. Необходимо выйти в меню раздела **Управление** и нажать кнопку с изображением фотоаппарата .Далее надо выполнить ряд операций, описание которых дано разработчиками программы в справке, и сохранить образ расчетной схемы в файле с расширением wmf в рабочей папке SWORK.Затем при написании отчета в документ с расширением doc можно сделать вставку рисунка из указанного файла.

4. Работа с деревом проекта

Нажмите закладку «**Управление**» и кнопку «Выйти в экран управления проектом» для перехода в дерево управления проектом.

При необходимости разверните дерево «Расчетная схема» и «Специальные исходные данные» щелкнув ЛКМ по символу . Вы увидите следующие значки:

-данные(функции) открытые, уже введены или можно изменить!

-данные(функции), которые можно уточнить, добавить, изменить!

-данные(функции) недоступны, при вводе последовательно всей необходимой информации знак запрета снимается и данные(функции) становятся доступными!

Для возврата в расчетную схему нажмите ЛКМ на любом из пунктов «Расчетная схема»

В «Фильтрах отображения» нажмите - «Узлы», «Номера узлов», «Номера элементов», «Отображение общей системы координат», «Связи».

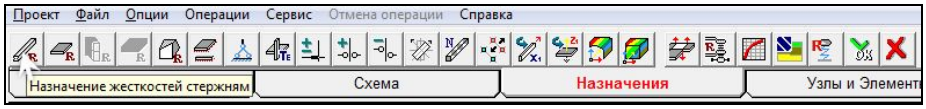
5. Назначение жесткостей элементов

Поскольку в программе SCAD для расчета любых стержневых систем, как статически определимых, так и статически неопределимых, используется МКЭ, в котором используются матрицы жесткости элементов, то жесткости элементов должны быть заданы и при расчете статически определимых стержневых систем.

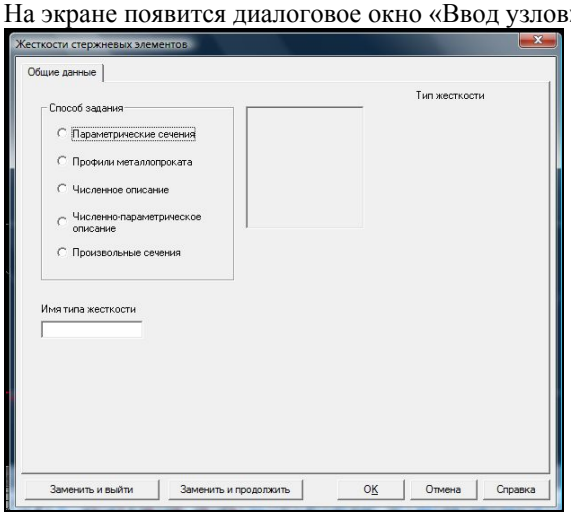
Если ставится задача определения *только усилий* в рассматриваемой статически определимой стержневой системе, то с учетом того, что жесткости не входят в уравнения равновесия, требуемые жесткости в программе SCAD могут быть заданы в виде произвольных значений, например равными единице.

При решении задачи об определении *перемещений* в статически определимых стержневых системах и при расчете статически неопределимых стержневых систем необходимо задание реальных жесткости стержней или их соотношений. В программе SCAD предусмотрены различные способы задания этих жесткостей, которые будут рассмотрены далее.

1. Нажмите закладку «Назначения» -> Назначение жесткостей стержням



На экране появится диалоговое окно «Ввод узлов»



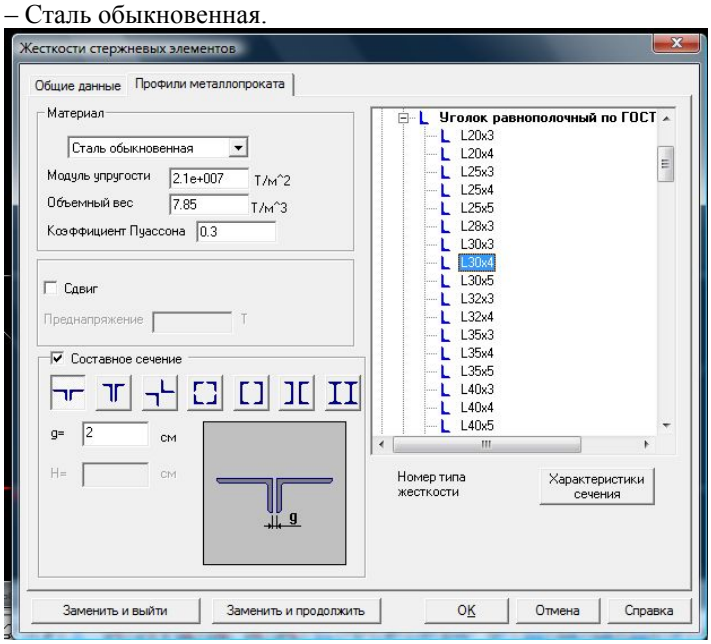
2. В закладке «Общие данные» выберите «Профили металлопроката»
3. Зайдите в появившуюся сверху закладку «Профили металлопроката»

Задайте материал и его характеристики. Обратите внимание, при выборе материала характеристики изменяются автоматически. Вы можете задать здесь свои характеристики (но надо знать материал).

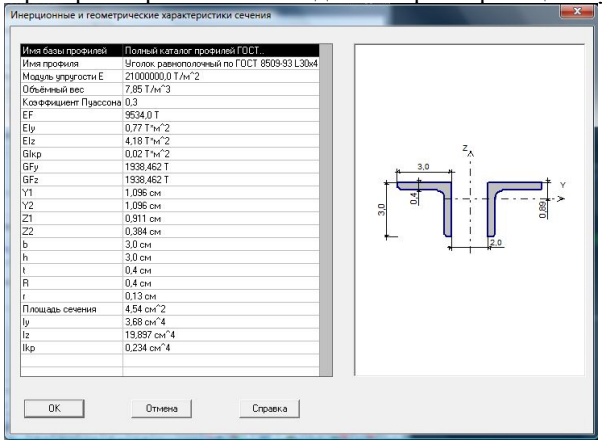
Задайте сечение из списка предлагаемых или составное

.

Например: Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 30х4, , расстояние между уголками 2см, материал – Сталь обыкновенная.



Проверьте правильность задания параметров щелкнув ЛКМ по кнопке «Характеристики сечения».



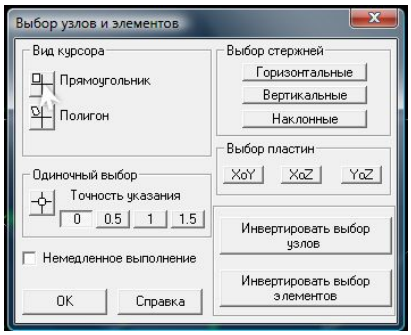
Ознакомьтесь с открывшимся окном, затем можно его закрыть нажатием кнопки «ОК».

4. Нажмите кнопку «ОК» в окне «Жесткости стержневых элементов».

Тип номера жесткости стал №1

При работе с несколькими жесткостями необходимо различать режимы ввода данных и корректировки. В нижней части окна расположены две кнопки активизации режимов корректировки – «Заменить и выйти» и «Заменить и продолжить». В первом случае выполняется ввод нового типа жесткости, во втором – корректируются ранее введенные характеристики.

Нажмите ПКМ на поле схемы в любом месте.

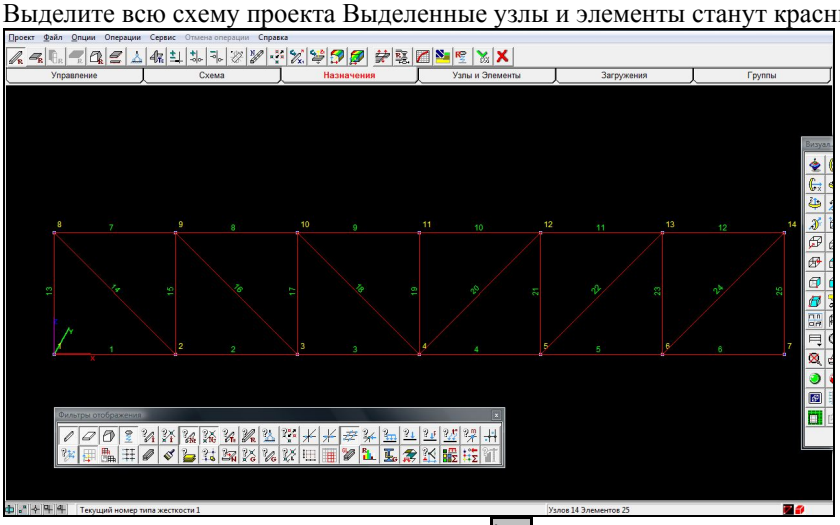


Появится диалоговое окно «Выбор узлов и элементов»

Выберите «Вид курсора» -> «Прямоугольник»

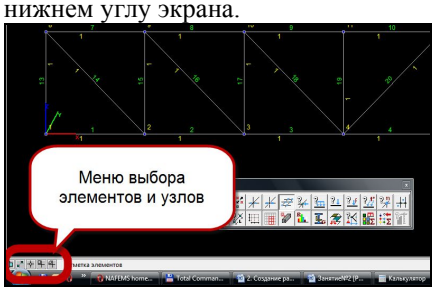
Диалоговое окно закроется.

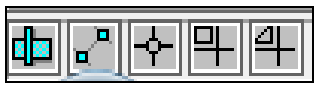
Выделите всю схему проекта Выделенные узлы и элементы станут красным цветом.



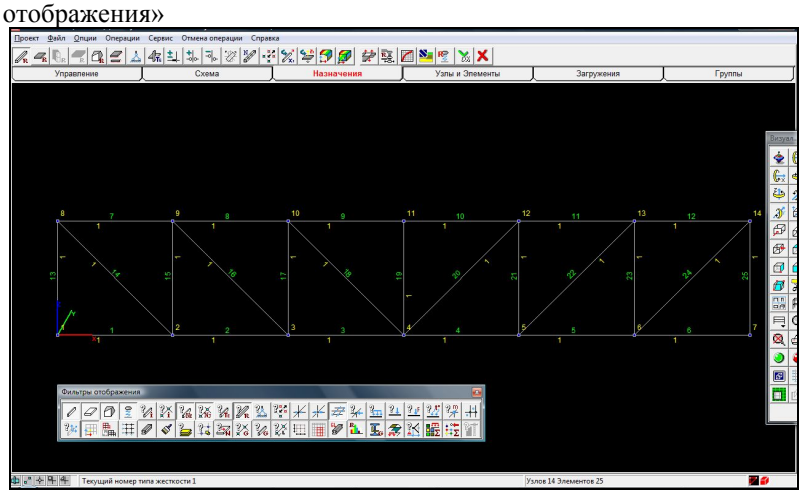
Для подтверждения операции нажмите (не забывайте, при каждом действии, чтобы подтвердить операцию, нажимать эту кнопку либо использовать клавишу «Enter» на клавиатуре).

Также для выделения элементов и узлов можно использовать элементы панели, расположенной в левом нижнем углу экрана.



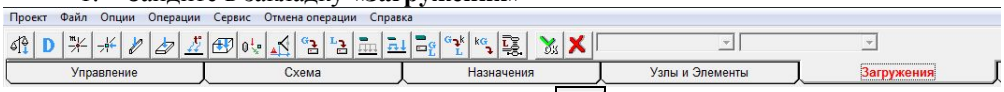


Для просмотра типа жесткости схемы нажмите кнопку «Номера типов жесткости» в окне «Фильтры отображения»

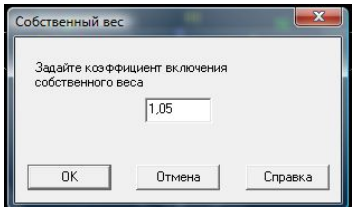


6. Загружение расчетной схемы МКЭ

1. Зайдите в закладку «**Загружения**»



2. Нажмите кнопку «Собственный вес» .

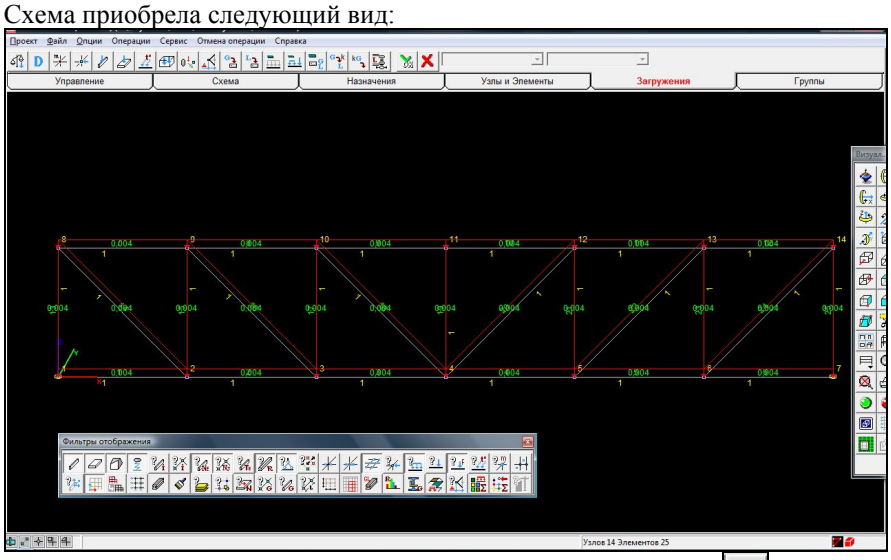


Появится диалоговое окно «Собственный вес».

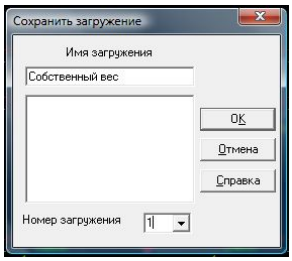
Задайте коэффициент включения собственного веса = 1,05 и нажмите «ОК».

3. Выберите в «Фильтры отображения» кнопки «Распределенные нагрузки» и «Значения нагрузок» .

Схема приобрела следующий вид:

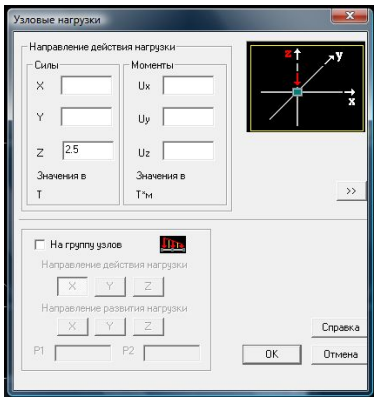


4. Нажмите кнопку «Сохранить/добавить загружение» .



Появится диалоговое окно «Сохранить загружение»
Задайте Имя загружения – Собственный вес
Номер загружения поставте-1, нажмите ОК.
Появиться запрос: «Перейти к формированию следующего загружения?».
Выберите - «Да».

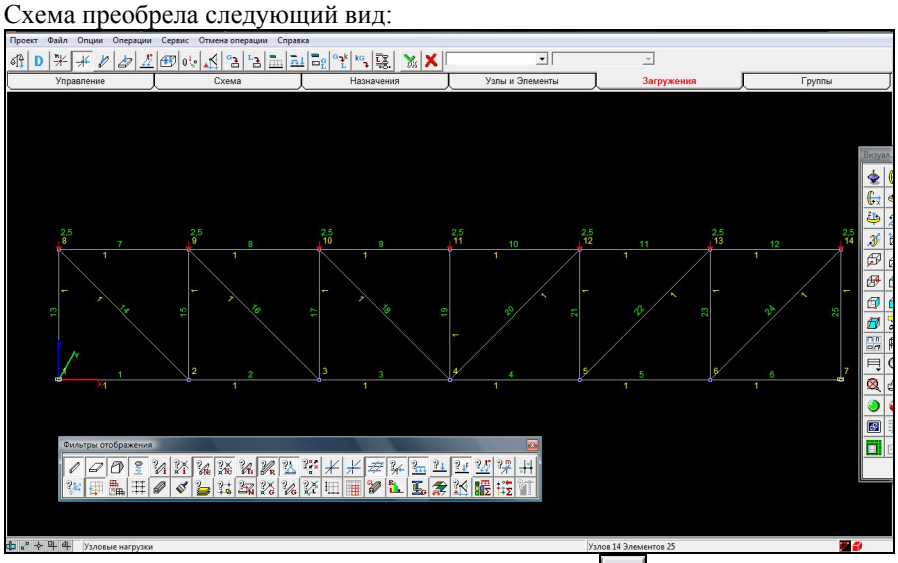
Нажмите кнопку «Узловые нагрузки» .



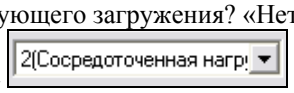
Задайте на ферму вдоль оси Z=2.5т нажмите «ОК».
Выделите узлы №8,9,10,11,12,13,14(стали красного цвета)

Для подтверждения операции нажмите .

Нажмите на «Фильтрах отображения» кнопку «Узловые нагрузки» .
Схема преобрела следующий вид:



Нажмите кнопку «Сохранить/добавить загружение» .
Задайте Имя загружения – Сосредоточенная нагрузка
Номер загружения поставте-2, нажмите ОК
Перейти к формированию следующего загружения? «Нет»

Выберите «Выбор загружения» 

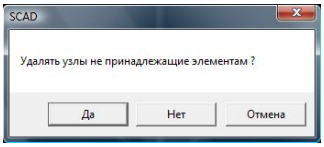
Вначале 1, потом 2

Нагружения можно объединить, если одинаковый коэффициент надежности по нагрузке и они не могут действовать по раздельности, а в остальном загружения разделяют!

5. Зайдите на закладку «Узлы и элементы» -> «Узлы» -> «Объединение совпадающих узлов»

Выберите в верхнем меню «Элементы» -> «Объединение совпадающих элементов» .

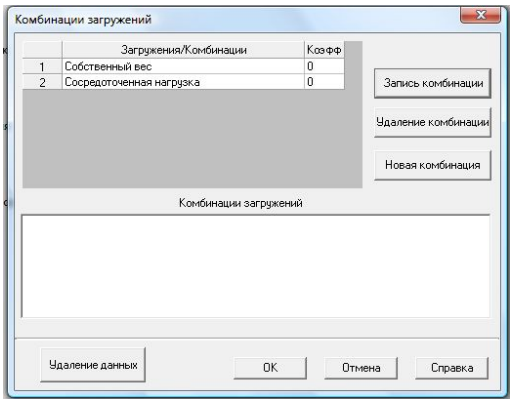
Зайдите на закладку «Управление» -> «Упаковка данных»
На экране отобразится диалоговое окно



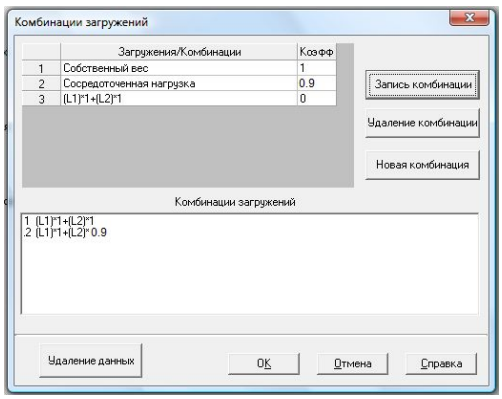
Выберите «Да».

Не забывайте проводить все эти действия каждый раз после создания расчетной схемы.

6. Войдите в управление деревом проекта ->Специальные исходные данные -> Комбинации загружений.



Задайте коэффициент = 1 для «Сосредоточенная нагрузка» и «Собственный вес».
Нажмите «Запись комбинации» -> «Новая комбинация»
Задайте коэффициент = 1 «Собственный вес»
Задайте коэффициент = 0,9 «Сосредоточенная нагрузка»
Задайте коэффициент 0 для 1-ой комбинации нагрузок!
Нажмите «Запись комбинации» -> Нажмите ЛКМ «ОК».



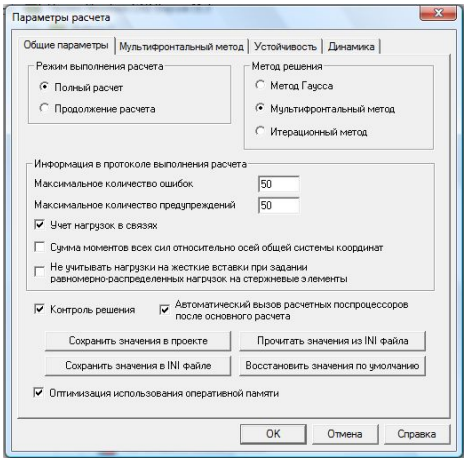
Коэффициенты в «Комбинации загружений» назначаются согласно параграфу 6 «Сочетание нагрузок» СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНИП 2.01.07-85*».

Из «Дерева проекта» зайдите в «Расчетные сочетания усилий (новые)».

Здесь Вы можете уточнить Тип Загружения (Подробно смотри - Приложение 1).
Выберите «Собственный вес» -> измените тип загружения с «Неактивно загружение» на «Постоянные нагрузки» -> измените вид нагрузки на «Вес металлических конструкций».
Выберите «Сосредоточенную нагрузку» -> измените тип загружения с «Неактивно загружение» на «Длительные нагрузки» -> измените вид нагрузки на «Вес временных перегородок и т.п.».
Нажмите ЛКМ «ОК»
Обратите внимание, что здесь коэффициенты изменяются сами в зависимости от Типа загружения.
Нажмите Проект -> Сохранить проект либо нажмите на верхней панели инструментов «Сохранить текущий проект» .
Задать расчетные сочетания усилий так же можно и через функцию «Расчетные сочетания усилий».

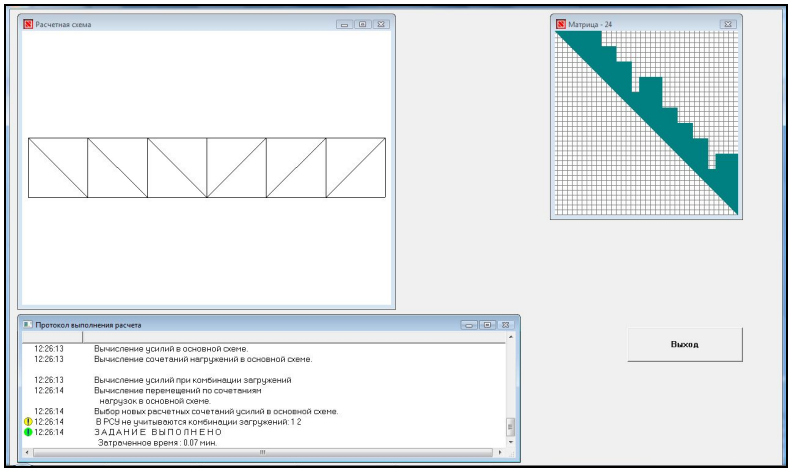
7. Выполнение линейного расчета и анализ результатов

В дереве проекта, в группе функций «**Расчет**» выбираем «**Линейный**».



В этом диалоговом окне можно менять некоторые параметры расчёта. Для нашей задачи подойдут параметры по умолчанию. Нажимаем кнопку «ОК»

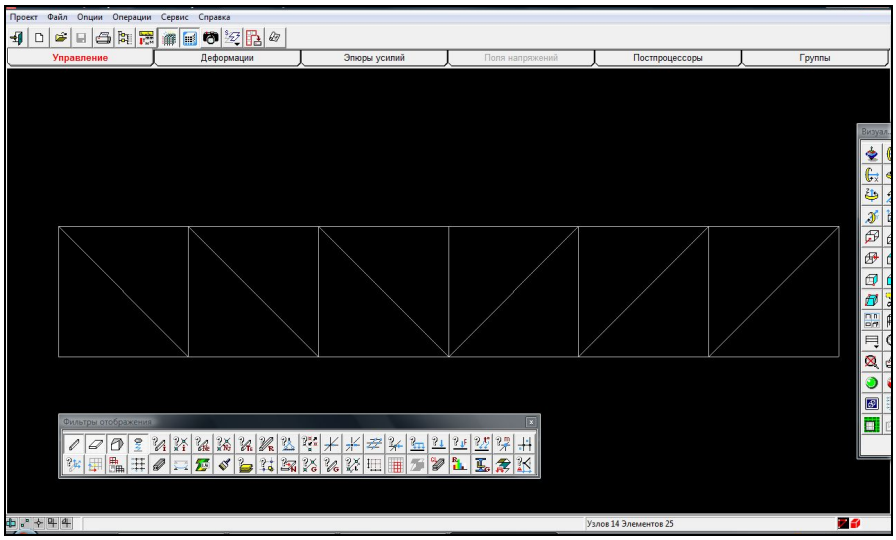
Возникает информативное окно о прохождении этапов расчета в виде протокола. По окончании расчета будет сообщение «Задание выполнено».



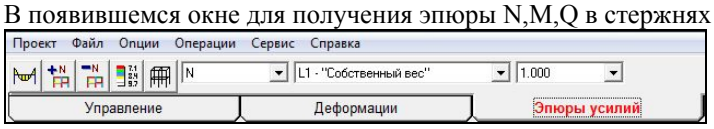
После этого надо нажать кнопку «Выход», что приведет к появлению окна с деревом проекта, в котором становятся доступным раздел «**Результаты**».

8. Представление полученных результатов в виде эпюр усилий в стержнях фермы. Их сохранение и печать

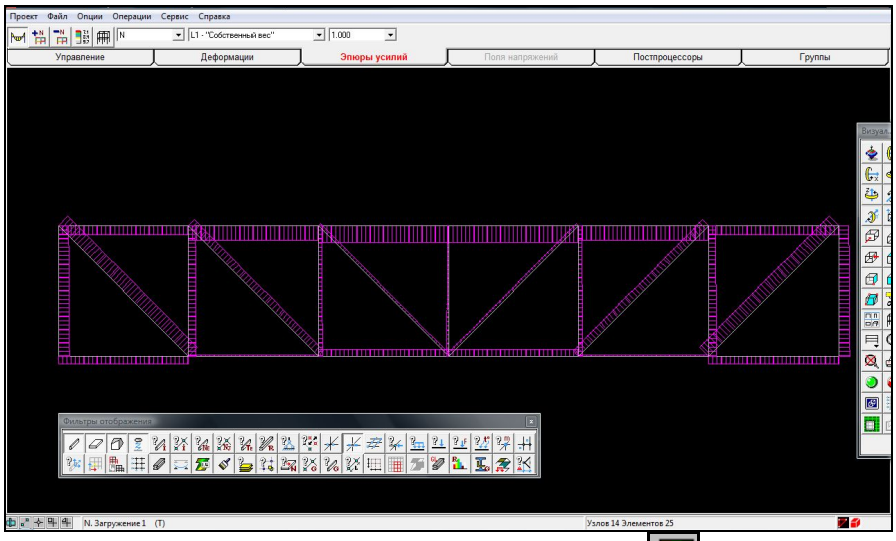
Установим курсор в позицию «**Графический анализ**» раздела «**Результаты**» дерева проекта и нажмем ЛКМ. Появится окно для вывода различных результатов.



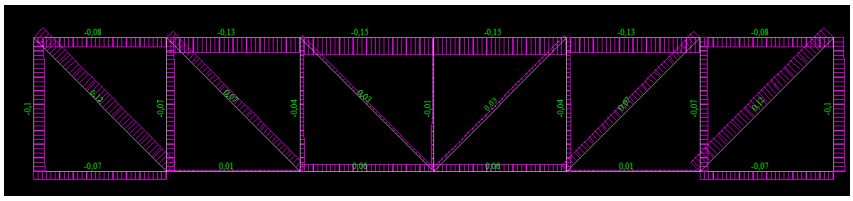
В появившемся окне для получения эпюры N,M,Q в стержнях фермы войдем в раздел «Эпюры усилий».



В трех светлых рабочих окнах надо выбрать (слева направо): обозначение усилия, для которого предполагается построить эпюру (для фермы это будет N); номер загружения (ему будет соответствовать название, если оно было задано – L1. «Собственный вес»); масштабный коэффициент для ординат эпюры (1.000). Для выбранного загружения нажмем кнопку «Ввод эпюр». При этом на экране появится расчетная схема фермы для МКЭ с эпюрой N для выбранного для анализа загружения (у нас загружение L1. «Собственный вес»).



Если на панели **Фильтры отображения** нажать кнопку , то на эпюре будут обозначены значения и знаки усилий.



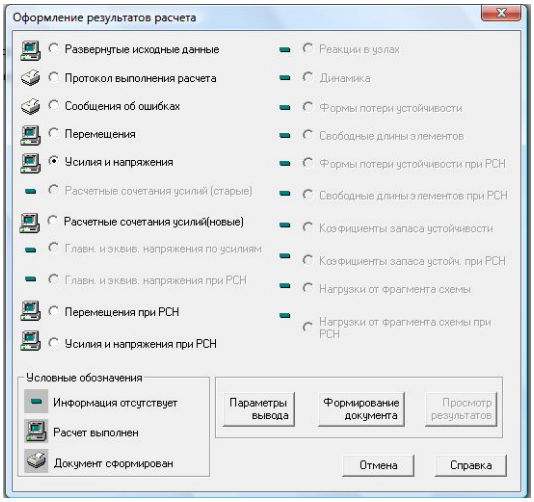
Если вдруг Вы увидите нулевые результаты – это значит, что усилия слишком малы для заданной точности выдачи результатов! Необходимо просто поменять «Выходные единицы измерения»: Опции -> Единицы измерения -> Выходные -> Усилия и напряжения -> Кг -> ОК

Аналогично можно получить и эпюру N от второго загружения фермы. Для этого необходимо во втором окне стрелкой выбрать вариант второго загружения, в окне будет L2 (сосредоточенная нагрузка), а также C1 и C2(комбинации загружений).

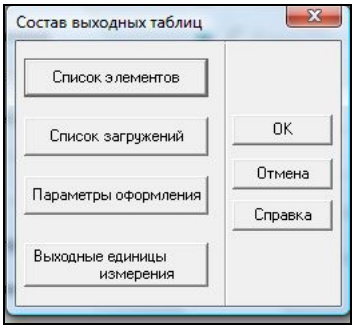
Способы печати полученных эпюр усилий аналогичны описанным в пункте «**Печать и сохранение расчетной схемы» .**

9. Таблица усилий в стержнях фермы.

В разделе «**Результаты**» дерева проекта есть подраздел «**Печать таблиц**». Если войти в этот подраздел, то откроется окно «Оформление результатов расчета».



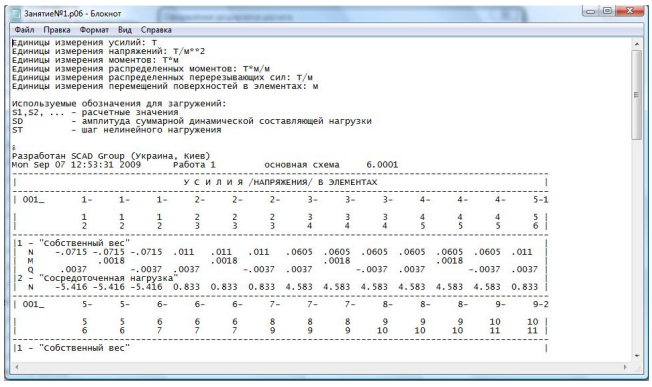
Для печати таблицы продольных усилий в стержнях фермы отметим точкой соответствующее окно «Усилия и напряжения» и нажмем кнопку «Параметры вывода». Откроется дополнительное окно «Состав выходных таблиц».



Последовательно заходим в разделы этого окна и выполняем ряд операций:

- *Список элементов*. Отмечаем: «Все элементы» и ОК;
- *Список загружений*. Отмечаем «Все загружения» и ОК;
- *Параметры оформления*. Здесь для уменьшения числа значащих цифр в таблице рекомендуется в графе «Точность печати усилий» поставить цифру 3. Кроме того, выбрать положение таблицы на странице и размер шрифта (см. приведенный вид окна «Параметры вывода»). При завершении работы в окне нажать ОК.
- *Выходные единицы измерения*. В начале расчета были заданы *входные* единицы измерения сил. При печати результатов рекомендуется убедиться в том, что и полученные усилия в стержнях получатся в этих же единицах. При необходимости можно изменить размерность. Завершается работа с окном «Состав выходных таблиц» нажатием кнопки «ОК».

После этого последовательно нажимаем кнопки «Формирование документа» и «Просмотр результатов». Появляется окно с таблицей продольных усилий N.



Эта таблица может быть распечатана сразу, или скопирована в отчет (в документ с расширением doc). Возможно получение этой таблицы в любое другое время, так как результаты расчета в программе SCAD сохраняются в папке рабочих файлов SWORK.

4. Работа с несколькими файлами проекта. Редактирование расчетной схемы. Подбор сечений из металлопроката.

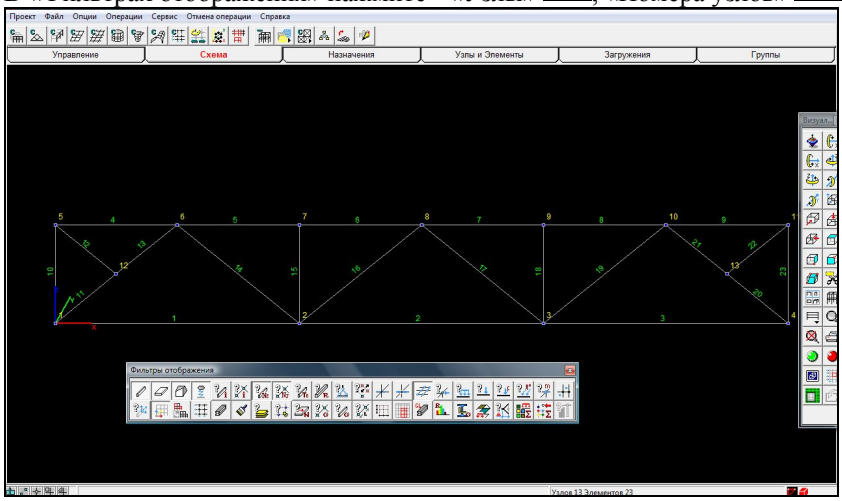
1. Создание нескольких проектов.
2. Работа с несколькими жесткостями конструкции.
3. Удаление элементов конструкции.
4. Объединение нескольких расчетных схем в одну (из двух файлов в один).
5. Назначение шарниров.
6. Загружение расчетной схемы, удаление нагрузок.
7. Копирование схемы.
8. Работа с группой элементов:
   - Последовательный ввод элементов на примере стержней
   - Использование групп элементов для задания жесткостей
   - Копирование фрагментов схемы
9. Создание сетки разбивочных осей.
10. Презентационная графика GL.
11. Подбор сечений из металлопроката.

1. Создание нескольких проектов

(подробно см. занятие №2)

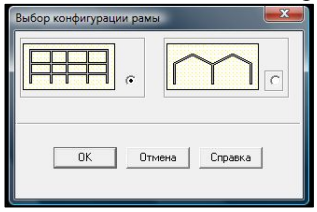
1.Запустите программу SCAD. Создайте «Новый проект».
Введите поле «Наименование» - Работа2, Введите поле «Организация», Введите поле «Объект» например: Ферма2.
Нажмите кнопку «Единицы измерения», установите необходимые единицы измерения основных величин.
Выберите тип схемы 5 – Система общего вида. Нажмите кнопку «ОК»
Создание нового проекта SCAD. Задайте имя файла нового проекта – Занятие№3.1.
Создайте ферму «Ферма с параллельными поясами»
Вариант «Параметры фермы» вариант №2 (сверху)
Пролет L = 15м, Высота H = 2м, Длинна панели = 2.5м

В «Фильтрах отображения» нажмите - «Узлы» , «Номера узлов» , «Номера элементов»

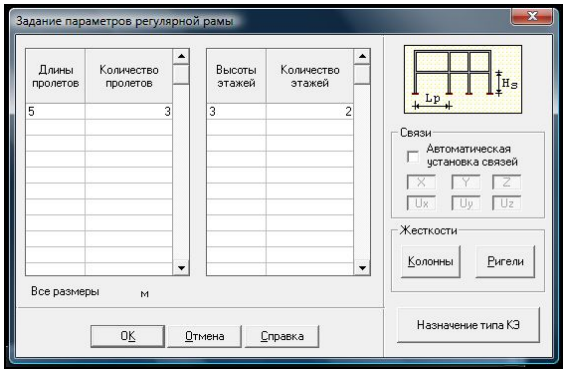


Сохраните проект (имя файла – Занятие№3.1).

2. Запустите программу SCAD. Создайте «Новый проект».
Введите поле «Наименование» - Работа2, Введите поле «Организация», Введите поле «Объект» - Рама2.
Нажмите кнопку «Единицы измерения», установите необходимые единицы измерения основных величин.
Выберите тип схемы: 5 – Система общего вида. Нажмите кнопку «ОК».
Создание нового проекта SCAD. Задайте имя файла нового проекта – Занятие№3.2.
Зайдите «Схема» -> «Генерация прототипа рамы» -> Оставьте по умолчанию первый вариант -> ОК.

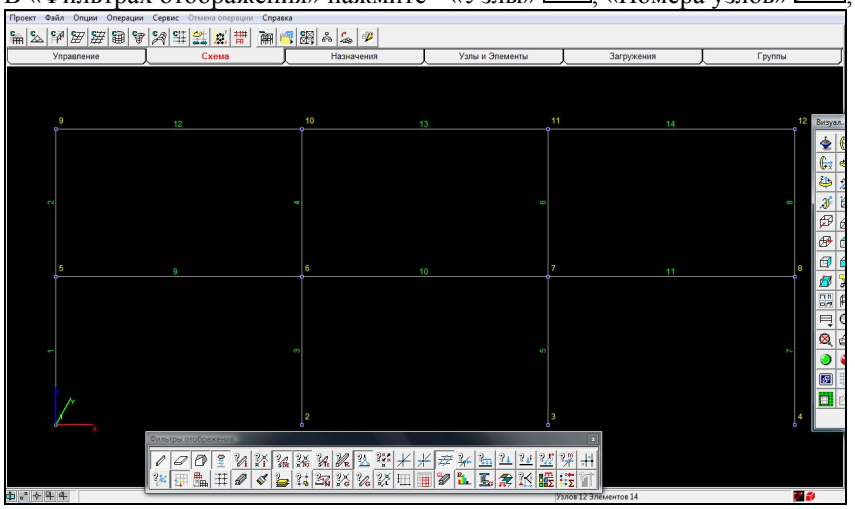


Задайте: длинна пролетов L = 5м; количество пролетов = 3; высота H = 3м - количество этажей 2
Снимите галочку «Автоматическая установка связей»



Обратите внимание, что в этом меню можно задать жесткости Колонн и Ригелей, ознакомьтесь, но ничего задавать не нужно. Нажмите «ОК».

В «Фильтрах отображения» нажмите - «Узлы» , «Номера узлов» , «Номера элементов»



Сохраните проект (имя файла – Занятие№3.2).

2. Работа с несколькими жесткостями конструкции

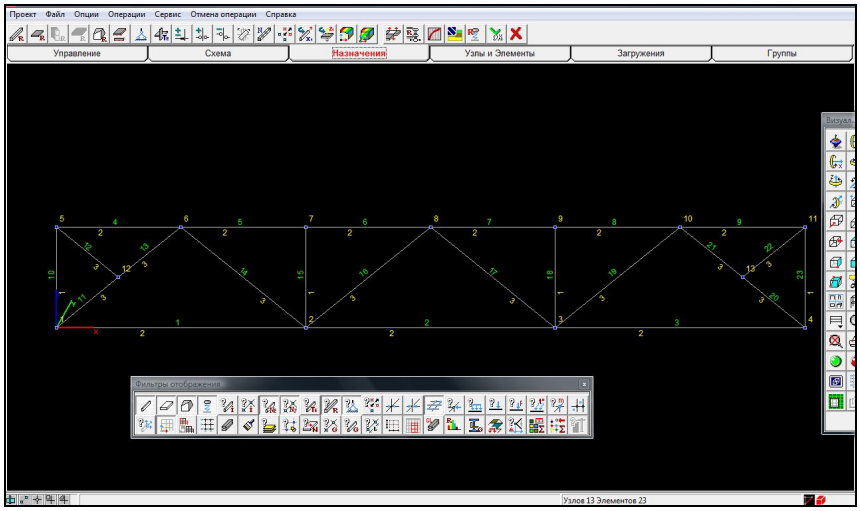
Задайте 2 или более жесткости элементов в Ферме (файл Ферма№2) и Раме (файл Рама№2) (подробно см. Занятие №2).
Пример: Назначение нескольких жесткостей фермы:

1. «Назначения» -> «Назначение жесткостей стержням» .
Профили металлопроката.
Выберите в сортаменте СТО АСЧМ 20-93 I 25Б1, задайте материал – сталь обыкновенная. Нажмите ОК.
ПКМ, «Выбор стержней» - Горизонтальные; «Вид курсора» - Прямоугольник -> ОК.
Выделите ЛКМ всю ферму (Должны выделиться только горизонтальные элементы фермы)
Нажмите кнопку «Подтверждение» .

2.«Назначение жесткостей стержням» .
Профили металлопроката
Выберите в сортаменте СТО АСЧМ 20-93 I 20Б1, задайте материал – Сталь обыкновенная. Нажмите ОК.
ПКМ, «Выбор стержней» - Только Вертикальные; «Вид курсора» - Прямоугольник -> ОК.
Выделите ЛКМ всю ферму (Должны выделиться только вертикальные элементы фермы).
Нажмите кнопку «Подтверждение»

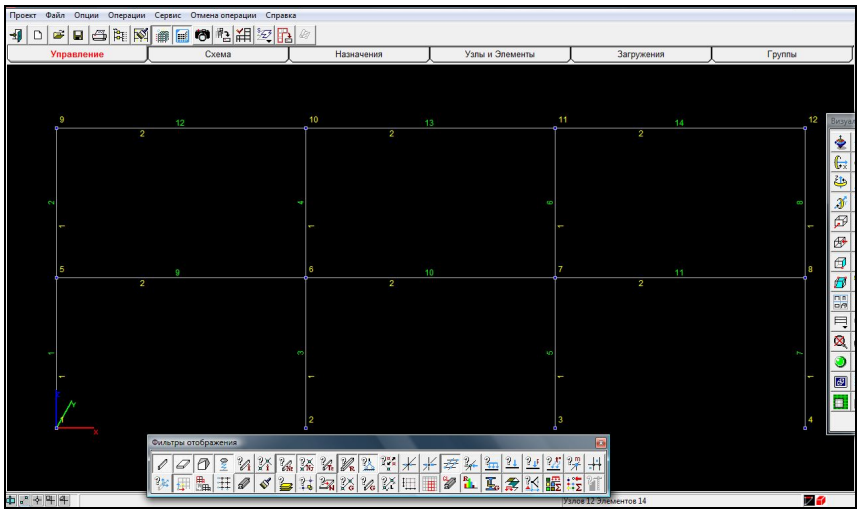
3.«Назначение жесткостей стержням» .
Профили металлопроката
Выберите в сортаменте СТО АСЧМ 20-93 I 18Б2 или свой профиль (но отличающийся от первого и второго), задайте материал. Нажмите ОК
ПКМ, Выбор стержней -> Только Наклонные, Вид курсора -> Прямоугольник -> Ок
Выделите ЛКМ всю ферму (Должны выделиться только наклонные элементы фермы)
Нажмите кнопку «Подтверждение»

В фильтрах отображения оставьте нажатой только кнопку «Номера типов жесткости» (Жесткостей должно быть - 3!).



Сохраните проект.

4. Откройте файл Рама№2.
Аналогично задайте несколько жесткостей в Раме№2:
Колонны в сортаменте СТО АСЧМ 20-93 I 30К2.
Балки в сортаменте СТО АСЧМ 20-93 I 30Б2.



Сохраните проект.

3. Удаление элементов конструкции.

(подробно см. занятие №2)

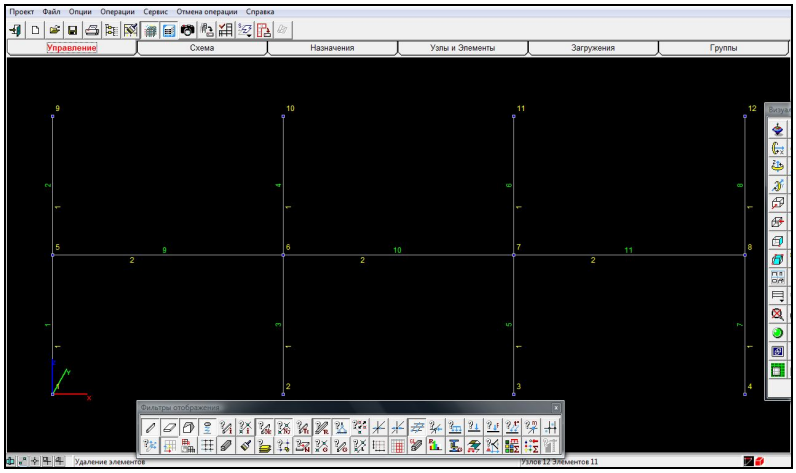
Откройте файл Рама№2

В «Фильтрах отображения» нажмите - «Узлы», «Номера узлов», «Номера элементов».
Зайдите в закладку «Узлы и элементы» выберите кнопку «Элементы» откроется группа кнопок работы с элементами.

Нажмите кнопку «Удаление элементов»

ЛКМ выберите 12,13,14 элементы (должны выделиться красным цветом)

Нажмите кнопку «Подтверждение».



Сохраните проект.
Таким же способом можно удалять Узлы элементов.

4. Объединение нескольких расчетных схем в одну (двух файлов в один)

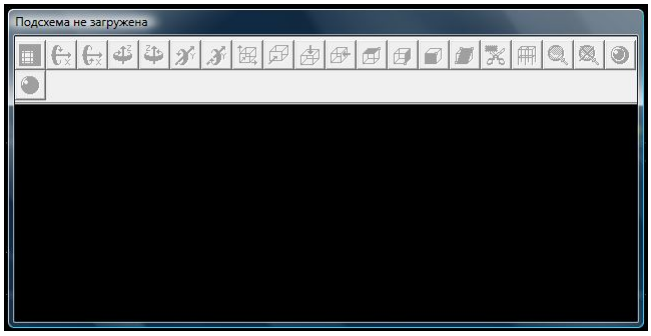
Теперь нам необходимо объединить две схемы проекта в одну.
Откройте файл Занятие№3.1, зайдите в расчетную схему,

Фильтры отображения «Узлы» .

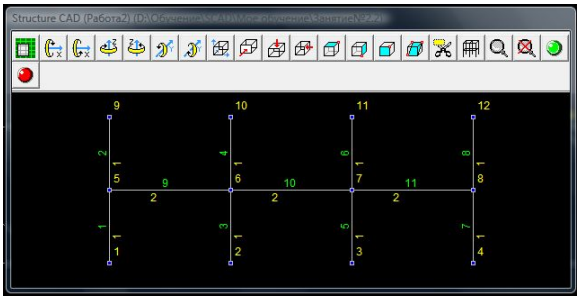
Войдите в закладку «Схема» -> Режим сборки
Откроется дополнительное меню:

- «Выбор групп для сборки»
- «Загрузка подсхемы»
- «Выбор способа сборки»
- «Подтверждение»

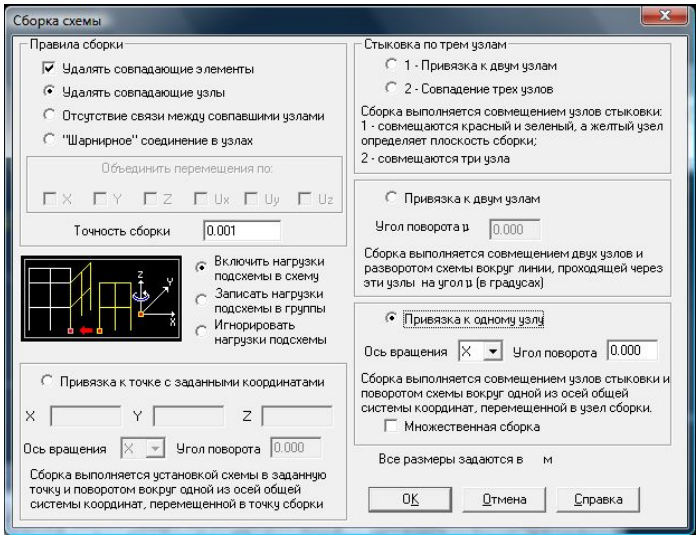
а так же дополнительное окно - «Подсхема не загружена»



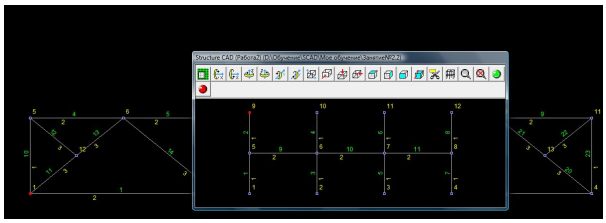
Выберите кнопку «Загрузка подсхемы» выберите уже созданный нами файл Рама№2 «Открыть»
В дополнительном окне появилась 2-ая расчетная схема.



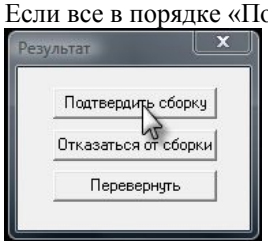
Нажмите кнопку «Выбор способа сборки» - ознакомьтесь с пунктами «Сборка схемы».



Выберите самый простой способ «Привязка к одному узлу» и нажмите ОК.
Выделите узел №1 в ферме, а затем выделите узел №9 в раме (крайние левые узлы)



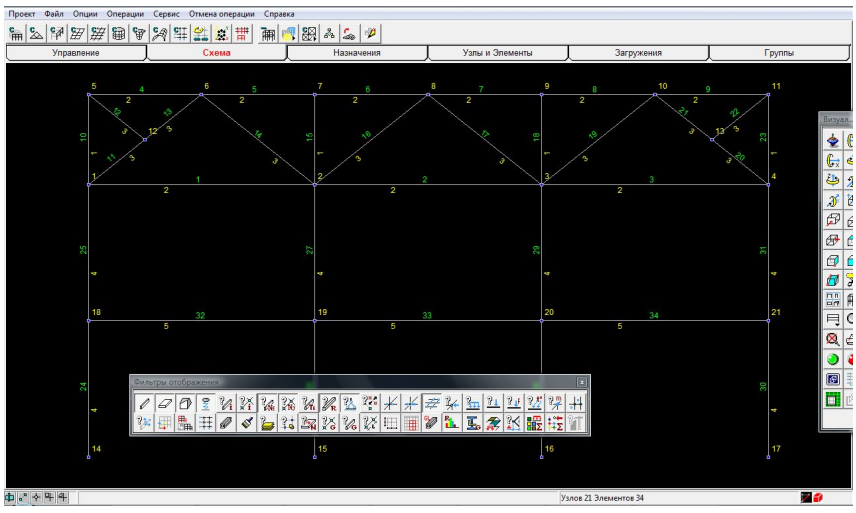
Нажмите кнопку «Подтверждение»
Если все в порядке «Подтвердить сборку»

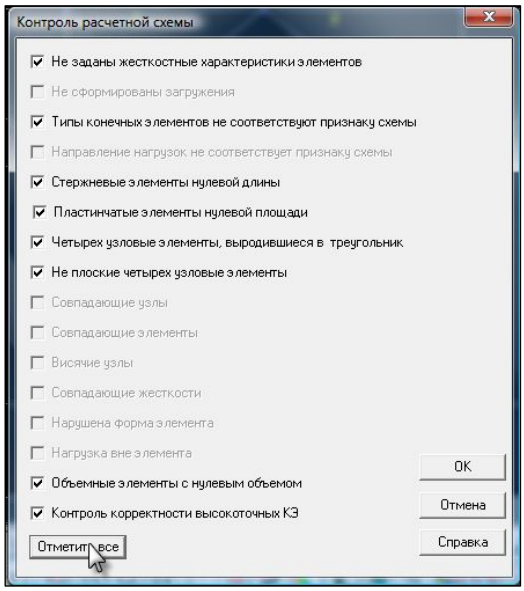


Отожмите кнопку Режим сборки
Получилась совмещенная расчетная схема.

В «Фильтрах отображения» нажмите - «Узлы» , «Номера узлов» , «Номера элементов» .

, «Номера типов жесткости» .



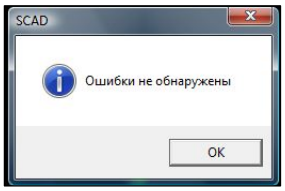


Убедитесь, что номера, наименования, жесткости не совпадают.
Зайдите в закладку «Управление» -> «Экспресс контроль исходной схемы» ->

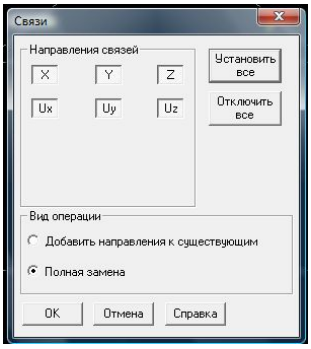
Нажмите кнопку «Отметить все» -> ОК.

Проводите контроль расчетной схемы каждый раз после ее создания.

Появится диалоговое окно результатов контроля.



Если ошибок нет, то нажмите Проект -> Сохранить проект как -> Задайте имя файла: Занятие№2
Нажмите ОК.

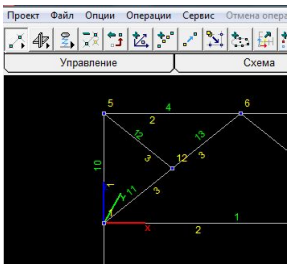


Назначьте опорные связи в опорных узлах рамы (жесткая заделка):
«Назначения» -> «Назначение связей в узлах» -> нажмите кнопку «Установить все» -> ОК -> выберите узлы 14, 15, 16, 17 -> Нажмите «Подтверждение» .

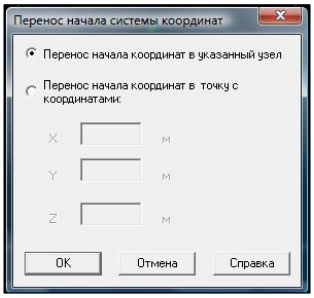
Сохраните проект!

Перенос начала координат.

После объединение схем начало координат будет располагаться в точке схемы ране бывшей началом координат изначальной схемы. У нас он располагается в узле № 1.



Для того, чтобы исправить это зайдите на вкладку «Узлы и элементы» -> «Узлы» -> на появившейся панели выберите кнопку «Перенос начала координат в заданный узел»



В появившемся диалоговом окне поставьте флажок напротив «Перенос начала координат в заданный узел» и нажмите ОК.

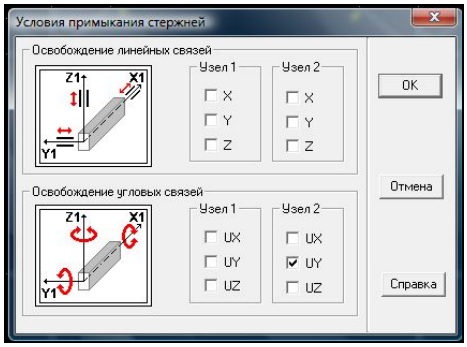
Выберите узел № 14 и нажмите «Подтверждение» .
Начало координат переместилось в точку № 14.

Сохраните проект.

5. Назначение шарниров

Рассмотрим, как устанавливаются шарниры в расчетной схеме
Назначение шарниров выполняется в разделе «Назначения». Необходимо нажать кнопку«Установка шарниров» .

Откроется окно «Условия примыкания стержней».



Здесь Вы можете освободить линейные, и угловые связи (Узел1 слева, Узел2 справа).

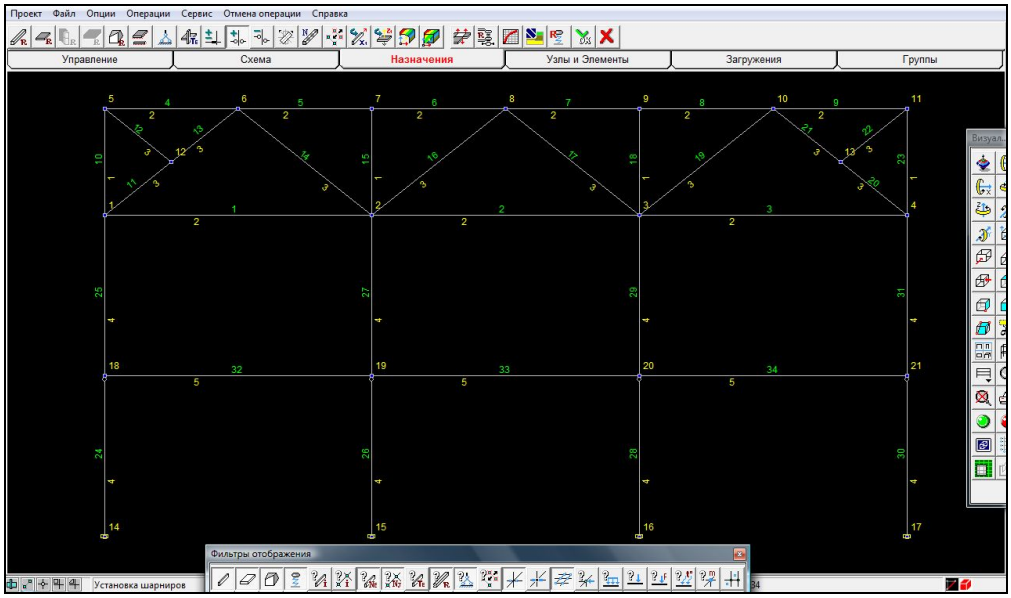
Постановка одиночного шарнира в узле может быть выполнена или в элементе слева от узла, или в элементе справа от него.

Освободите Угловую связь UY в узле №2 и нажмите «ОК».

Выберите элементы №24, 26, 28, 30.

Нажмите кнопку «Подтверждение» .

В фильтрах отображения нажмите кнопку «Шарниры» .



Сохраните проект.

6. Загружение расчетной схемы, удаление нагрузок

Загружение расчетной схемы.
Загрузите расчетную схему любыми нагрузками (см. занятие №2).

Если Вы случайно нажали Добавить новое загружение? -> Нет

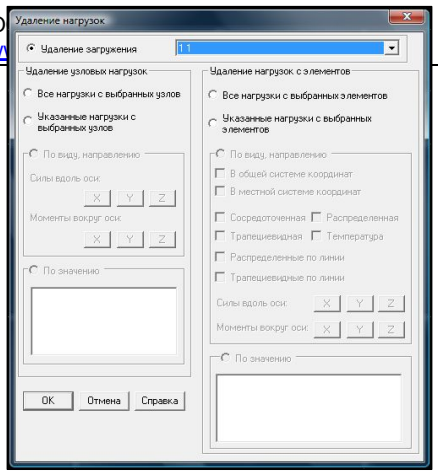
Для задания нового загружения необходимо нажать кнопку «Упаковка загружений» .
И после этого можете создать новое загружение.
Задайте не более 2х загружений (самых простых впоследствии мы их удалим)

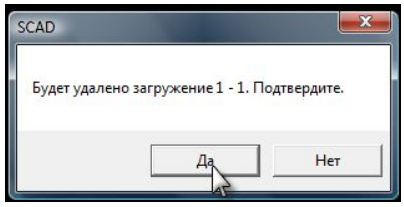
Удаление нагрузок.

1 способ

Зайдите «Загружения» -> «Удаление нагрузок» -> «Удаление загружения» -> Выберите первое

-> Подтвердите

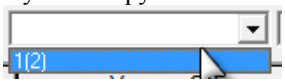




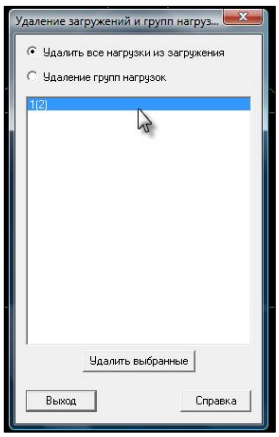
-> Выберите «Да».

Обратите внимание что в выборе загружений осталась запись «1()» хотя мы только что удалили загружение №1!

Нажмите кнопку «Упаковка загружений» .
Пустое загружение исчезнет.



2 способ



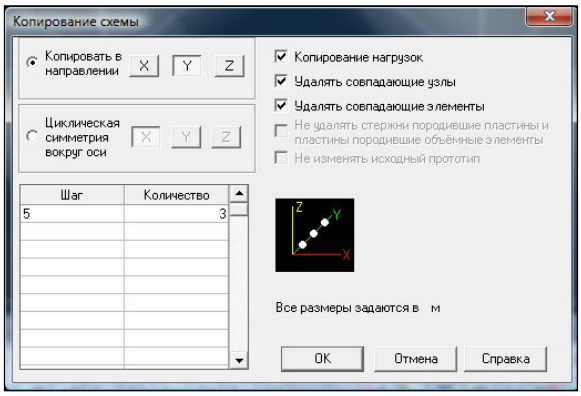
Нажмите кнопку «Удаление загружений и групп нагрузок» -> Выберите оставшееся загружение

Выбирите «Удалить выбранные» -> Выход
Нажмите кнопку «Упаковка загружений»

Сохраните проект.

7. Копирование схемы

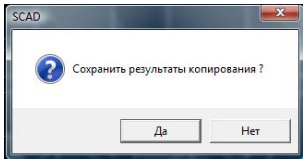
Зайдите в закладку «Схема» и выберите кнопку «Копирование схемы» .



Задайте копировать в направлении оси Y.
Поставьте галочки:

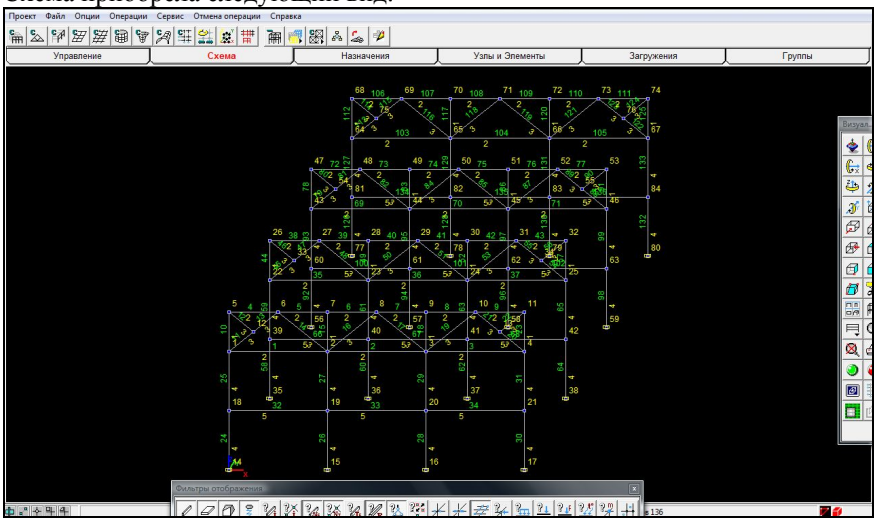
- ✓ Копирование нагрузок
- ✓ Удалять совпадающие узлы
- ✓ Удалять совпадающие элементы

Задайте шаг 5 Кол-во 3.
Нажмите «ОК»



В появившемся диалоговом окне выберите «ДА».

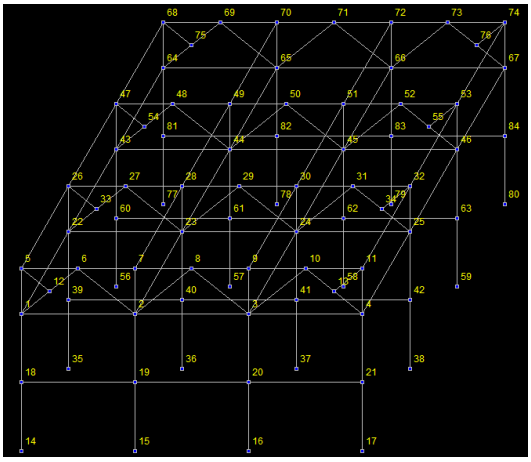
Схема приобрела следующий вид:



Оставьте в фильтрах отображения только нажатую кнопку «Номера типов жесткости» .
Вы видите, что типов жесткости стало значительно больше, чем мы задавали. Это объясняется тем, что при копировании схемы жесткости элементов продублировались и получили новые номера. Для того чтобы убрать дублирующие жесткости, необходимо выйти на вкладку «назначения» и нажать кнопку «Удаление дублирующихся типов жесткостей» .

Теперь давайте объединим рамы в единую схему.

В «Фильтрах отображения» отключите «Номера типов жесткости» и включите кнопки «Узлы» и «Номера узлов» .



Выберите закладку «Узлы и элементы» -> «Элементы» -> «Добавление стержней с учетом промежуточных узлов» -> Теперь ЛКМ выберите узел 1, а затем узел 64.

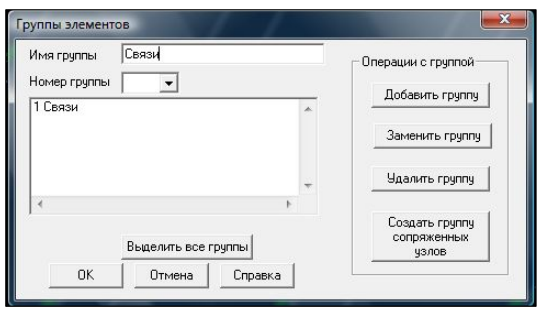
Соедините таким же способом узлы 2-65; 3-66; 4-67; 5-68; 7-70; 9-72; 11-74.

Сохраните проект.

8. Работа с группой элементов

1. Назначение группы элементов.

В «Фильтрах отображения» отключите кнопки «Узлы» и «Номера узлов» и включите «Номера элементов» .
Выберите закладку «Группы» -> «Отметка группы элементов» -> выделите элементы от 137 до 160 (новые элементы, заданные нами при объединении рам) и нажмите «Сохранение/модификация группы» .



В появившемся диалоговом окне введите в графе «Имя группы» - Связи. Нажмите «Добавить группу» - появилась новая группа под названием «1 Расчетная схема»

Нажмите «ОК».

Для того что бы снять выделение(красным цветом) нажмите кнопку «Сброс всех отметок» .
Сохраните проект.

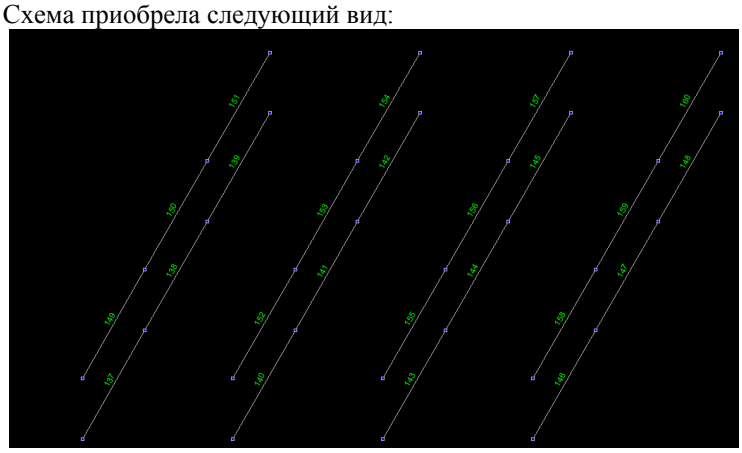
Таким же образом можно создавать и группы узлов.

2. Использование групп элементов для задания жесткостей.

Выйдете на вкладку «Узлы и элементы»» -> «Элементы» .

В «Фильтрах отображения» выберите «Цветовое отображение групп элементов» .

В появившемся окне оставьте активным флажок напротив «Связи» и нажмите «Фрагментировать». Нажмите «Закрыть».
Схема приобрела следующий вид:



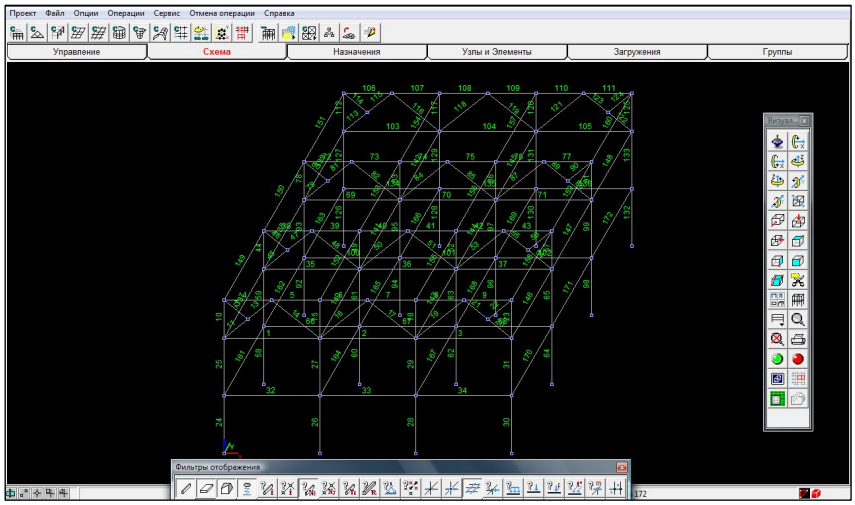
Нажмите кнопку «Отметка элементов» , а затем выделите все элементы (должны выделиться красным цветом).

Перейдите на закладку «Назначения» -> «Назначения жесткостей стержням» -> Выберите профиль металлопроката в сортаменте СТО АСЧМ 20-93 I 25Б1 -> Нажмите «ОК» -> Нажмите «Подтверждение» .

Для отображения полной расчетной схемы в «Визуализация» выберите «Исходное отображений схемы» .

Сохраните проект.

3. Копирование фрагментов схемы.

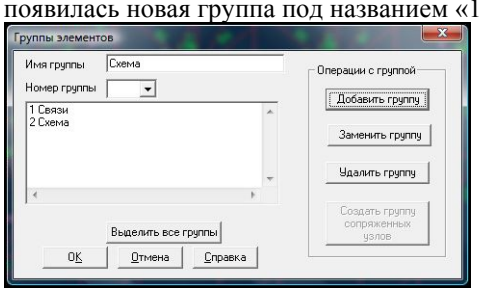


Закладка «Узлы и элементы» -> «Отметка элементов» -> Выделите элементы 137- 148 -> Зайдите в закладку схема -> Нажмите «Копирование фрагмента схемы» -> Поставьте копировать вдоль оси Z, Шаг = -3, Кол-во = 1 -> Нажмите ОК -> «Назначения» -> «Удаление дублирующихся типов жесткостей»

Сохраните проект.

Добавьте в нагружения собственный вес (мы не могли задать полный вес конструкции раньше, т.к. схема была не полной). Сохраните проект.

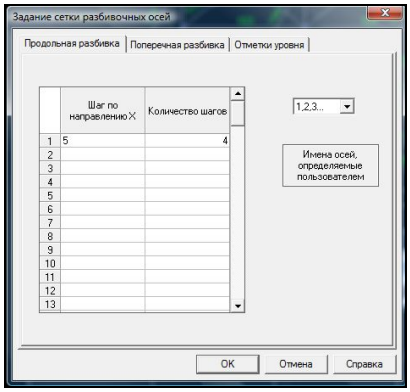
Выберите закладку «Группы» -> «Отметка группы элементов» -> выделите всю схему и нажмите «Сохранение/модификация группы».
В появившемся диалоговом окне введите в графе «Имя группы» - Схемы. Нажмите «Добавить группу» - появилась новая группа под названием «1 Расчетная схема». Нажмите «ОК».

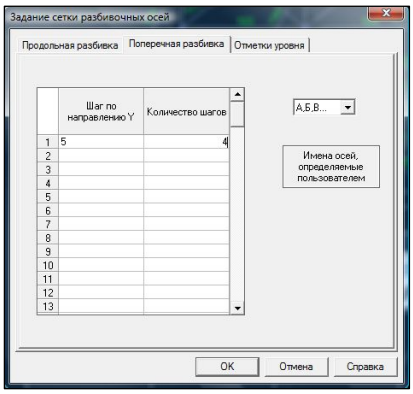


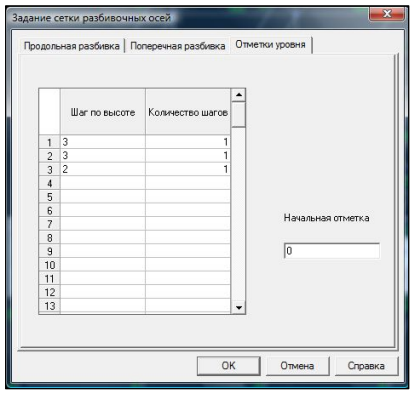
Для того что бы снять выделение(красным цветом) нажмите кнопку «Сброс всех отметок».
Сохраните проект.

9. Создание сетки разбивочных осей

«Схема» -> «Задание сетки разбивочных осей».
Продольная разбивка -> шаг по направлению оси X =5м, кол-во шагов 4
Поперечная разбивка шаг по оси Y = 5м, кол-во шагов 4.
Отметка уровня, шаг по высоте 3,3,2 кол-во 1,1,1 начальная отметка 0.



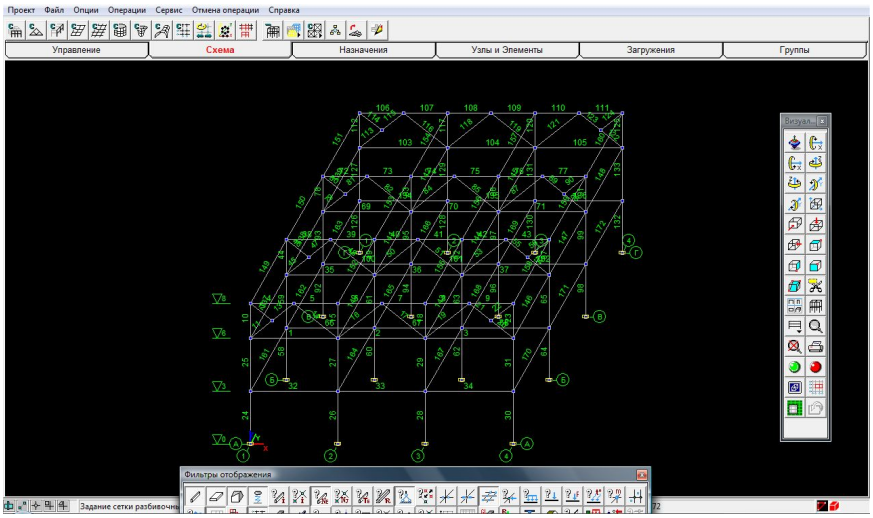




Нажмите «ОК».

Сохраните проект.

«Фильтры отображения» -> «Отображение разбивочных осей».



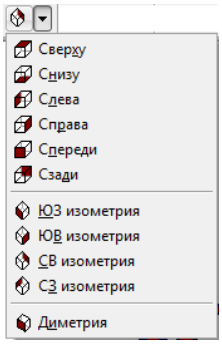
10. Презентационная графика GL.

«Фильтры отображения» -> «Презентационная графика» .

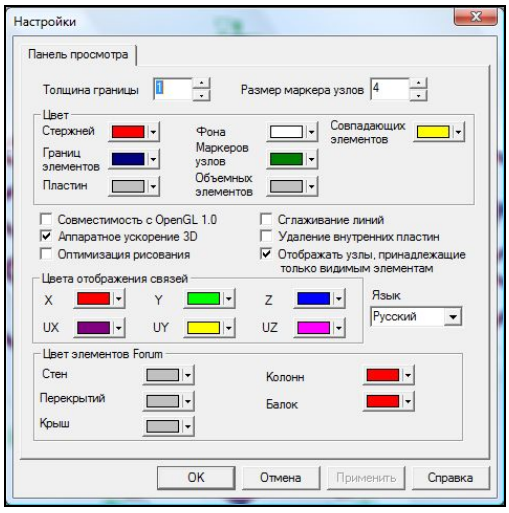
Нажмите «Перспектива» .

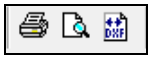
Ознакомьтесь с окном.

Панель управления включает несколько наборов операций:

- - группа операций инструментальной панели управления способом отображения расчетной схемы (Каркас, Заполнение, Заполнение с границами элементов, Полупрозрачный);
- - группа операций инструментальной панели, отвечающую за управление просмотром схемы (Увеличение рамкой, Панорамирование, Вращение, Выбор, Обход, Смотреть вокруг);
- - включение/выключение отображения, узлов, связей, координационных осей, элементов различного вида, а также селекция конечных элементов по их положению в пространстве;
- 

- задает проекционный вид расчетной схемы;
- - настройки параметров отображения расчетной схемы и эскизов в списке проектов: назначается язык интерфейса (русский или английский), устанавливается размер эскиза и проекция, в которой по умолчанию (при загрузке) отображается расчетная схема на панели просмотра и на эскизе, настойка цветов всех элементов расчетной схемы.



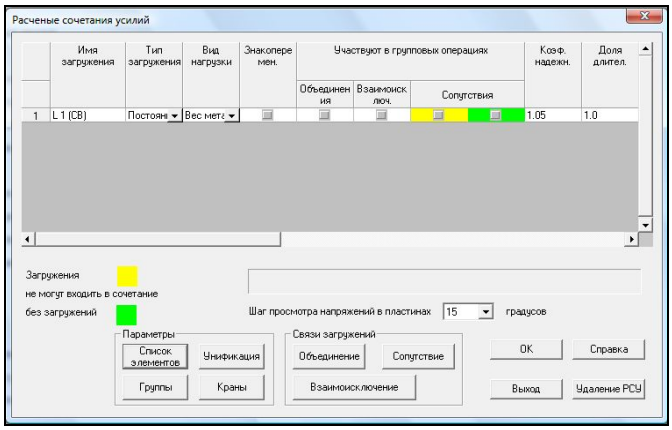
-  - печать, предварительный просмотр и экспорт схемы в формат DXF.

11. Подбор сечений из металлопроката.

1. Выйдите в «Дерево проекта».
   Перед выходом из «Расчетной схемы» выполните «Экспресс контроль исходной схемы»!

2. Из «Дерева проекта» зайдите в «Расчетные сочетания усилий (новые)».

Здесь Вы можете уточнить Тип Загружения (Подробно смотри - Приложение 1).
Выберите «Собственный вес» -> измените тип загружения с «Неактивно загружение» на «Постоянные нагрузки» -> измените вид нагрузки на «Вес металлических конструкций».

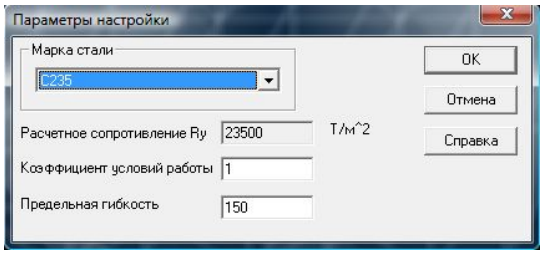


В диалоговом окне «Расчетные сочетания усилий» нажмите «ОК». Окно закроется.

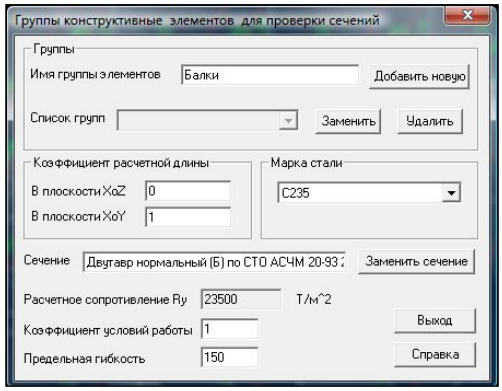
3. **Выполните расчет (см. занятие №2).**

4. Из «Дерева проекта» зайдите в «Результаты» -> «Графический анализ».

Зайдите на вкладку «Постпроцессоры» -> выберите «Проверка сечений из металлопроката» -> в открывшейся панели управления выберите «Установка параметров».
В открывшемся диалоговом окне выберите «Марка стали» - С235. Остальное оставьте по умолчанию.
Нажмите «ОК».



Для расчета можно задавать как непосредственно отдельные конструктивные элементы ( ), так и группы элементов с одинаковым профилем ( ).



Выберем «Назначение групп конструктивных элементов» -> выберите элементы 137-172 (должны выделиться красным цветом) -> нажмите «Подтверждение» .

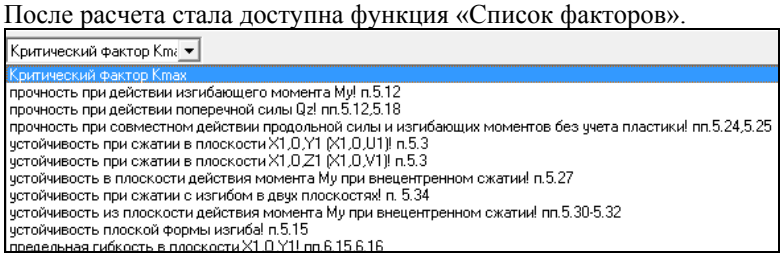
В открывшемся диалоговом окне введите:

- «Имя группы элементов» - Балки;
- Коэффициенты расчетной длинны:
  - XoZ = 0, XoY = 1;

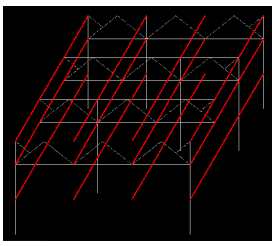
Нажмите «Добавить новую».
Нажмите «Выход» для закрытия диалогового окна.
Таким образом можно добавлять любые группы элементов и отдельные элементы.

Нажмите «Расчет» .

Теперь стали доступны функции справа от кнопки «Расчет» .
После расчета стала доступна функция «Список факторов».



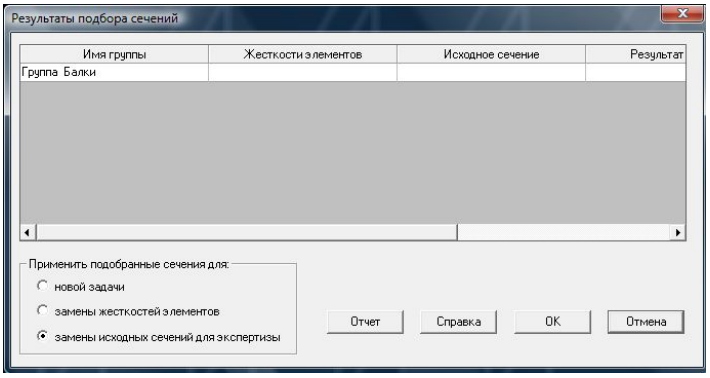
С помощью нее можно задать расчетные факторы, по которым подбирается сечение. Оставим по умолчанию «Критический фактор Kmax».



Если активировать кнопку «Визуализация результатов на схеме» , то мы увидим, что расчетные элементы приобрели красный цвет.

Это означает, что по какому-то из факторов проверяемые элементы не прошли. Путем перебора факторов мы установим – элементы не проходят по предельной гибкости в плоскости X1.O.Y1.

Результаты подбора сечений можно просмотреть при нажатии «Подбор сечений» .

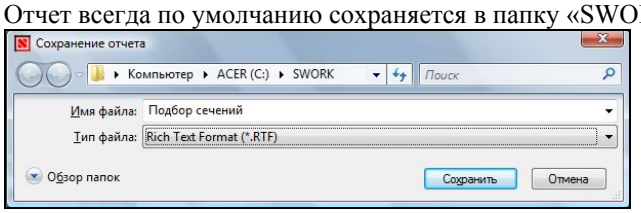


В этом окне мы можем задать ряд действий над подобранными сечениями:

- применить для новой задачи;
- применить для замены жесткостей элементов;
- применить для замены исходных сечений для экспертизы.

Для активации данных функций выбрав соответствующее действие (установка флажка напротив) нудно нажать «ОК».

Также в этом окне мы можем сгенерировать отчет подбора сечений, нажав кнопку «Отчет».
Отчет всегда по умолчанию сохраняется в папку «SWORK».



Сгенерируйте отчет и просмотрите его результаты.

После двойного клика ЛКМ по «Группа Балки» откроется диалоговое окно «Результаты подбора для группы Балки».

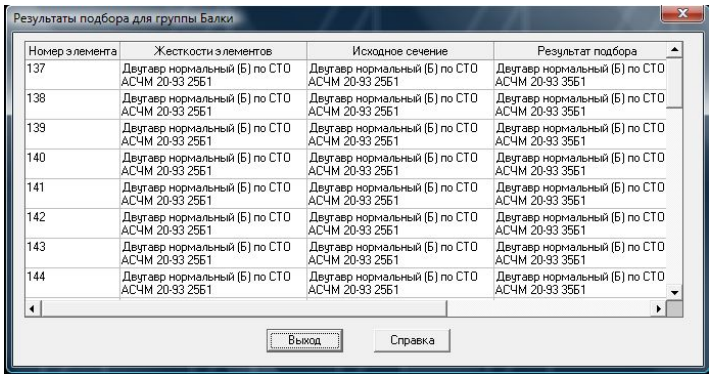
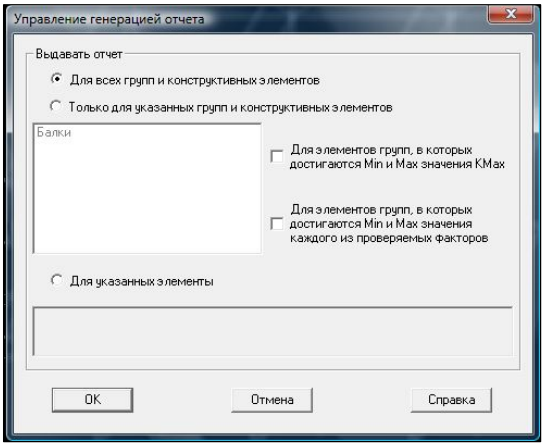


Таблица содержит четыре графы:

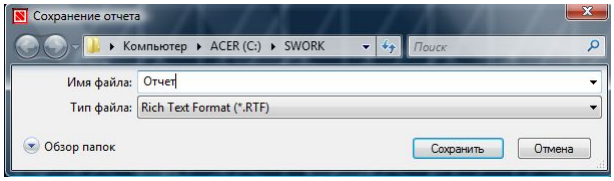
- номера элементов;
- жесткости элементов;
- исходное сечение;
- результаты подбора.

Нажмите «Выход».
В окне «Результаты подбора сечений» выберите «Отмена».

Для вывода отчета по подбору сечений нажмите «Формирование отчета» .



В открывшемся диалоговом окне можно выбрать элементы и группы элементов, для которых будет сформирован отчет.
Оставьте все по умолчанию и нажмите «ОК».
Отчет всегда по умолчанию сохраняется в папку «SWORK».



Ознакомьтесь с отчетом.

5. Расчет железобетонных конструкций в вычислительном комплексе SCAD.

Содержание:

1. Запуск программы SCAD и подготовка к созданию расчетной схемы.
2. Создание расчетной схемы и назначение жесткостей элементов.
3. Загружение расчетной схемы.
4. Выполнение линейного расчета и анализ результатов.
5. Представление полученных результатов в виде эпюр усилий в стержневых элементах (колонны, балки) и в виде полей напряжений для пластин (плиты перекрытий, стены). Их сохранение и печать.
6. Подбор армирования железобетонных элементов.

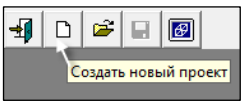
Условные обозначения:

ЛКМ - левая кнопка мыши
ПКМ - правая кнопка мыши

1. Запуск программы SCAD и подготовка к созданию расчетной схемы.

(подробнее см. занятие №2)

1. Запустите программу SCAD (ярлык программы 2ЛКМ или Пуск -> Программы -> SCAD Office -> SCAD)

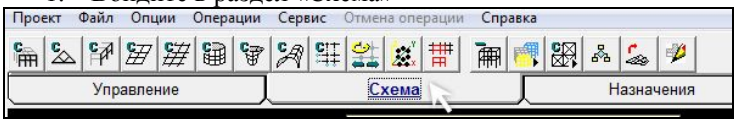


Создайте «Новый проект», Для создания нового проекта курсор устанавливается на одноименной кнопке «Создать новый проект» инструментальной панели и нажимается ЛКМ, или верхнее меню Проект->Новый проект.

2. Введите поле «Наименование»: «Работа3», Введите поле «Организация», Введите поле «Объект»: «Здание».
3. Нажмите кнопку «Единицы измерения», установите необходимые единицы измерения основных величин! Поставьте галочку напротив «Использовать по умолчанию»! Установите 3 знака после запятой! Нажмите кнопку «ОК»
4. Выбор типа схемы. В типе схемы просмотрите предлагаемые варианты (1,2,3,4,5,8,9,11). Выберите тип схемы 5 – Система общего вида. Нажмите кнопку «ОК»
5. Сохраните проект. Задайте имя файла нового проекта: Занятие№4.spr нажмите кнопку «ОК». Все файлы проектов сохраняются в папку SDATA!
6. Нажмите ЛКМ на «Расчетная схема».

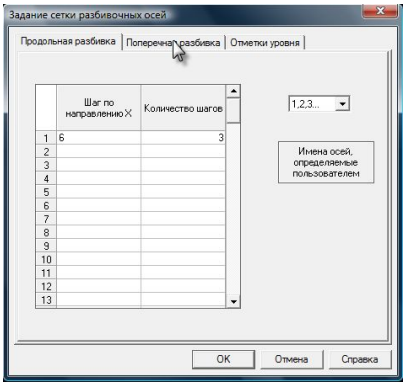
2. Создание расчетной схемы

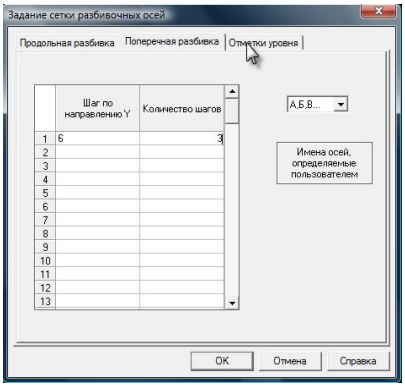
1. Войдите в раздел «Схема»

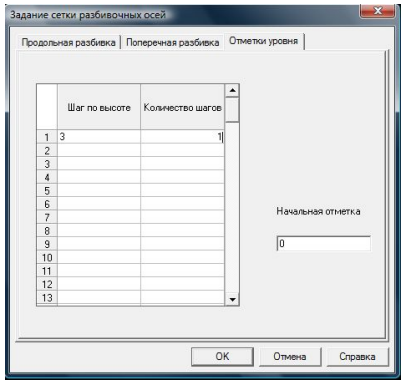


2. Выберите в верхнем меню «Задание сетки разбивочных осей» .

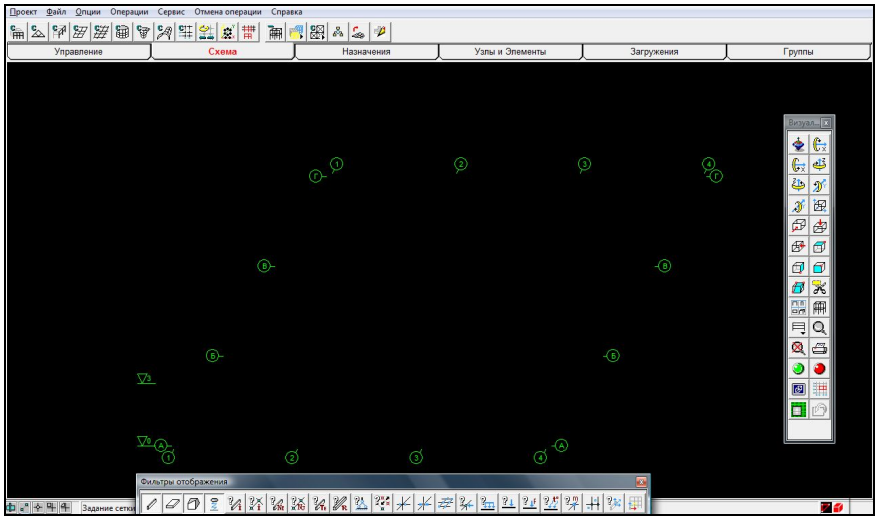
Задайте шаг 6м кол-во шагов 3 в поперечном направлении (Имена осей не меняйте)
Задайте шаг 6м кол-во шагов 3 в продольном направлении
По высоте шаг 3м, кол–во шагов 1
Нажмите «ОК».



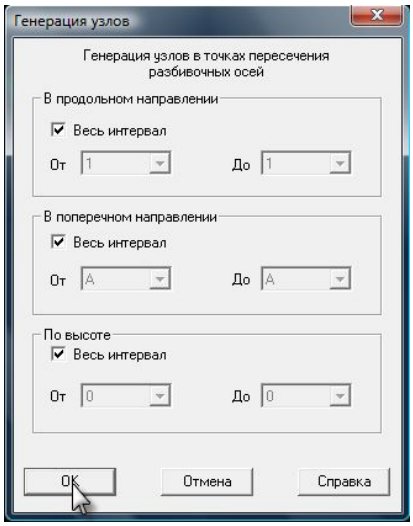




В «Фильтр отображений» активируйте кнопку «Отображение разбивочных осей» .



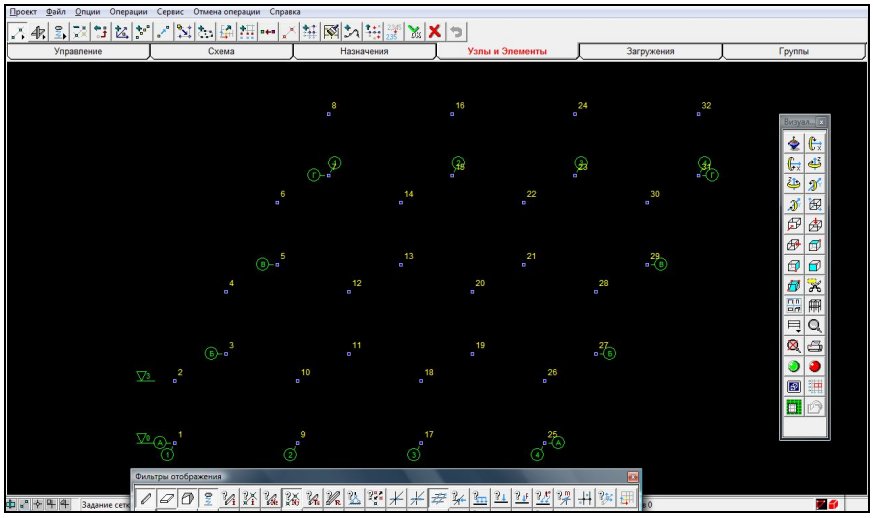
Перейдите на вкладку «Узлы и элементы» -> «Узлы» -> «Генерация узлов на пересечении разбивочных осей» .



В появившемся диалоговом окне проставьте галочки напротив меню выбора «Весь интервал».

Нажмите «ОК».

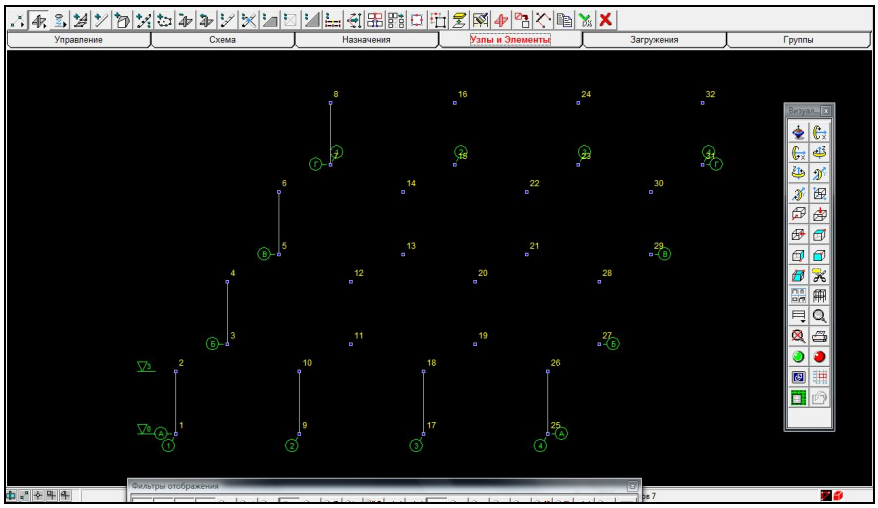
В «Фильтр отображений» активируйте кнопки «Узлы» и «Номера узлов» .



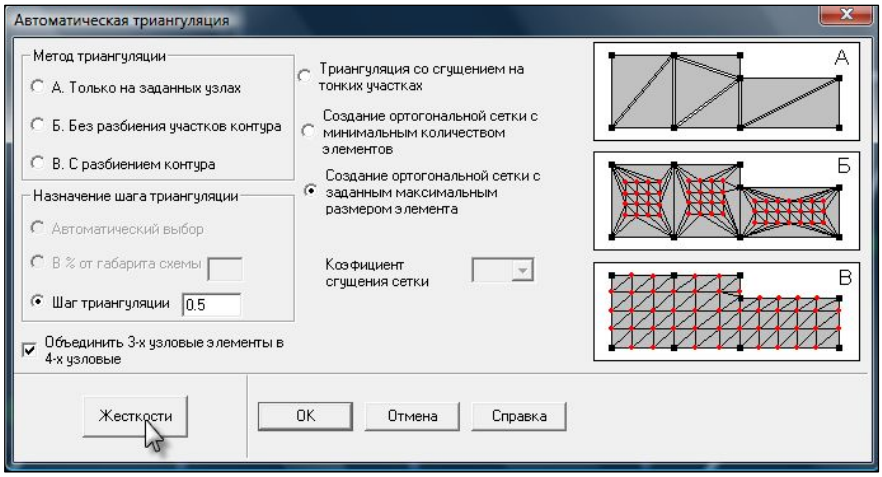
На вкладке «Узлы и элементы» выберите кнопку «Элементы» -> «Добавление стержней» .

Выделите узел 1 и 2 (они отобразятся красным цветом). Нажмите кнопку «Подтверждение» .

Добавьте стержни в узлах 3-4 , 5-6, 7-8, 9-10, 17-18, 25-26.



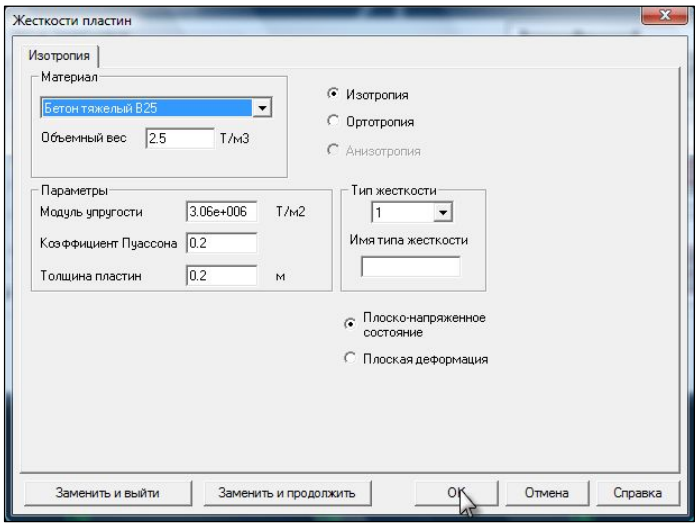
Перейдите на вкладку «Схема» -> выберите «Генерация сетки произвольной формы на плоскости» -> выберите «Задание контура» и отметьте на схеме узлы № 15-16-32-31-15 (узлы соединились контуром) -> Выберите «генерация треугольной сетки КЭ на плоскости» .



В открывшемся диалоговом окне установите галочку напротив «Создание сетки с заданным максимальным размером элемента» и «Объединить 3-х узловые элементы в 4-х узловые».

Шаг триангуляции проставьте 0.5.

Выберите кнопку «Жесткости».

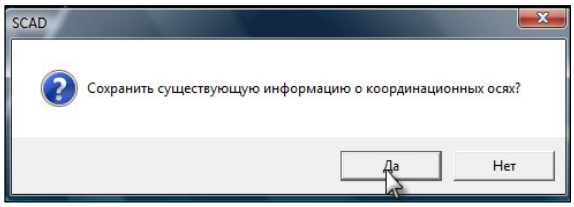


В открывшемся диалоговом окне проставьте:

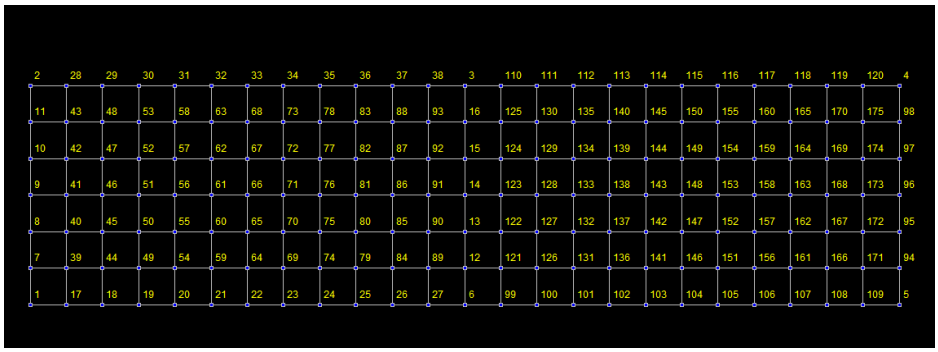
- Материал – Бетон тяжелый B25;
- Толщина пластины = 0.2 м;
- Остальные графы оставьте без изменений.

Нажмите «ОК».

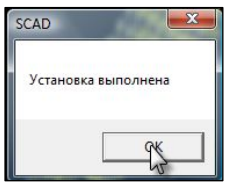
В окне «Автоматическая триангуляция» нажмите «ОК».



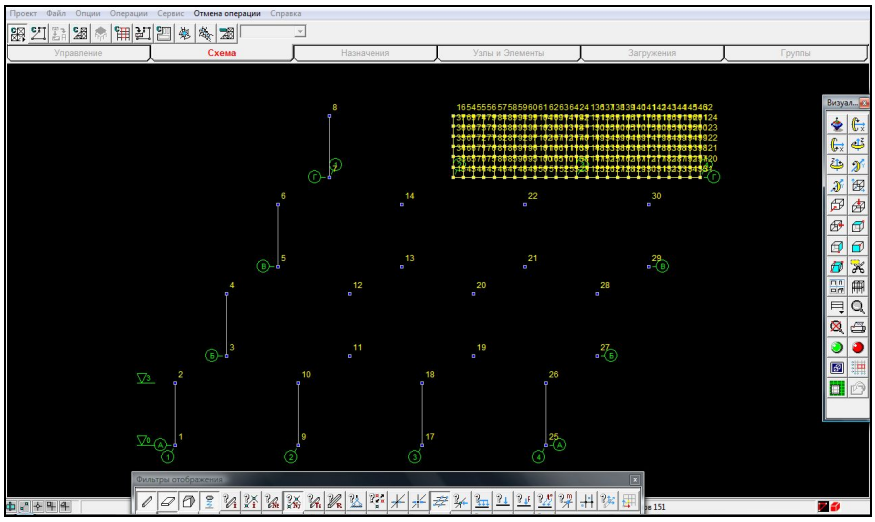
- выберите кнопку «Да».



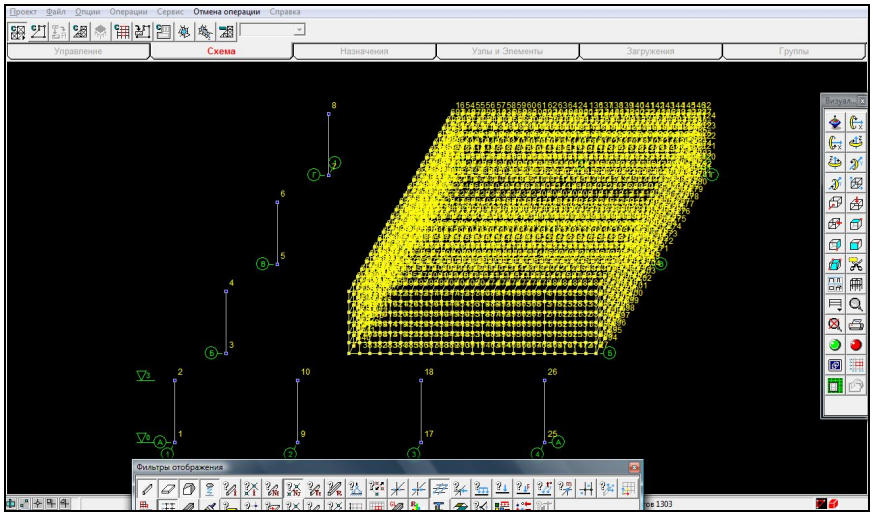
Выберите на верхней панели «Установка результатов триангуляции на место в схеме» .



Выберите «Отказаться от контура триангуляции/сброс контура триангуляции» .



Добавьте пластины в узлах № 13-14-30-29-13, 11-12-28-27-11, 11-12-16-15-11 , 27-28-32-31-27, 12-16-32-12.

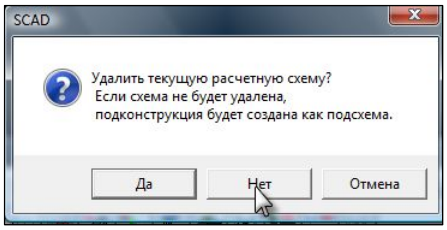


Выйдите из режима «Генерация сетки произвольной формы на плоскости» .

Сохраните проект.

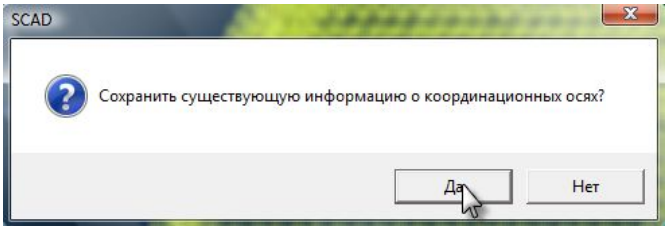
Теперь попробуем еще один способ построения пластин.

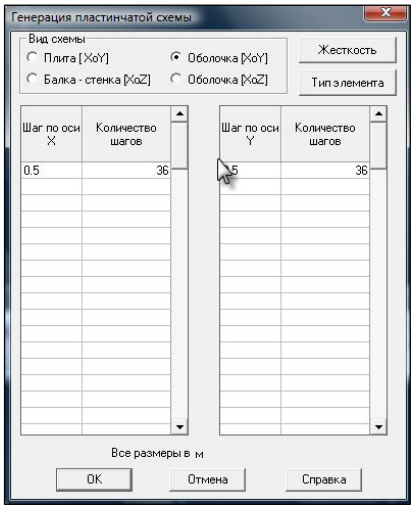
Выберите «Генерация прямоугольной сетки элементов на плоскости» .



В появившемся диалоговом окне выберите «Нет».

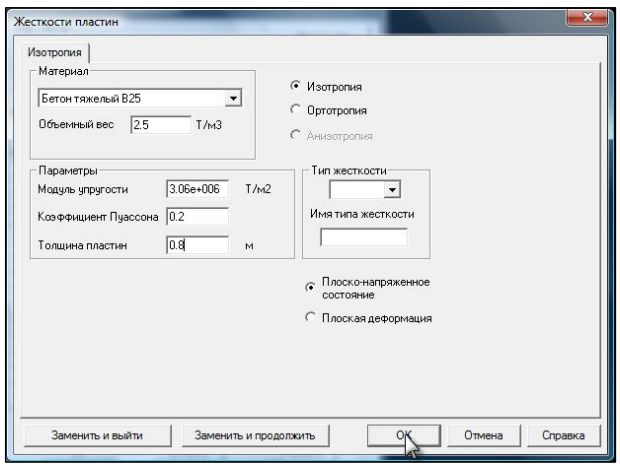
В следующем диалоговом окне выберите «Да».





В диалоговом окне «Генерация пластинчатой схемы» введите:

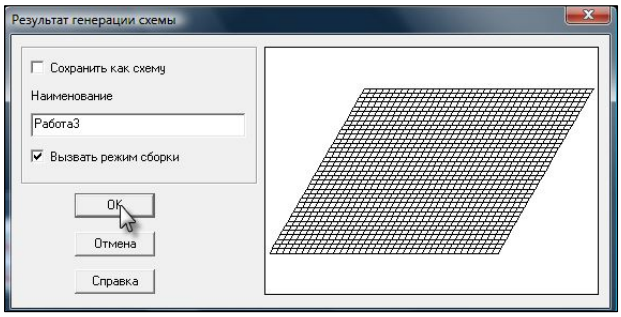
- Шаг по оси X = 0.5, Количество шагов – 36;
- Шаг по оси Y = 0.5, Количество шагов – 36;
- Галочка напротив «Оболочка (XoY);
- Нажмите кнопку «Жесткость».



В окне «Жесткость пластин» введите:

- Материал – Бетон тяжелый B25;
- Толщина пластин – 0.8м;
- Остальные графы оставьте без изменений.

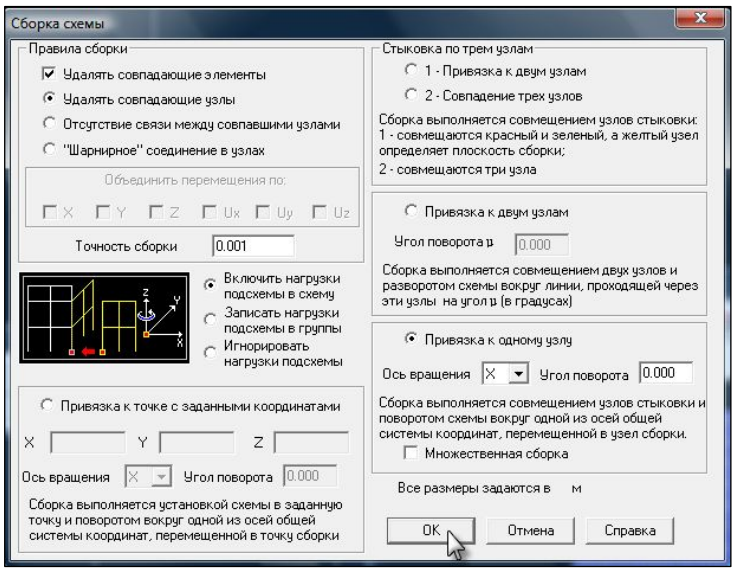
Два раза выберите «ОК».



В появившемся диалоговом окне «Результаты генерации схемы» поставьте галочку напротив «Вызвать режим сборки» и нажмите «ОК».

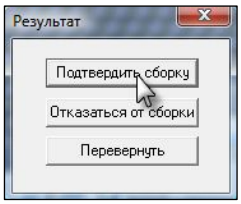
Откроется «режим сборки».

Выберите «Выбор способа сборки» .



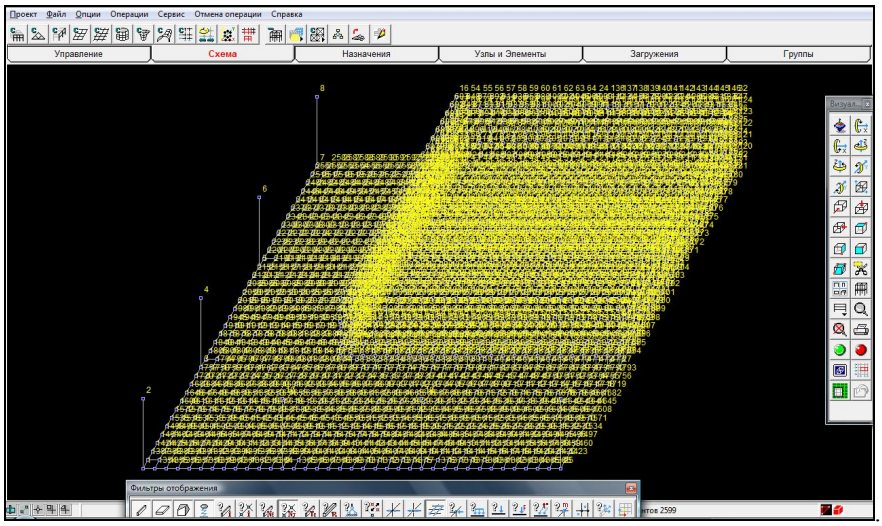
Выберите самый простой способ «Привязка к одному узлу» и нажмите «ОК».
Выделите узел №1 в схеме, а затем выделите узел №1 в подсхеме (крайне левые узлы).

Нажмите «Подтверждение» .



В открывшемся диалоговом окне выберите «Подтвердить сборку».

Выйдите из «Режим сборки» .

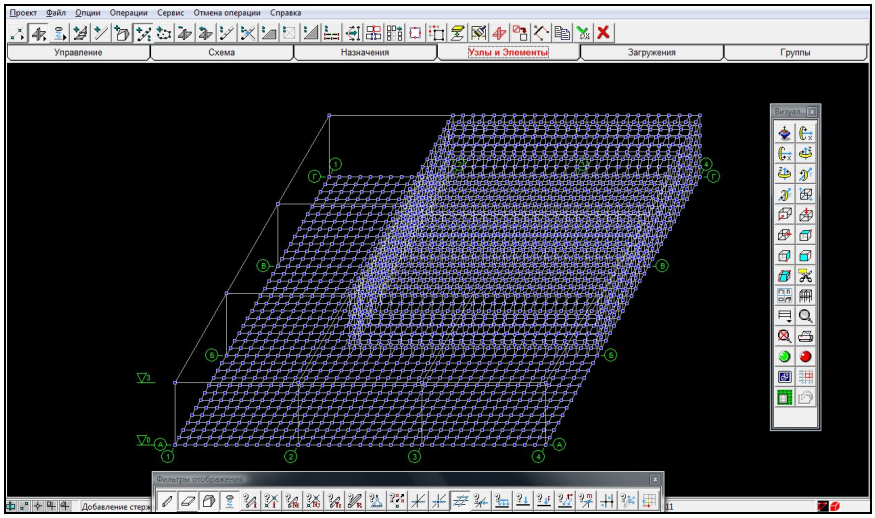


На вкладке «Узлы и элементы» выберите кнопку «Элементы» -> «Добавление стержней» .

Добавьте стержни в узлах 8-16, 6-14. 4-12. 10-12, 18-20, 26-28.

Выберите «Добавление стержней с учетом промежуточных узлов» и добавьте стержни в узлах 2-8, 2-26.

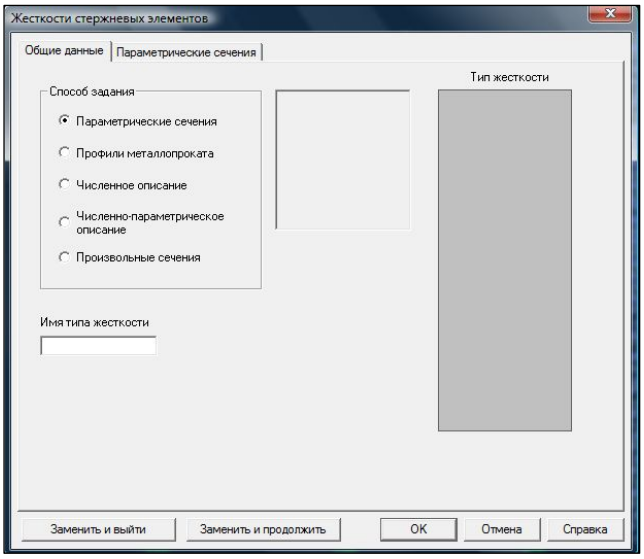
В «Фильтр отображений» деактивируйте кнопку «Номера узлов» .



Сохраните проект.

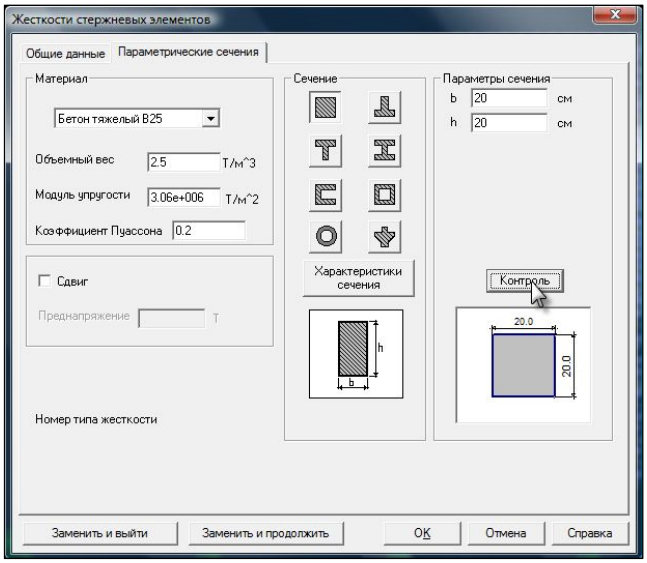
У нас еще остались не заданными жесткости стержневых элементов.

Перейдите на вкладку «Назначения» -> «Назначения жесткостей стержням» .



В появившемся диалоговом окне выберите «Способ задания» - Параметрические сечения.

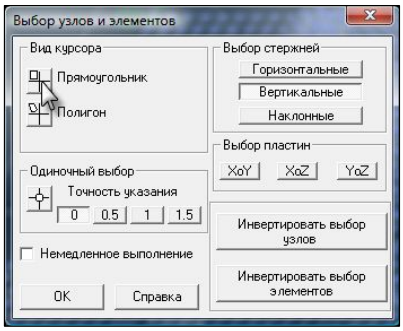
Перейдите на вкладку «Параметрические сечения».



В окне «Параметрические сечения» введите:

- Материал – Бетон тяжелый B25;
- Сечение - ;
- Параметры сечения b=20см, h=20см;
- Нажмите «Контроль»;
- Остальные графы оставьте без изменений.

Нажмите «ОК».

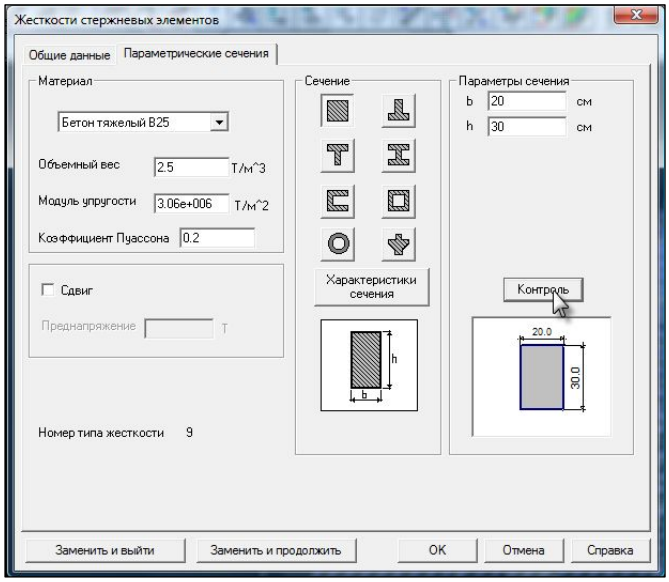


Щелкните на экране ПКМ. В появившемся диалоговом окне выберите:

- Выбор стержней – Вертикальные;
- Вид курсора – Прямоугольник (диалоговое окно должно сразу закрыться).

Обведите рамкой всю схему – при этом выделятся красным цветом только вертикальные стержни. Нажмите «Подтверждение» .

Снова выберите «Назначения жесткостей стержням» -> «Параметрические сечения»

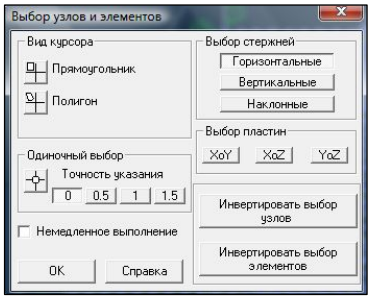


В окне «Параметрические сечения» введите:

- Материал – Бетон тяжелый В25;
- Сечение - ;
- Параметры сечения b=20см, h=30см;
- Нажмите «Контроль»;
- Остальные графы оставьте без изменений.

Нажмите «ОК».

Щелкните на экране ПКМ.



В появившемся диалоговом окне выберите:

- Выбор стержней – отключите «Вертикальные»;
- Выбор стержней – Горизонтальные;
- Вид курсора – Прямоугольник (диалоговое окно должно сразу закрыться).
-

Обведите рамкой всю схему – при этом выделятся красным цветом только горизонтальные стержни.

Нажмите «Подтверждение» .

Сохраните проект.

Проведите «Экспресс контроль исходной схемы» . Должно быть выведено – «Ошибок не обнаружено».

3. Назначение опор.

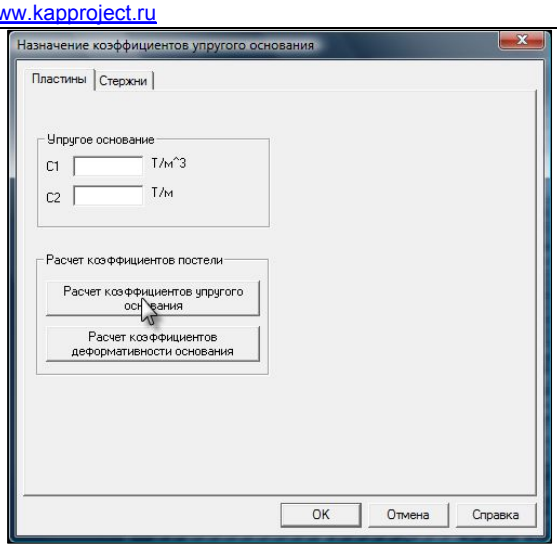
В качестве опоры для нашего здания примем грунт со следующими характеристиками слоев:

- 1-ый слой: Песок, толщина слоя – 1м; Модуль упругости – 1200 т/м^2; Коэффициент Пуассона – 0,3.
- 2-ой слой: Глина, толщина слоя – 4м; Модуль упругости – 1800 т/м^2; Коэффициент Пуассона – 0,42.

Коэффициент Пуассона принимается по ГОСТ 20276-85 «Грунты» равным:

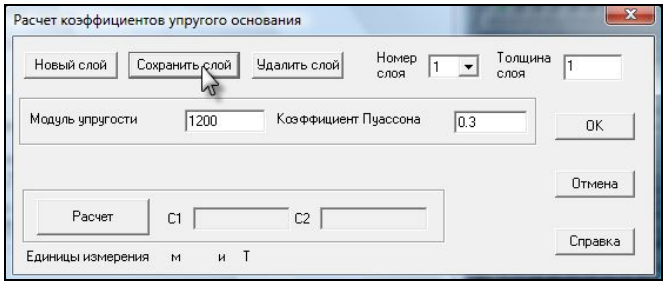
- 0,27 - для крупнообломочных грунтов;
- 0,30 - для песков и супесей;
- 0,35 - для суглинков;
- 0,42 - для глин.

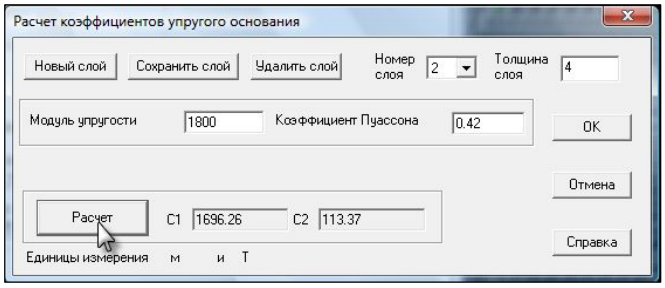
Перейдем на вкладку «Назначения» и выберем «Назначения коэффициентов упругого основания» .



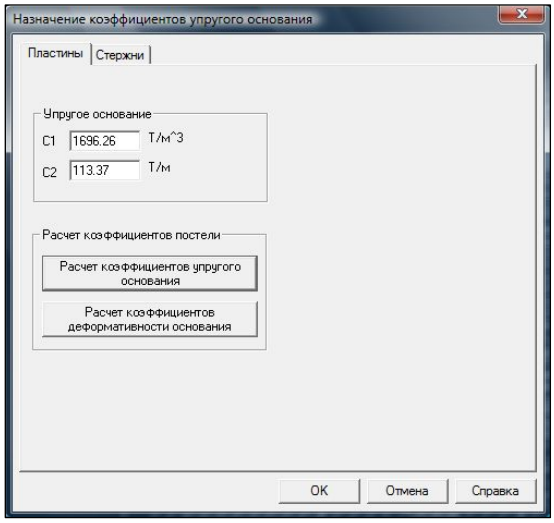
В открывшемся диалоговом окне выбираем «Расчет коэффициентов упругого основания».

Откроется новое диалоговое окно «Расчет коэффициентов упругого основания. Нажмите «Новый слой» и введите данные первого слоя. После этого нажмите «Сохранить слой».





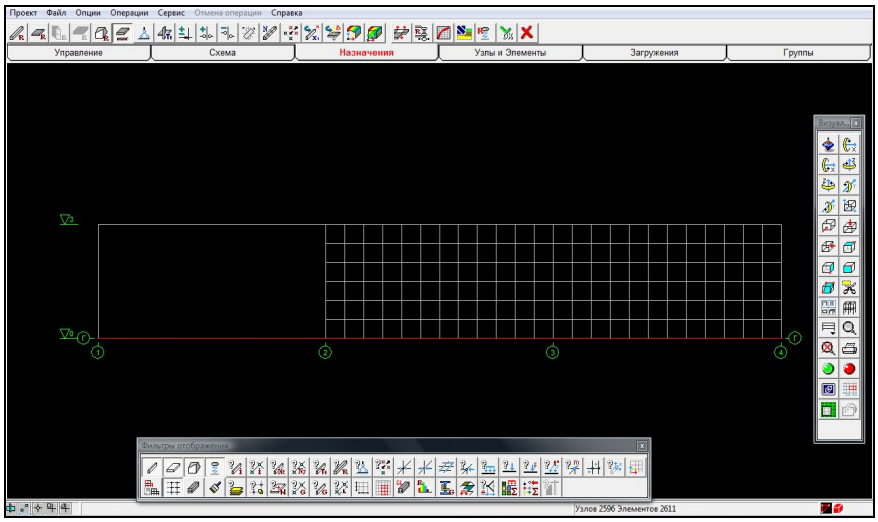
Снова нажмите «Новый слой» (назначается слой номер 2) и введите данные второго слоя. После этого нажмите «Сохранить слой» -> «Расчет» -> «ОК».



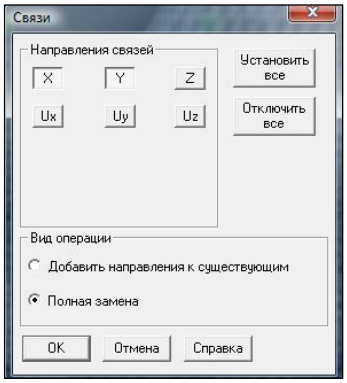
В диалоговом окне «Назначение коэффициентов упругого основания» появились значения коэффициентов упругого основания.

Нажмите «ОК».

В «Визуализация» выберите «Проекция на плоскость XoZ» . Выберите нижнюю горизонтальную плиту (с помощью ПКМ – плита должна выделиться красным цветом) и нажмите «Подтверждение» .

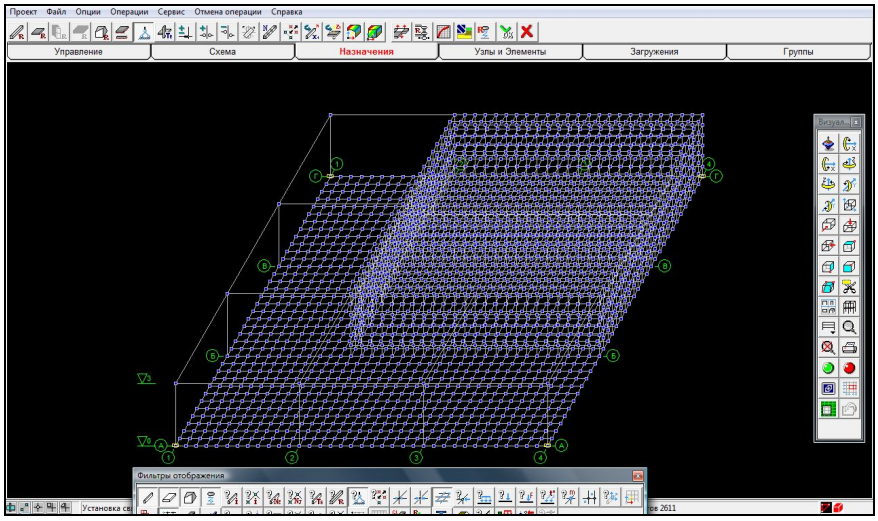


Для закрепления от горизонтальных смещений установим связи по X и Y в угловых точках плиты основания (фундаментной плиты).



Для установки связей нажмем ЛКМ кнопку «Установка связей в узлах» инструментальной панели раздела «Назначения». Подтверждаем ввод этих связей нажатием на инструментальной панели кнопки , при этом узел теряет красный цвет.

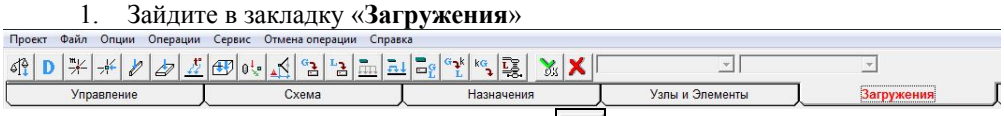
Вернемся к «Фильтрам отображения» - нажмите позицию , узел со связями отмечается прямоугольником.



Сохраните проект.

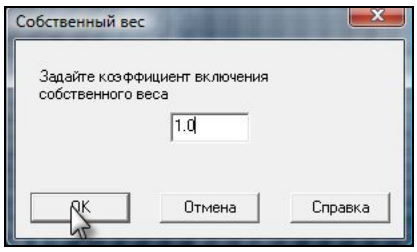
6. Загружение расчетной схемы.

1. Зайдите в закладку «**Загружения**»



2. Нажмите кнопку «Собственный вес» .

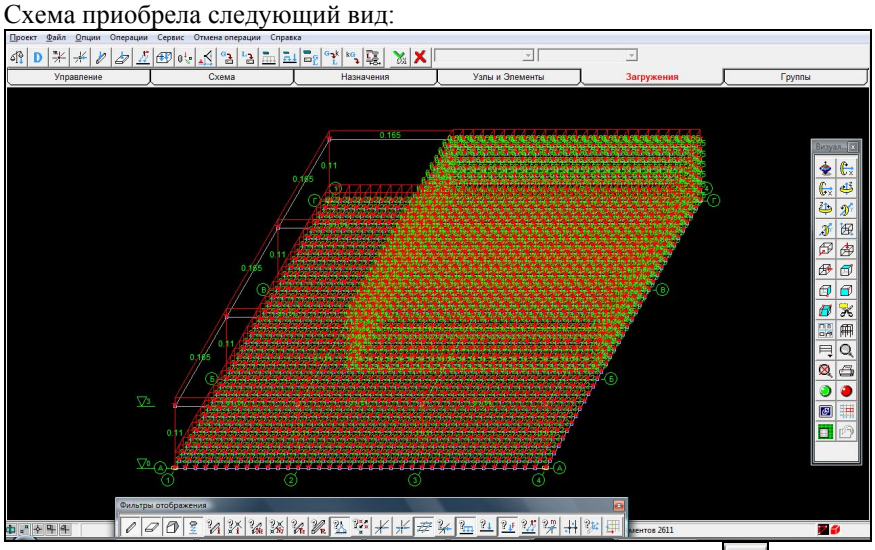
Появится диалоговое окно «Собственный вес».



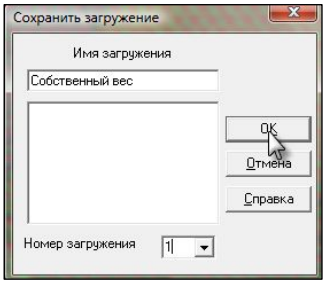
Задайте коэффициент включения собственного веса = 1.0 и нажмите «ОК».

3. Выберите в «Фильтры отображения» кнопки «Распределенные нагрузки» и «Значения нагрузок» .

Схема приобрела следующий вид:

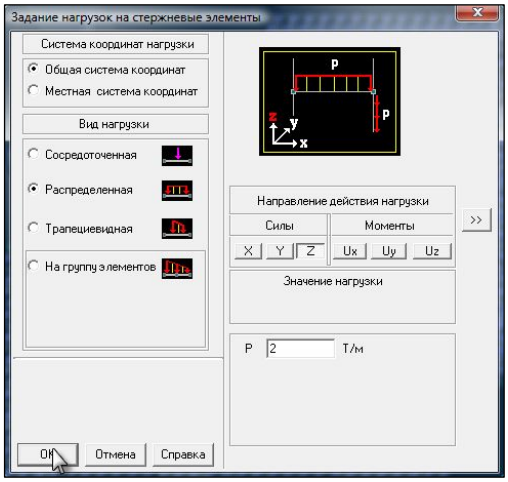


4. Нажмите кнопку «Сохранить/добавить загружение» .



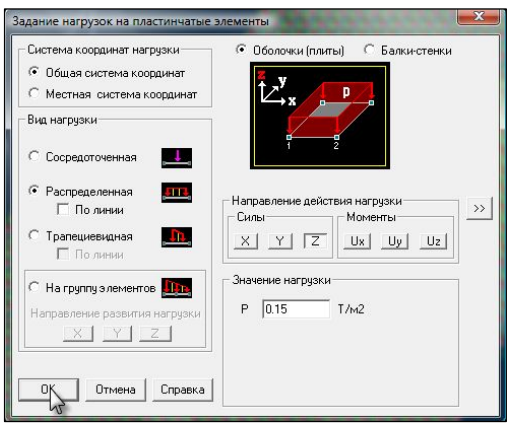
Появится диалоговое окно «Сохранить загружение»
Задайте Имя загружения – Собственный вес
Номер загружения поставте-1, нажмите «ОК».
Появиться запрос: «Перейти к формированию следующего загружения?».
Выберите - «Да».

5. Нажмите кнопку «Нагрузки на стержни» .



Задайте распределенную нагрузку по направлению Z = 2т/м.
Нажмите «ОК».
Выделите с помощью ПКМ все горизонтальные стержни.
Для подтверждения операции нажмите .
Нажмите кнопку «Сохранить/добавить загружение» .
Задайте Имя загружения – Нагрузка на балки
Номер загружения поставте-2, нажмите «ОК»
Перейти к формированию следующего загружения? «Да»

6. Нажмите кнопку «Нагрузки на пластины» .

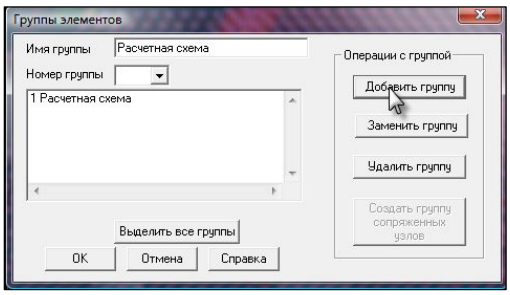


Задайте распределенную нагрузку по направлению Z = 0.15 т/м^2.
Нажмите «ОК».
Выделите с помощью ПКМ все горизонтальные стержни.
Для подтверждения операции нажмите .
Нажмите кнопку «Сохранить/добавить загружение» .
Задайте Имя загружения – Полезная нагрузка
Номер загружения поставте-2, нажмите «ОК»
Перейти к формированию следующего загружения? «Нет»

4. Выполнение линейного расчета и анализ результатов.

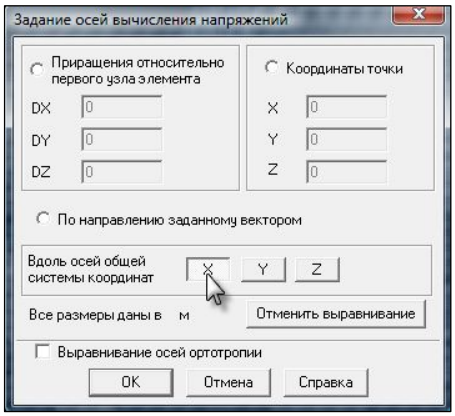
(подробнее см. занятие №2, 3)

1. Зайдите на закладку «Группы» -> «Отметка группы элементов» -> Выберите всю расчетную схему и нажмите «Сохранение/модификация группы».



В открывшемся диалоговом окне введите «Имя группы» - Расчетная схема, и нажмите «Добавить группу».
Нажмите «ОК».
Для того, что бы снять выделение нажмите «Сброс всех отметок».

2. Теперь перейдите на закладку «Назначения» -> «Переход к напряжениям вдоль заданного направления для пластин».



В диалоговом окне «Задание осей вычисления напряжений» выделите «Вдоль осей общей системы координат» - X.
Нажмите «ОК».
С помощью ПКМ выделите все горизонтальные плиты («Выбор пластин» - XoY).

Для подтверждения операции нажмите .

Снова выберите «Переход к напряжениям вдоль заданного направления для пластин».
В диалоговом окне «Задание осей вычисления напряжений» выделите «Вдоль осей общей системы координат» - Z.
Нажмите «ОК».
С помощью ПКМ выделите все горизонтальные плиты («Выбор пластин» - XoZ, YoZ).

Для подтверждения операции нажмите .

3. Зайдите на закладку «Узлы и элементы» -> «Узлы» -> «Объединение совпадающих узлов»

Выберите в верхнем меню «Элементы» -> «Объединение совпадающих элементов».

Зайдите на закладку «Управление» -> «Упаковка данных»
На экране отобразится диалоговое окно

Выберите «Да».

Не забывайте проводить все эти действия каждый раз после создания расчетной схемы!

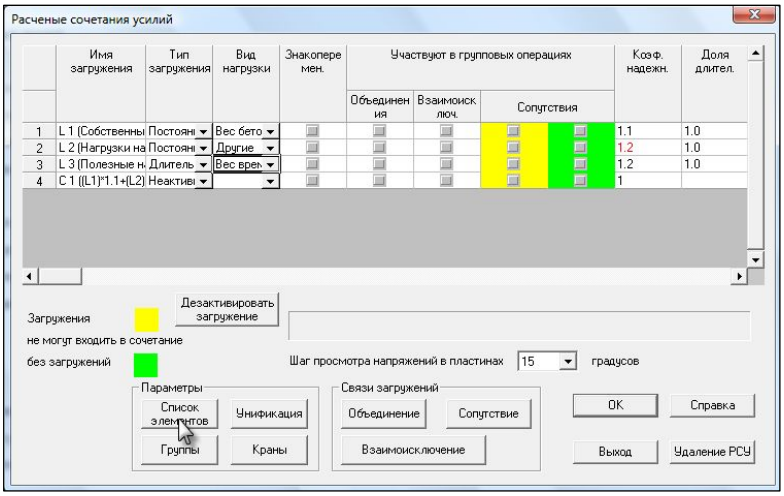
4. Войдите в управление деревом проекта ->Специальные исходные данные -> Комбинации загружений.

Задайте коэффициент = 1 «Собственный вес»
Задайте коэффициент = 1 «Нагрузки на балки»
Задайте коэффициент = 1 «Полезная нагрузка»
Нажмите «Запись комбинации»

Нажмите «ОК».

5. Из «Дерева проекта» зайдите в «Расчетные сочетания усилий (новые)».

Здесь Вы можете уточнить Тип Загружения (Подробно смотри - Приложение 1).
Выберите «Собственный вес» -> измените тип загружения с «Неактивно загружение» на «Постоянные нагрузки» -> измените вид нагрузки на «Вес бетонных (плотностью более 1.6 т/м^3), железобетонных, каменных, деревянных конструкций».



Выберите «Нагрузка на балки» -> измените тип загружения с «Неактивно загружение» на «Постоянные нагрузки» -> измените вид нагрузки на «Другие» -> коэффициент надежности = 1.2.
Выберите «Нагрузка на балки» -> измените тип загружения с «Неактивно загружение» на «Длительные нагрузки» -> измените вид нагрузки на «Вес временных перегородок и т.п.».

В диалоговом окне «Расчетные сочетания усилий» нажмите «ОК». Окно закроется.

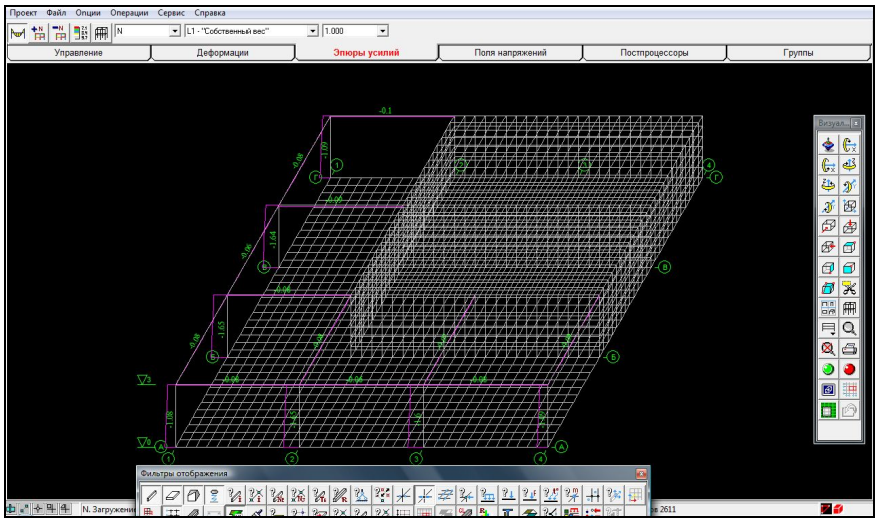
6. **Выполните расчет (см. занятие №2).**
7. **Представление полученных результатов в виде эпюр усилий в балках и колоннах и полей напряжений для плитных элементов. Их сохранение и печать.**

Установим курсор в позицию «Графический анализ» раздела «Результаты» дерева проекта и нажмем ЛКМ. Появится окно для вывода различных результатов.

В появившемся окне для получения эпюры N,M,Q в стержнях фермы войдем в раздел «Эпюры усилий».

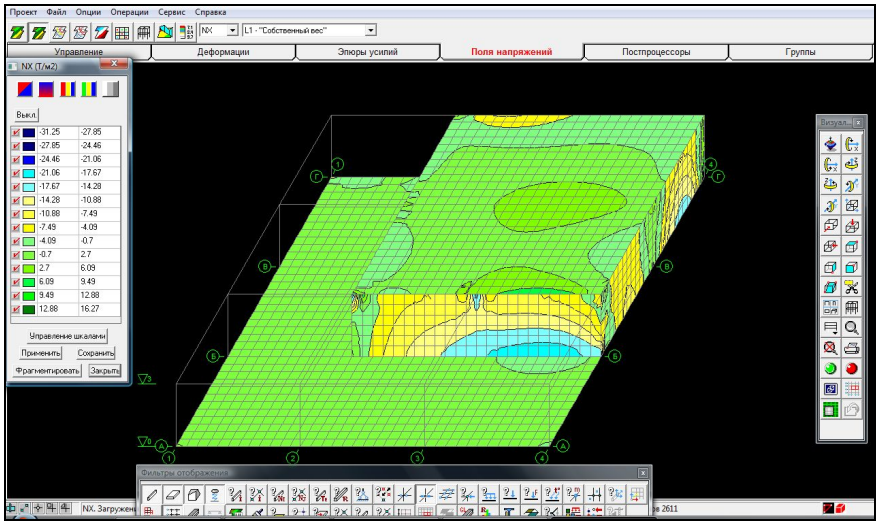
В трех светлых рабочих окнах надо выбрать (слева направо): обозначение усилия, для которого предполагается построить эпюру; номер загружения (ему будет соответствовать название, если оно было задано – L1. «Собственный вес»); масштабный коэффициент для ординат эпюры (1.000). Для выбранного загружения нажмем кнопку «Ввод эпюр». При этом на экране появится расчетная схема фермы для МКЭ с эпюрой N для выбранного для анализа загружения (у нас загружение L1. «Собственный вес»).

Если на панели «Фильтры отображения» нажать кнопку , то на эпюре будут обозначены значения и знаки усилий.



Для получения полей напряжений плитных элементов войдем в размер «Поля напряжений».

В двух светлых рабочих окнах надо выбрать (слева направо): обозначение усилия, для которого предполагается построить поле напряжений; номер загружения (ему будет соответствовать название, если оно было задано – L1. «Собственный вес). Для выбранного загружения нажмем кнопку «Отображение изополей и изолиний напряжений» (остальными кнопками можно отдельно получить либо изополя, либо изолинии перемещений).



Если вдруг Вы увидите нулевые значения – это значит, что усилия слишком малы для заданной точности вывода результатов! Необходимо просто поменять Выходные единицы измерения Опции -> Единицы измерения -> Выходные -> Усилия и напряжения -> Кг -> ОК

Аналогично можно получить и эпюры и поля напряжений от других загружений схемы и их комбинаций. Но рассматривать напряжения и эпюры на всей схеме неудобно и зачастую необходимо просмотреть усилия или напряжения только для одного элемента. Для этого мы можем создавать группы из таких элементов и просматривать их отдельно с помощью функции «Цветовое отображение групп элементов» (подробнее см. Занятие №3).

8. **Печать и сохранение результатов расчета.**

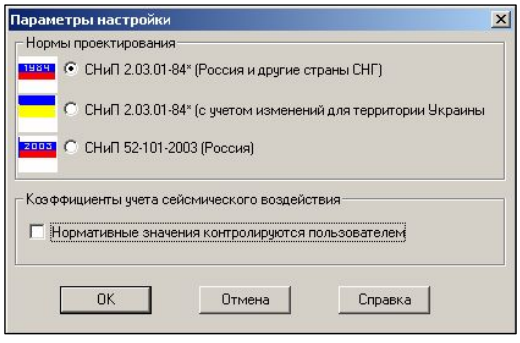
Операции печати и сохранения результатов расчета аналогичны выполняемым при печати и сохранении расчетной схемы (см. Занятие№2).Но давайте повторим еще раз эти способы.

1. Самым простым и быстрым для выполнения является печать расчетной схемы сразу с экрана. Для этого в меню окна с расчетной схемой необходимо войти в раздел **Файл** и выполнить указанные действия для печати. Эта печать будет воспроизводить на странице не только изображение расчетной схемы, но и специальный формат оформления страницы, предложенный разработчиками программы. Нажмите «Файл» -> «Предварительный просмотр». Так же можно и производить печать через «виртуальные принтеры». При этом происходит сохранение оформленной страницы в заданном формате (PDF, JPG и т.д.).

2. Для получения распечатки только расчетной схемы (без специального формата листа) можно с помощью клавиши «Print Screen SysRq» на клавиатуре компьютера зафиксировать вид страницы в разделе **Файл** (при просмотре) и скопировать его в рабочее окно программы Paint. Затем из полученного в рабочем окне программы Paint изображения страницы вырезать только вид расчетной схемы и скопировать его в документ с расширением doc отчета по работе.

3. Для отложенной по времени печати можно сохранить вид сформированной для МКЭ расчетной схемы в файле. Необходимо выйти в меню раздела **Управление** и нажать кнопку с изображением фотоаппарата . Далее надо выполнить ряд операций, описание которых дано разработчиками программы в справке, и сохранить образ расчетной схемы в файле с расширением wmf в рабочей папке SWORK.Затем при написании отчета в документ с расширением doc можно сделать вставку рисунка из указанного файла.

6. Подбор армирования железобетонных элементов.



В вычислительном комплексе SCAD версии 11.1 реализован подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций в соответствии с рекомендациями СНиП 52-01-2003 и Свода правил 52-101-2003.

Настройка программы на работу с необходимыми нормативными документами выполняется в диалоговом окне «Параметры настройки», которое вызывается из раздела

меню Параметры диалогового окна Армирование. Выбор норм осуществляется активизацией соответствующего маркера.

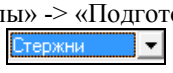
В процессе подбора арматуры выполняются следующие основные проверки сечений (в скобках указан пункт СП 52-101-2003):

- Деформация бетона в нормальном сечении (п. 6.2.25);
- Деформация арматуры в нормальном сечении (п. 6.2.25);
- Деформация растянутого бетона в нормальном сечении (п. 6.2.30);
- Прочность наклонной бетонной полосы по Qz (п.6.2.33);
- Прочность наклонной бетонной полосы по Qy (п.6.2.33);
- Прочность наклонного сечения по поперечной силе Qz (п.6.2.34);
- Прочность наклонного сечения по поперечной силе Qy (п.6.2.34);
- Прочность наклонного сечения по моменту Mz (п.6.2.35);
- Прочность наклонного сечения по моменту My (п.6.2.35);
- Прочность на кручение по бетону (п.6.2.37);
- Прочность на кручение по арматуре (п.6.2.38);
- Прочность при совместном действии изгиба и кручения (п.6.2.40);
- Прочность при совместном действии поперечной силы и кручения (п.6.2.40);
- Непродолжительная ширина раскрытия трещин (п.7.2.3);
- Продолжительная ширина раскрытия трещин (п.7.2.3).

1. В первую очередь нужно назначить группы элементов для подбора армирования. Для подбора армирования необходимо выделять группы в соответствии с типом конечных элементов:

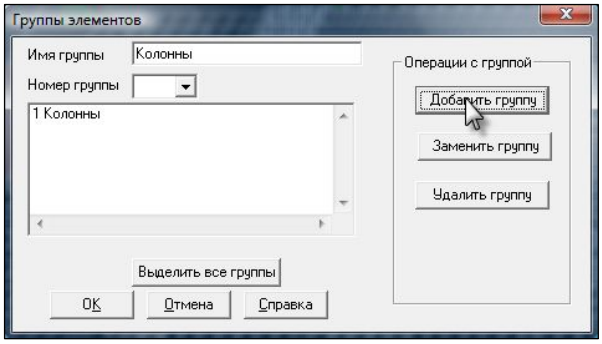
- Стержни 2D (плоская задача);
- Стержни 3D (пространственная задача);
- Плиты и оболочки;
- Балка-стенка.

Конечно, мы можем делить относить элементы к группам по и по любым другим признакам (принадлежность к этажу, тип сечения и т.д.), но в одной группе могут присутствовать элементы только с одинаковым типом конечных элементов согласно приведенного выше деления.

Перейдите на закладку «Группы» -> «Подготовка списков элементов для подбора арматуры» -> в интерактивном окне выберите 

-> с помощью ПКМ выберите все вертикальные стержни (должны выделиться красным цветом) -> нажмите «Подтверждение»

.



В открывшемся диалоговом окне введите «Имя группы» - Колонны.

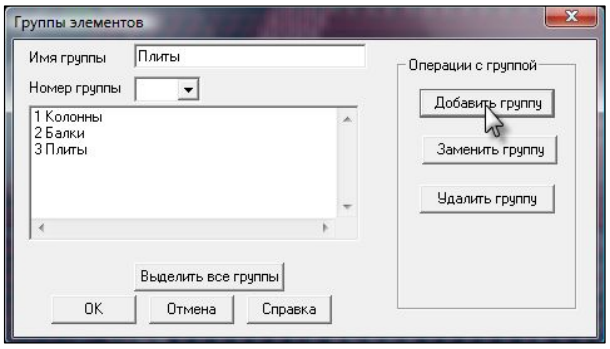
Нажмите «Добавить группу».

Нажмите «ОК».

Для снятия выделения нажмите «Сброс всех отметок»
.

Аналогичным образом добавьте все горизонтальные стержни в группу «Балки».

В интерактивном окне выберите Пластины -> с помощью ПКМ выберите все горизонтальные плиты (должны выделиться красным цветом) -> нажмите «Подтверждение» .



В открывшемся диалоговом окне введите «Имя группы» введите - Плиты.

Нажмите «Добавить группу».

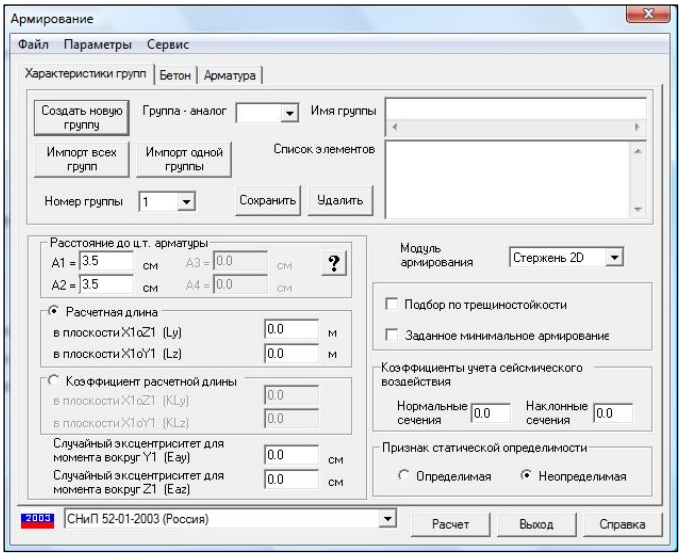
Нажмите «ОК».

Для снятия выделения нажмите «Сброс всех отметок» .

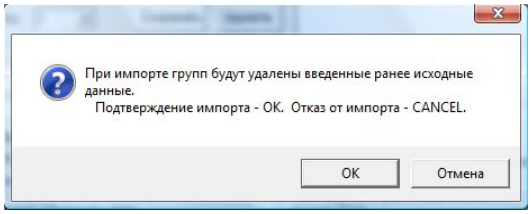
Аналогичным образом добавьте все вертикальные плиты в группу «Стены».

Сохраните проект.

2. Войдите в управление деревом проекта ->Конструирование -> Бетон.



В отрывшемся диалоговом окне выберите «Импорт всех групп».



Нажмите «ОК».

Таким образом мы импортировали ранее созданные группы для подбора армирования.

Менять группу мы можем меняя «Номер группы». При этом в окне имя группы будет отображаться исходное наименование группы элементов, которое мы вводили при задании этой группы.

Для первой и второй групп задайте:

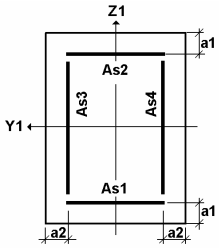
- Расстояние до ц.т. арматуры – A1 = 4, A2 = 4;
- Коэффициенты расчетной длинны = 1;
- Случайные эксцентриситеты = 2,0 см;
- Модуль армирования – Стержень 3D;
- Нажмите «Сохранить».

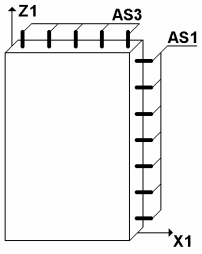
Так же мы можем задать подбор по трещеностойкости и заданное минимальное армирование.

В группах 3 и 4 задать расстояние до центров тяжести арматуры мы можем двумя способами:

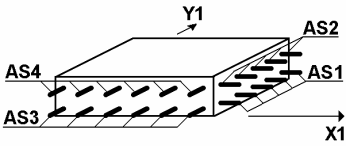
- задавая расстояние до ц.т. каждой арматуры (продольной и перпендикулярной) по отдельности – задаем все четыре графы (A1; A2; A3; A4);
- задавая усредненное расстояние до ц.т. продольной и перпендикулярной арматуры верхней и нижней граней – задаем только две первых графы (A1; A2).

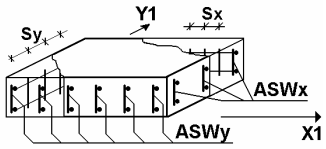
Общие случаи расположения арматуры по модулям армирования





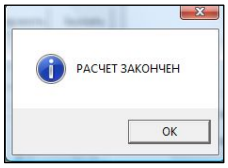
Стержень 2D Стержень 3D Балка-стенка



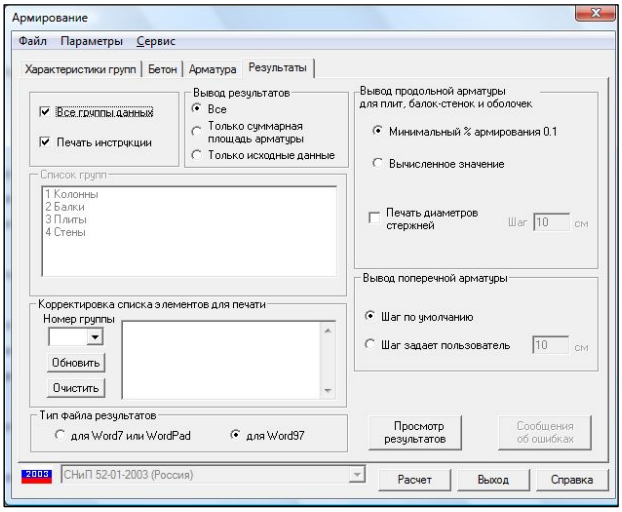


Плита. Оболочка.

Теперь нажмите кнопку «Расчет».



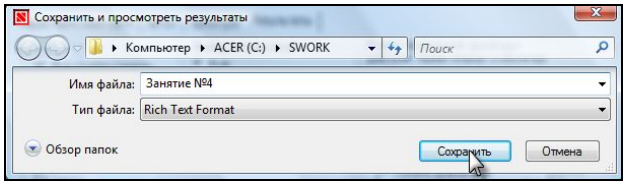
Вывелось сообщение «Расчет окончен» - нажмите «ОК».



Открылась вкладка «Результаты».

В этой вкладке вы можете задокументировать результаты расчета как отдельно для любой группы так и для всех групп сразу в табличной форме.

Оставьте все по умолчанию и нажмите «просмотр результатов».



Отчет всегда по умолчанию сохраняется в папку «SWORK».

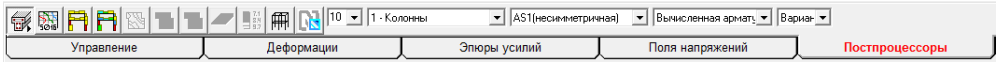
Нажмите «Выход».

Откройте и ознакомьтесь с результатами расчета.

3. Теперь давайте познакомимся с графическим отображение результатов расчета.

Установим курсор в позицию «Графический анализ» раздела «Результаты» дерева проекта и нажмем ЛКМ. Появится окно для вывода различных результатов.

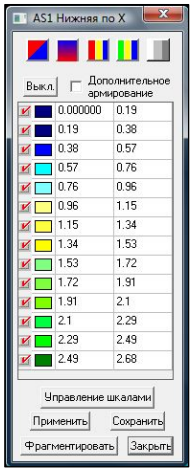
Выберите закладку «Постпроцессы» -> «Анализ результатов армирования»

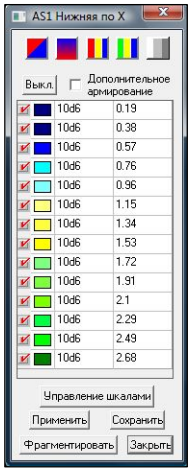


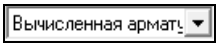
Давайте ознакомимся с панелью выдачи графических результатов.

В зависимости от типа элементов группы (стержневые или пластины) будет активна функция выдачи результатов:

- - эпюры армирования и цветовое отображение эпюр армирования стержней;
- - изолинии, изополя, изополя и изолинии, цветовая карта армирования стержней;
- - переключение формы выдачи результатов армирования – только для плит;





- - Задание шага арматуры – только для плит;
- - переключение групп элементов;
- - переключение выдачи результатов армирования;
-  - переключение «Вычисленная арматура» <-> «СНИП».
- - вариант армирования.

Операции печати и сохранения результатов расчета аналогичны выполняемым при печати и сохранении расчетной схемы (см. Занятие№2).Но давайте повторим еще раз эти способы.

Деактивирована Активирована

6. Совместная работа программы SCAD с программой Кросс Расчет коэффициентов постели под фундаментной плитой (упругого основания)

Программа Кросс предназначена для определения коэффициентов постели (коэффициент Винклера) для расчета фундаментных конструкций на упругом винклеровском основании на основе моделирования работы многослойного грунтового массива. Геологическая структура грунтового массива предполагается произвольной и восстанавливается по данным инженерно-геологических изысканий.

Перед расчетом в программе Кросс необходимо задать основание как мы это делали в занятии №4, создать соответствующие комбинации загружений согласно СНиП для расчета осадок и провести линейный расчет. После проведения расчета вернитесь в «Расчетная схема».

Откройте проект из занятия №4, создайте комбинацию загружений и проведите линейный расчет.

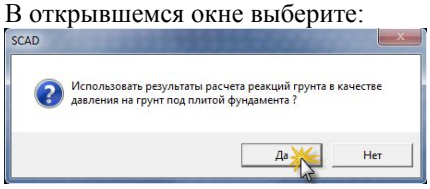
Выберите в SCADe плиту основания:

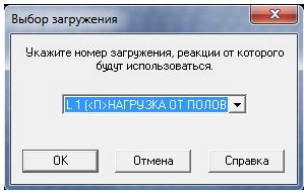
«Визуализация» -> Сечение плоскостью XoY -> Выберите любую точку в плоскости фундаментной плиты -> «Подтверждение фрагментации»

«Узлы и элементы» -> «Элементы» -> «Отметка элементов» -> ПКМ -> Вид курсора «Прямоугольник» -> Выделите всю плиту (станет красного цвета)

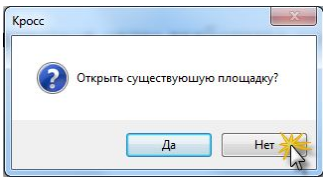
Перейдите во вкладку «Назначения» и выберите «Определение коэффициентов упругого основания» .

В открывшемся окне выберите:





В открывшемся окне выберите созданную нами ранее комбинацию и нажмите «ОК».
В следующем открывшемся окне выберите «Нет».



Запустится программа «Кросс»

Ознакомьтесь с основным меню программы.
Зайдите в «Настройки» -> выберите «Шаг сетки», проставьте шаг 1м -> нажмите «ОК» !
Переместите начало координат в левый нижний угол фундаментной плиты:

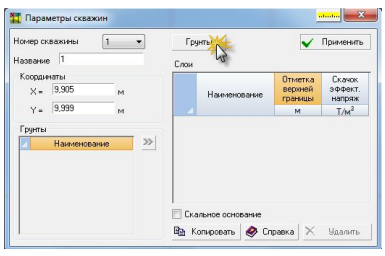
Кнопочка Перемещение начала координат или «Редактирование» -> «Начало координат»

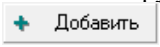
Создание скважины

Задаются по результатам геологических изысканий.

Нажмите «Создать скважину» на верхней панели.
Выделите ЛКМ место на плите, где производились геологические изыскания, в нашем случае произвольно.

Задайте 2 скважины! Если хотите удалить лишнюю скважину нажмите Удалить скважину!



Теперь введем параметры скважин!
Нажмите «Грунты» -> В открывшейся вкладке выберите «Добавить»


и последовательно введите:

Удельный вес – 1.82Т/м3 -> Модуль деформации – 20000 Т/м2 (модуль упругости рассчитывается автоматически) -> коэфф. Пуассона – 0.3 ->Ознакомьтесь со справкой, если нет данных коэффициента переуплотнения и давления переуплотнения:

Одним из основных параметров, описывающих поведение грунта, является величина структурной прочности p_c. Величина p_c может быть представлена в виде

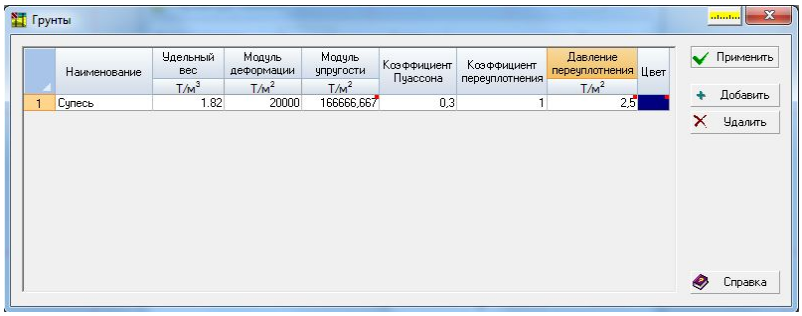
$$p_c = R\sigma + \Delta p_c$$

где R — коэффициент переуплотнения (связанный с возрастом грунтового массива), Δp_c — давление переуплотнения (связанное с максимальными давлениями, действовавшими на грунт в течение истории его формирования), σ — природное давление. Коэффициент переуплотнения и давление переуплотнения постоянны и могут считаться параметрами грунта.

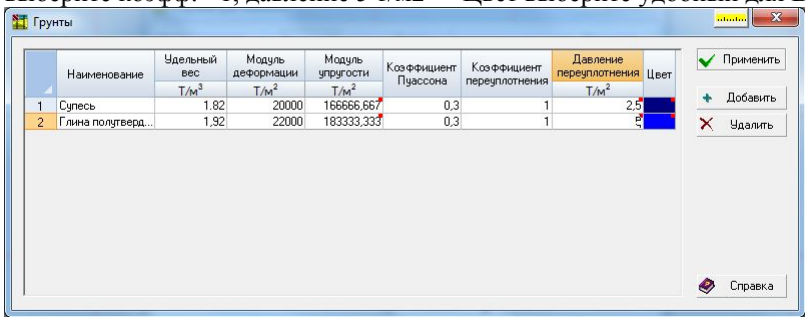
При отсутствии данных натурных испытаний о величинах R и Δp_c рекомендуется использовать значение коэффициента переуплотнения 1.0, а величину давления переуплотнения принимать равной

- 5 т/м^2 для глинистых грунтов;
- 2.5 т/м^2 для супеси;
- 0 т/м^2 для песков.

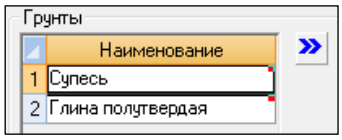
Выберите коэфф. =1, давление 2.5 т/м2 -> Цвет выберите удобный для Вас.



Снова нажмите «Добавить» -> Введите последовательно:
Наименование – Глина полутвердая -> Удельный вес – 1.92Т/м3 -> Модуль деформации – 22000 Т/м2 (модуль упругости рассчитывается автоматически) -> коэфф. Пуассона – 0.42 ->
Ознакомьтесь с справкой, если нет данных коэффициента переуплотнения и давления переуплотнения выберите коэфф. =1, давление 5 т/м2 -> Цвет выберите удобный для Вас, но отличающийся от первого.



Нажмите «Применить»!



В табличке Грунты появилось 2 слоя, Добавьте их в таблицу «Слои» выбирая поочередно и нажимая «>>», задайте отметку верхней границы: Супесь= -0.4м, Глина= -4м.

Помните:

Отметка верхней границы должна совпадать с отметкой под подошвой фундаментной плиты!

Выберите скважину №2 поменяв номер скважины в левом верхнем углу окна:

Добавьте из нашего списка грунтов в слои поочериди супесь и глину!

Слои

	Наименование	Отметка верхней границы	Скачок эффект. напряж
		м	Т/м^2
1	Супесь	-0,4	0
2	Глина полутвердая	-4,5	0

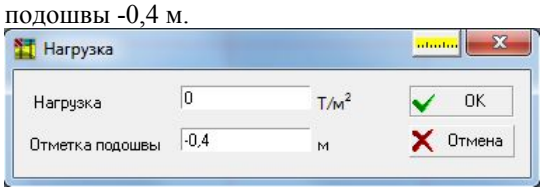
Задайте отметку верхней границы супесь = -0.4м, глина = -4.5м, Скачек эффективного напряжения поставьте такой же как и для 1 скважины!

Нажмите «Применить»

.

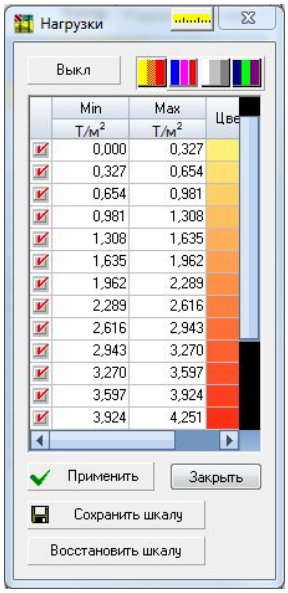
Задайте нагрузку на подошву фундамента активировав кнопку «Нагрузка» и сделайте ЛКМ на любом участке плиты.

Так как нагрузку мы импортировали из программы SCAD, то нам необходимо задать только отметку подошвы -0,4 м.



Нажмите «ОК».

Что бы убедиться, что нагрузки заданы необходимо активировать кнопку «Поле нагрузок» в верхней панели.

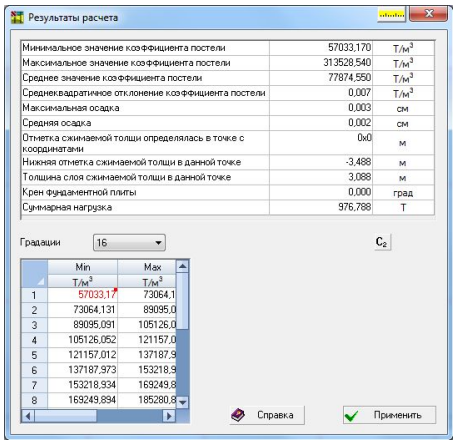


В открывшемся окне не должно быть только нулевых значений!

Закрыть поле нагрузок можно дезактивировав кнопку «Поле нагрузок»

Через кнопку «Нагрузка» мы можем так же и задавать и любые распределенные нагрузки на фундаментную плиту.
Если же необходимо создать область с дополнительной нагрузкой, под колоннами и стенами можно воспользоваться функцией «Создание областей с дополнительной нагрузкой» , расположенной в закладке «Редактирование».

Теперь мы можем выполнить расчет, активировав кнопку «Расчет» .



В открывшемся окне мы можем просмотреть основные результаты расчета – осадку, крен фундамента.

Нажмите «Применить»

.

После выполнения расчета стали доступными опции «Отсчет», «Поля», «Осадка», «Поле нагрузок»
Ознакомьтесь с этими кнопками.

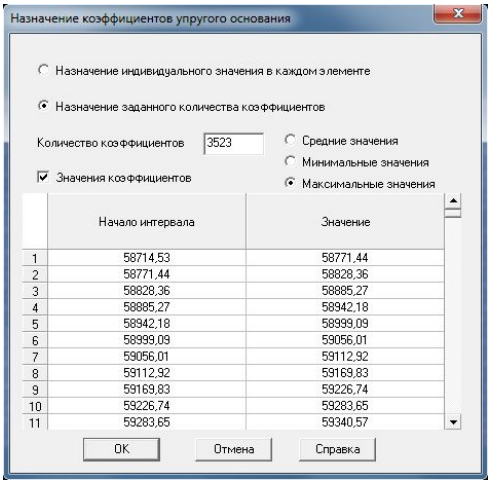
Обязательно сохраните отчет под другим именем, т.к. он в дальнейшем нам еще понадобиться для сравнения.

Нажмите кнопку сохранить данные для SCAD .

Закройте программу Кросс нажав на в правом верхнем углу. Сохранять данный проект не обязательно и можно нажать «Нет».

Автоматически запустится программа SCAD.
В окне «Назначение коэффициентов упругого основания» поставьте галочки последовательно напротив:

1. Назначение заданного количества коэффициентов
2. Значение коэффициентов
3. Максимальное значение



Нажмите «ОК».

Нажмите «Удаление дублирующихся типов жесткости» в закладке «Назначение» для удаления сохраненных предидущих коэффициентов постели.

Выйдите в дерево проекта и проведите линейный расчет.

Проделанные нами операции это только первый шаг для определения коэффициентов постели (коэффициентов Винклера). Для получения окончательных результатов необходимо повторять перерасчет в программе Кросс, пока в отчетах предыдущего и следующего расчетов коэффициенты постели не уровняются (будут максимально близки по значениям).

7. Программы Камин, Кристалл, Комета, Монолит, Арбат, Декор, Запрос, Откос, Вест.

Содержание

1. Программа сателлита КАМИН.
2. Кристалл. Расчет элементов стальных конструкций по СНиП.
3. Комета. Программа для проектирования узлов стальных конструкций.
4. Арбат. Проверка и подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций.
5. Программа сателлита Монолит. Проектирование железобетонных ребристых перекрытий.
6. Декор. Расчет элементов деревянных конструкций в соответствии со СНиП.
7. Запрос. Расчет элементов оснований и фундаментов в соответствии со СНиП.
8. Откос. Анализ устойчивости откосов и склонов.
9. Вест. Определение нагрузок в соответствии со СНиП.

1. Программа сателлита КАМИН

Расчет элементов каменных и армокаменных конструкций в соответствии со СНиП

Программа предназначена для проверок несущей способности конструктивных элементов каменных и армокаменных конструкций в соответствии с требованиями СНиП II-22-81 и документов, выпущенных в развитие и дополнение этих норм.

В программу Камин входят разделы:

- Каменные конструкции
  - **1.**Центрально сжатые столбы
  - **2.**Внецентренно сжатые столбы
  - **3.**Наружняя стена
  - **4.**Стена подвала
  - **5.**Перемычки
  - **6.**Местная прочность
- Армокаменные конструкции
  - **1.**Центрально сжатые армированные столбы
  - **2.**Внецентренно сжатые армированные столбы
  - **3.**Армированная наружняя стена
  - **4.**Армированная стена подвала
  - **5.**Местная прочность армированных конструкций
- Реконструируемые конструкции
  - **1.**Центрально сжатые столбы усиленные обоймами
  - **2.**Внецентренно сжатые столбы усиленные обоймами
  - **3.**Усиление обоймами стены здания
  - **4.**Проем в стене
- Справочная информация
  - **1.**Обьемные веса
  - **2.**Классификация повреждений
- Узлы опирания
  - **1.**Висячие стены
  - **2.**Опирание балок и плит на стену
  - **3.**Опирание балок и/или ферм на пилястры и столбы

2. Кристалл.
Расчет элементов стальных конструкций по СНиП

Программа предназначена для выполнения проверок элементов и соединений стальных конструкций на соответствие требованиям СНиП II-23-81* "Стальные конструкции. Нормы проектирования". Кроме того, при создании программы использовались связанные со СНиП II-23-81* государственные стандарты, "Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81*) / ЦНИИСК им. Кучеренко" и некоторые методологические положения подготовленных, но еще не введенных в действие проектов новых норм СНиП 53-1-96 "Стальные конструкции. Нормы проектирования". и "Общие правила проектирования элементов стальных конструкций и соединений (СП 53-101-96)".

Запустите программу Кристалл
Пуск -> Программы -> SCAD Office -> Кристалл
Ознакомьтесь с справочниками в разделе «Информация»
В раздел «Информация» входят:

- Стали
- Сортамент металлопроката
- Болты
- Предельные гибкости
- Коэффициенты условия работы
- Материалы для сварки
- Предельные прогибы

Для выхода в основное меню нажмите кнопку «Меню»

- Ознакомьтесь с разделом «Расчет», в этот раздел входят :
- Геометрические характеристики
- Расчетные длины
- Сопротивление сечений
- Болтовые соединения
- Фрикционные соединения
- Сварные соединения
- Фермы
- Балки
- Нарезные балки
- Стойки
- Местная устойчивость
- Опорные плиты
- Огибающие
- Элемент фермы
- Линии влияния

3. Комета
Программа для проектирования узлов стальных конструкций

Программа КОМЕТА предназначена для расчета и проектирования узлов стальных конструкций зданий и сооружений в промышленном и гражданском строительстве. В программе реализован подход, в котором при проектировании используется набор параметризованных конструктивных решений узлов (прототипов). В процессе проектирования параметры прототипов изменяются в зависимости от заданных условий применения (усилий, материала и т.п.) и установленных норм проектирования.

Запустите программу «Комета», Пуск-> Программы ->SCAD Office-> Комета
Создайте новый проект, Проект->Новый
Задайте имя проекта например: Проект7.spr
Поставьте российские нормы, задайте необходимые Единицы измерения, нажмите ОК!
Создайте свой пример! или:
Данные по проекту:
Материалы. Задайте Сталь С245, Бетон В15, нажмите ОК!
Коэффициенты. Коэффициенты безопастности
Задайте необходимые коэффициенты, или оставьте без изменения, нажмите ОК!

Нажмите ОК!

Запустится программа Комета
Зайдите Проект -> Проектирование узла

Пример№1

Выберите стыки балок, нажмите ОК!
Нажмите «Новый» Задайте имя Например Узел№7

Создайте свой узел или:
Выберите тип соединения – 2

Болты-высокопрочные

Сечение сварной двутавр bf=140, tf=20, hw=360, tw=20 ->ОК
Значение усилий =-200Т
Эскиз
D=20мм, Класс=30Х3МФ, класс поверх.=6/mu=.25, чернота отв.=standart
C=64, S=100, bp=180, dp=20, tp=20, n=4, сталь=С345->ОК!
Нажмите кнопку ОК, для выполнения расчета!
При необходимости Вы можете распечатать и сохранить узел!

Пример№2

Выберите узлы колонн, База колонн, положение колонны – внутреннее->ОК
Задайте имя узла Узел№8
Базы колонн без траверс, нажмите «Колонна», выберите сварной двутавр - bf=380мм, tf=14мм, hw=360мм, tw=8мм -> ОК!
Нормальная сила N=227Т
«Варианты узлов» выберите «тип №2» кол-во болтов=4 поставьте галочку «Упор»
Нажмите «Эскиз», выберите сталь С345, бетон В15, проверьте остальные параметры и размеры! Нажмите ОК!
Выполните расчет, нажмите ОК!
При необходимости Вы можете распечатать и сохранить узел!

4. Арбат
Проверка и подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций

Программа АРБАТ предназначена для подбора и проверки существующей арматуры в элементах железобетонных конструкций (неразрезные балки и колонны), а также для вычисления прогибов в железобетонных балках согласно требованиям СНиП 2.03.01-84* или СП 52-101-03. Расчет выполняется по предельным состояниям первой и второй группы для расчетных сочетаний усилий (РСУ), выбираемых автоматически в зависимости от заданных нагрузок в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия.

Запустите программу Арбат
Пуск ->Программы -> SCAD Office -> Арбат
Ознакомьтесь с справочниками в разделе «Информация»
В этот раздел входят:

- Класс бетона (СП 52-101-03)
- Марка бетона(СНиП II-21-75)
- Арматура
- Коэффициенты условия работы
- Предельные прогибы»

Создайте свой пример!
Для выхода в основное меню нажмите кнопку «Меню»
Ознакомьтесь с разделом «Экспертиза»
В этот раздел входят:

- Сопротивление ж/б сечений, Площади арматуры
- Сопротивление бетонных сечений
- Прогиб балки
- Экспертиза балки
- Экспертиза однопролетной балки
- Прогиб однопролетной балки
- Экспертиза колонны
- Экспертиза плиты

Создайте свой пример!
Для выхода в основное меню нажмите кнопку «Меню»
Ознакомьтесь с разделом «Местная прочность»
В этот раздел входят:

- Местное сжатие
- Продавливание

Создайте свой пример!

Для выхода в основное меню нажмите кнопку «Меню»
Ознакомьтесь с разделом «Подбор арматуры»
В этот раздел входят:

- Подбор арматуры в балке
- Подбор арматуры в однопролетной балке
- Подбор арматуры в колонне

Создайте свой пример!
Ознакомьтесь с разделом «Геометрические характеристики»

5. Программа сателлита Монолит
Проектирование железобетонных ребристых перекрытий

Программа Монолит предназначена для проектирования железобетонных монолитных ребристых перекрытий, образованных системой плит и балок, опирающихся на колонны и(или) стены. Система разработана в соответствии с требованиями действующих норм (СНиП 2.03.01-84*. "Бетонные и железобетонные конструкции", ГОСТ 21.501 - 93 (ДСТУ Б А.2.4-7-95). Система проектной документации для строительства. "Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей", ГОСТ 21.101 - 97 (ДСТУ Б А.2.4-4-99). Система проектной документации для строительства. "Основные требования к проектной и рабочей документации").

Результатом работы программы является необходимый комплект рабочих чертежей перекрытия: опалубочный план с характерными сечениями, планы верхней и нижней арматуры плиты (раскладка арматурных сеток), арматурные чертежи балок, чертежи сварных каркасов и сеток, использованных для армирования плит и балок, ведомость деталей, ведомости расхода стали по балкам, плитам и сводная, а также спецификации по балкам, плитам и сводная, приводятся необходимые примечания. В подсистеме предусмотрена полная унификация арматурных изделий.

6. Декор.
Расчет элементов деревянных конструкций в соответствии со СНиП

Программа предназначена для выполнения расчетов и проверок элементов деревянных конструкций на соответствие требованиям СНиП II-25-80. Кроме того, в программе предусмотрена возможность получения справочных данных, наиболее часто используемых при проектировании деревянных конструкций. Реализованные в программе расчетные и информационные режимы объединены в две группы - Информация и Расчет.

Группа Информация включает следующие разделы:

- Предельные прогибы и деформации - приведены данные по предельным прогибам элементов деревянных конструкций различного назначения, а также величины предельных деформаций соединений;
- Плотности - данные по плотности древесины различной породы при различных условиях эксплуатации;
- Сортамент древисины - данные по пиломатерилам хвойных пород (ГОСТ 24454-80);
- Расчетные сопротивления - определяются расчетные сопротивления элементов деревянных конструкций в зависимости от условий эксплуатации, породы древесины и др. факторов;
- Древесина - приводятся данные о максимально допустимой влажности древесины, а также типы и марки требуемых клеев (для клееной древесины);
- Предельные гибкости - определяется предельная гибкость для различного вида элементов деревянных конструкций.

Группа Расчет включает режимы:

- Геометрические характеристики - определяются геометрические характеристики деревянных сечений трех видов - прямоугольного, круглого и двутавра;
- Расчетные длины - вычисляются расчетные длины для отдельно стоящих колонн и стоек,
- Сопротивление соединений - определяется несущая способность соединений из различных сортов древесины на врубках или нагелях;
- Сопротивление сечений - анализ несущей способности сечений из клееной и неклееной древесины;

- Неразрезные прогоны и Консольно-балочные прогоны - проверка прогонов различного вида прямоугольного и круглого сечений из клееной и неклееной древесины по прочности, устойчивости и прогибу;
- Балки - проверка обычных и двускатных балок по прочности, устойчивости и прогибу;
- Стойки - реализован весь комплекс проверок конструкции стоек и колонн по прочности, устойчивости и предельной гибкости;
- Элемент фермы - анализ несущей способности элементов фермы по гибкости, прочности и устойчивости;
- Фермы - расчет и проверка ферм различной конфигурации по прочности, устойчивости и гибкости.

7. Запрос
Расчет элементов оснований и фундаментов в соответствии со СНиП

Программа предназначена для выполнения расчетов и проверок элементов оснований и фундаментов на соответствие требованиям СНиП 2.02.01-83*, СП 50-101-2004, СНиП 2.02.03-85 и СП 50-102-2003. Кроме того, в программе предусмотрена возможность получения справочных данных, наиболее часто используемых при проектировании оснований и фундаментов. Реализованные в программе расчетные и информационные функции объединены в группы по следующим разделам: Фундаменты, Сваи, Полевые испытания свай, Информация.

В разделе Информация:

- Предельные деформации оснований
- Расчетные сопротивления грунтов оснований
- Характеристики грунтов
- Коэффициенты условия работы

В разделе Фундаменты выполняются следующие операции:

- определение крена прямоугольного в плане фундамента от действующих на него нагрузок;
- расчет основания по деформациям прямоугольных в плане столбчатых и ленточных фундаментов, а также жестких плит;
- определение коэффициентов жесткости основания, состоящего из конечного числа слоев, каждый из которых является линейно-деформируемым и постоянным по толщине;
- вычисление предельного давления под подошвой фундамента (расчетного сопротивления грунта).

В раздел Сваи включено два информационных режима:
Коэффициенты условий работы сваи и Номенклатура свай,
а также следующие расчетные режимы:

- определение несущей способности сваи, работающей на вертикальную нагрузку;
- определение коэффициента запаса устойчивости основания, минимального и максимального изгибающего момента и поперечной силы в сечении сваи,
- а также ряда других характеристик сваи; определение осадки сваи, работающей на вертикальную нагрузку.

Раздел Полевые испытания свай включает:

- расчет на определение несущей способности свай по результатам их динамических испытаний;
- определение несущей способности забивной (натурной) висячей сваи, работающей на сжимающую нагрузку, по результатам испытаний грунтов эталонной сваей;
- определение несущей способности забивной (натурной) висячей сваи, работающей на сжимающую нагрузку, по результатам испытаний грунтов сваей-зондом;
- определение несущей способности забивной (натурной) висячей сваи, работающей на сжимающую нагрузку, по результатам испытаний грунтов статическим зондированием.

Справочные режимы обеспечивают просмотр предельных значений относительной разности осадок, крена и средней или максимальной осадки для сооружений различного типа, приведенные в приложении 4 СНиП 2.02.01-83* (приложение Е СП 50-101-2004); дают информацию о: расчетных сопротивлениях грунтов различного вида, приведенную в приложении 3 СНиП 2.02.01-83* (приложение А СП 50-101-2004); характеристиках грунтов, приведенную в приложении 1 СНиП 2.02.01-83* (приложение Г СП 50-101-2004); а также коэффициенты условий работы из таблицы 3 СНиП 2.02.01-83* (табл. 5.2 СП 50-101-2004).

8. Откос
Анализ устойчивости откосов и склонов

Программа предназначена для определения коэффициента запаса устойчивости откосов и склонов. В качестве механизма потери устойчивости принимается механизм скольжения оползающего массива относительно неподвижной части откоса. Сопротивление сдвигу по поверхности скольжения рассчитывается для статических условий. Вдоль всей поверхности выдерживается критерий разрушения грунта, принимаемый в виде закона Кулона.

Реальное сдвигающее напряжение, получаемое расчетом, сопоставляется с предельным сопротивлением сдвигу, и результат этого сравнения выражается в виде коэффициента запаса устойчивости K. Коэффициент запаса устойчивости склона (откоса) - это минимальный из коэффициентов запаса устойчивости по всем возможным поверхностям скольжения, удовлетворяющим заданным ограничениям, заложенным в методе расчета.

Исходные данные включают:

- размеры оползневого участка склона;
- глубину закола (если активен маркер наличия закола);
- характеристики грунтов;
- положение и характеристики скважин;
- нагрузки, действующие на указанные участки склона.

По результатам расчета может быть сформирован отчет в формате RTF.

9. Вест.
Определение нагрузок в соответствии со СНиП

Программа ВеСТ предназначена для выполнения расчетов, связанных с определением нагрузок и воздействий на строительные конструкции в соответствии с рекомендациями СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия». В программе реализованы лишь наиболее часто встречающиеся случаи нагружения, а также те случаи, для которых выполнение требований СНиП связано с достаточно сложной логикой и которые, как свидетельствует опыт, наиболее часто приводят к ошибкам.

Кроме указанной функции ВеСТ в определенной мере играет роль справочника, с помощью которого можно уточнить некоторые фактические данные о районировании территории по нагрузкам и воздействиям или получить другие конкретные данные справочного характера.

Запустите программу Вест
Пуск -> Программы -> SCAD Office -> Вест
Войдите в «Настройки» -> «Единицы измерения», установите необходимые единицы измерения, а также количество знаков после запятой! Войдите в «Отсчет и языки»! Войдите в «Визуализация»!
Нажмите «Применить» и ОК!
Ознакомьтесь с основным меню программы:

Информация
этот раздел предназначен как справочная информация.
- Плотности – в этот раздел Вы можете добавить, изменить, удалить свой материал тем самым изменять базу данных!
- Местность
- Коэффициенты
- Предельные прогибы

Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Расчет
Собственный вес
Выберите «Стальные настилы» Н75-750-0,9 - > Добавить , «Теплоизоляция» Плиты минераловатные на битумной связке при g=300 кг/м3 толщиной 70 мм - > Добавить, «Пароизоляция» - > Полиэтиленовая пленка толщиной 2 мм - > Добавить, «Элементы покрытий» Кровельный щит из досок в два слоя - > Добавить!

Стрелочками определите следующий порядок снизу Кровельный щит, Полиэтиленовая пленка, Плиты минераловатные, Н75!
Сохраните пакет! Задайте имя: Пирог№6, Нажмите кнопку «Вычислить»! Здесь Вы так же можете сформировать отсчет!
Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Временные нагрузки

Выберите 5.«Книгохранилища, архивы» Для расчета конструкций, воспринимающих нагрузки от двух и более перекрытий, Грузовая площадь 12м2, общее число перекрытий 2, «Вычислить» «Отсчет» Закройте отсчет! Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Ветер

Задайте: Общие сведения -> Ветровой район II, Навесы, Тип местности В Вычисление ветровых нагрузок -> Параметры = II, H=10м, B=5м, α=15 град. Шаг сканирования = 0.5м. «Вычислить» Здесь Вы так же можете сформировать отсчет или создать таблицу!
Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Снег

Снеговой район III, Тип местности В, Высота здания 10м, Ширина 12м, h=2м, L=24м, Ср скорость ветра зимой 4м/с, Ср.темп. января -10
«Вычислить» , «Отсчет», Закройте отсчет! Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Температура

Задайте свой пример! «Вычислить», «Сформировать отсчет» Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Гололед на провода и тросы

Задайте свой пример! «Вычислить», «Сформировать отсчет» Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Ветер. Пульсации.

Задайте свой пример! «Вычислить», «Сформировать отсчет» Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Снег. Двухпролетные здания.

Задайте свой пример! «Вычислить», «Сформировать отсчет» Для выхода в основное меню используйте кнопку «Меню»

Приложение 1. «Расчетные сочетания усилий (новые)».

Предыдущая реализация режима выбора расчетных сочетаний усилий имела ряд особенностей, которые накладывали ограничения на логические связи между загружениями, т.е. на возможность моделирования отношений объединения, взаимоисключения и сопутствия между ними. Кроме того, классификация загружений, принятая в программе, не совсем соответствовала классификации в нормах, в частности СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».
Учитывая, что для решения многих задач предыдущая реализация дает корректные результаты, авторами было решено оставить выбор режима формирования РСУ за пользователем. Поскольку другого названия для описываемой реализации найти не удалось, она идентифицируется как «новая».

Основные положения.

Нагрузки, действующие на рассчитываемый объект, объединяются в загружения, которые могут принадлежать в зависимости от продолжительности действия нагрузок к одному из следующих типов (согласно классификации СНиП): постоянные, длительные, кратковременные и особые. В модуле формирования РСУ в отдельный тип загружения для удобства описания выделены крановые нагрузки, хотя в нормах они относятся к кратковременным.
Для корректного учета коэффициента надежности по нагрузке для каждого типа загружений предусмотрены соответствующие нормам списки видов нагрузки, например для постоянных нагрузок (вес конструкций и грунтов) используются данные таблицы 1, для длительных — таблиц 2 и 3 и т.д. В тех случаях, когда коэффициент надежности по нагрузке не определяется однозначно, его должен задать пользователь.
При решении вопроса принадлежности нагрузки одного типа конкретному загружению следуют учитывать, что загружение характеризуется коэффициентом надежности по нагрузке, долей длительности и одновременностью действия входящих в него нагрузок. Это означает, что в рамках одного загружения корректно объединять нагрузки у которых совпадают первые две характеристики и которые всегда действуют одновременно.
Наряду с загружениями в выборе расчетных сочетаний нагрузок могут участвовать и комбинации загружений. Каждая созданная комбинация автоматически попадает в список загружений. Очевидно, что тип загружения и вид нагрузки для комбинации назначает пользователь.
Предусмотрена возможность объявить загружение «неактивным», т.е. не участвующим в выборе РСУ. В исходном состоянии таблиц РСУ всем загружениям и комбинациям присваивается тип «неактивное».

Подготовка данных.

Диалоговое окно **Расчетные сочетания усилий** включает следующие элементы управления:
• таблицу с характеристиками загружений;
• группу кнопок **Параметры**, для вызова диалоговых окон, в которых задаются характеристики групп элементов;
• группу кнопок **Связи загружений**, для вызова диалоговых окон, в которых описываются связи между загружениями;
• кнопка **Дезактивировать загружение**, для блокировки загружения (временного исключения из списка загружений);
• выпадающий список, для задания шага (угла) просмотра напряжений в пластинах;
• кнопки управления окном.

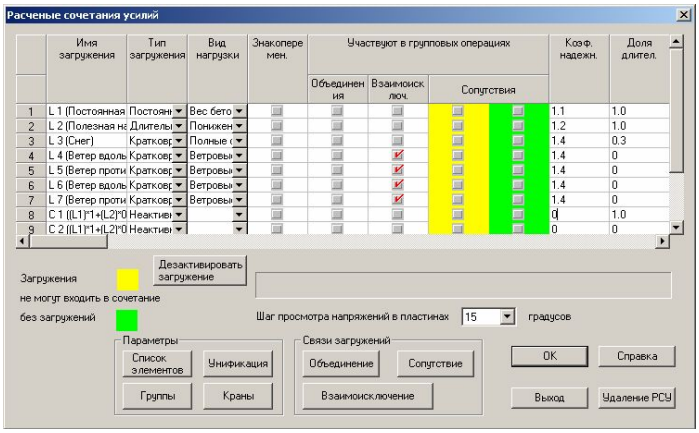
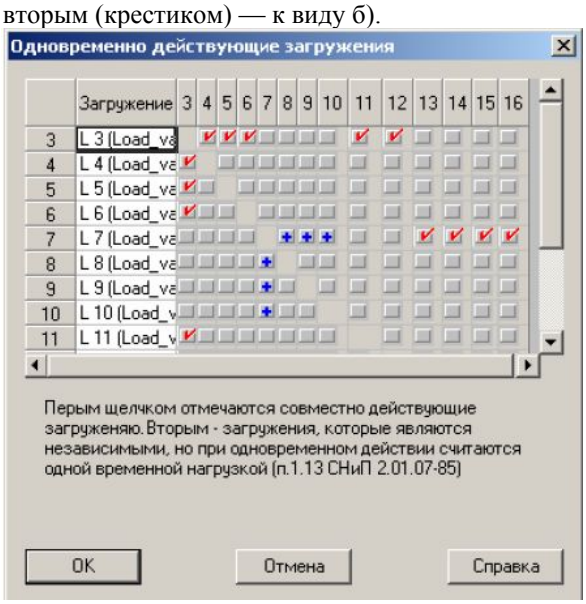


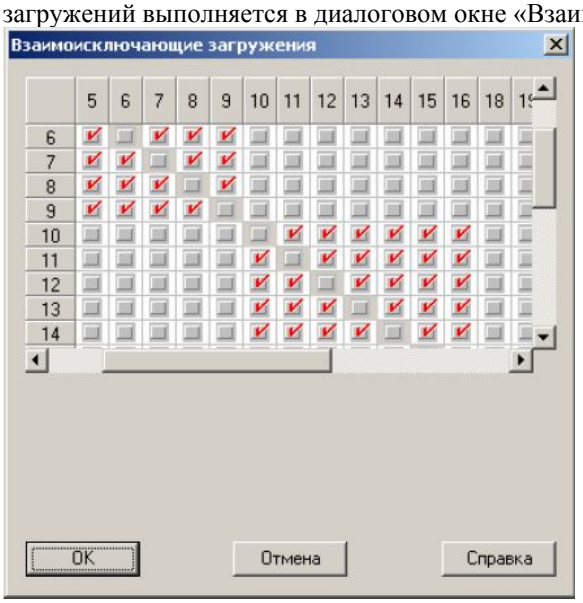
Таблица с характеристиками загружений включает следующие графы:
• **Имя загружения** — в этой графе указывается номер загружения (номеру предшествует идентификатор L — loading), за которым следует имя загружения, а также номер комбинации (номеру предшествует идентификатор C — combination), за которым следует формула комбинации;

• **Тип загружения** — список предусмотренных нормами типов загружений илин еактивное загружение (в последнем случае загружение не участвует в формировании РСУ);
• **Вид нагрузки** — в графе из списка выбирается вид нагрузки, в соответствии с установленным в предыдущей графе типом;
• **Знакопеременность** — это свойство нагрузки (чаще всего динамической) назначается путем активизации маркера в одноименной графе таблицы;
• Группа граф, объединенных под общим наименованием **Участвуют в групповых операциях**, включает графы:

✓ **Объединения** — маркерами, установленными в этой графе, отмечаются загружения и комбинации, которые в процессе формирования РСУ могут выступать как:
а) совместно действующие;
б) независимые, но при одновременном действии, выступающие как одна нагрузка (п. 1.13 СниП 2.01.07-85).
При этом наличие маркера в строке загружения говорит только о том, что загружение участвует в операции объединения. Конкретные „партнеры" указываются в таблице диалогового окна «Одновременно действующие загружения». В этом окне работа маркеров строиться по схеме двух щелчков. Первым щелчком („птичкой") отмечаются загружения, которые относятся к виду а), а вторым (крестиком) — к виду б).

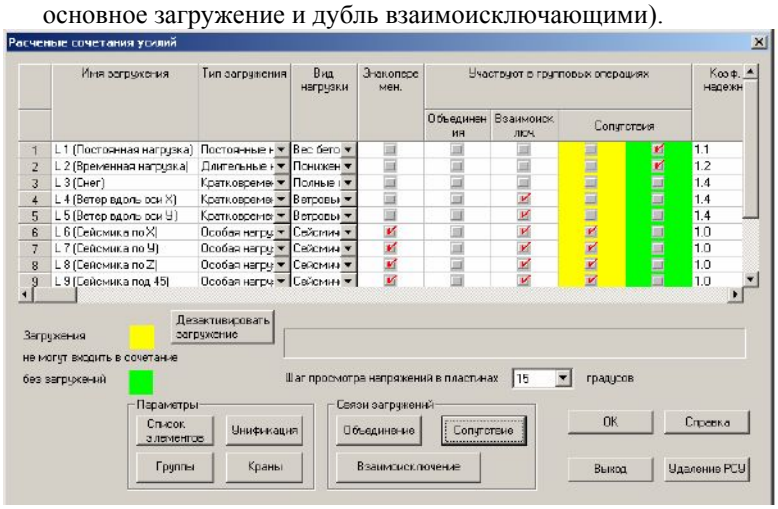


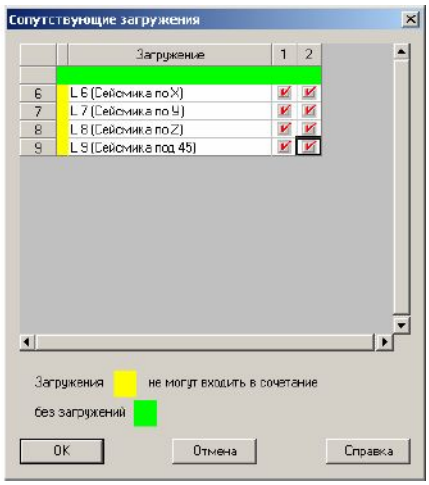
✓ **Взаимоисключения** — маркеры этой графы отмечают загружения, которые не могут входить в одно сочетание. Аналогично предыдущей графе активные маркеры этой графы указывают только на факт участия загружения в операциях взаимоисключения, а само назначение групп таких загружений выполняется в диалоговом окне «Взаимоисключающие загружения».



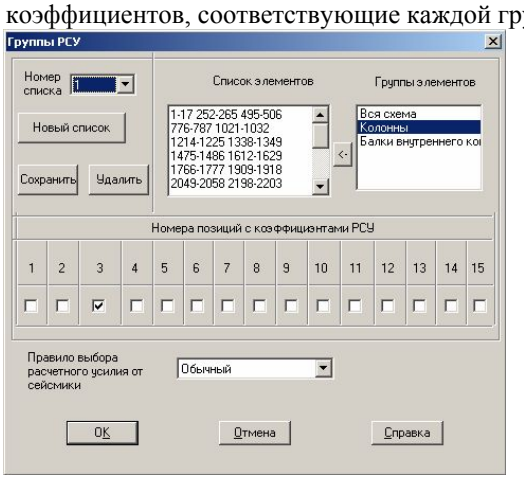
✓ **Сопутствия** — эта графа предназначена для описания операций сопутствия, т.е. такой связи между загружениями, при которой некоторые загружения (назовем их вида "s") не могут попасть в сочетание без других загружений (вида "m"), помеченых как сопутствующие. Например, загружения, включающие нагрузки от сейсмического воздействия, не могут попасть в сочетание без загружений, нагрузки которых использовались при назначении масс (собственный вес, стационарное оборудование и т.п.). В то же время, загружения вида "m" могут самостоятельно

входить в сочетания. Графа разделена на два столбца, отмеченных соответственно желтым и зеленым цветами. Маркеры “желтого” столбца используются для отметки загружений вида “s”, а “зеленого” — вида “m”. Аналогично предыдущим графам этой группы активные маркеры указывают на участие загружения в операциях сопутствия. При этом загружение не может быть одновременно отмечено в желтом и зеленом столбцах, т.е. должно иметь определенный статус. Отношения сопутствия задаются в диалоговом окне «Сопутствующие загружения». В строках записываются загружения вида “s” (они помечены желтым цветом), в столбцах — загружения типа “m” (помечены зеленым цветом). В случае, если загружение в некоторых операциях сопутствия должно относиться к типу “s”, а в других — к типу “m”, его следует продублировать (сделав основное загружение и дубль взаимоисключающими).





- ✓ **Коэффициент надежности по нагрузке** — значение этого коэффициента (γf) автоматически выставляется в соответствующей графе в зависимости от типа загружения и вида нагрузки и при необходимости может быть изменено пользователем. В тех случаях, когда это значение однозначно не определено нормами, в графе выставляется знак вопроса, который необходимо заменить на конкретное число. Коэффициент используется для перехода от расчетных к нормативным значениям нагрузок при расчете элементов железобетонных конструкций по второму предельному состоянию. Очевидно, что в загружении при задании расчетных нагрузок должен был использоваться коэффициент с тем же значением. Кроме того, в одном загружении не должно быть нагрузок, имеющих разные значения коэффициента, например, вес элементов железобетонных конструкций (γf = 1,1) не может попасть в одно загружение с весом выравнивающих слоев перекрытий (γf = 1,3).
- ✓ **Доля длительности** — в этой графе задается коэффициент длительной части для временных и кратковременных нагрузок. Значение коэффициента выставляется автоматически в зависимости от типа загружения и вида нагрузки и может быть изменено пользователем.
- ✓ **Дополнительные коэффициенты надежности по нагрузке** — вслед за графой со значением коэффициента длительной части расположены 14 граф, в которых задаются дополнительные значения коэффициентов надежности по нагрузке. Если воспользоваться этими графами, то при условии равенства коэффициента длительной части, в рамках одного загружения можно объединять группы элементов с разными значениями γf . Доступ к графам осуществляется через горизонтальные полосы прокрутки. Ссылки на списки элементов (группы) и графы со значениями коэффициентов, соответствующие каждой группе, задаются в диалоговом окне Группы РСУ.



В этом же окне расположен список категорий сейсмического воздействия, который используется при расчете объектов атомной энергетики (в этом случае устанавливается соответствие между

конкретной группой элементов, значением коэффициента надежности по нагрузке и категорией сейсмического воздействия).

Операции задания списков элементов и назначения групп унификации аналогичны предыдущей реализации режима формирования РСУ и описаны в соответствующих разделах руководства пользователя.

Учет пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

В «новой» версии модуля формирования РСУ отсутствует такой тип загружения, как «статическое ветровое загружение при наличии пульсации ветра». Загружения этого типа не участвовали в формировании РСУ, т.к. статическая составляющая учитывалась совместно с пульсационной. В описываемой реализации вопрос включения или исключения из РСУ статической и пульсационной составляющих решается автоматически.

Крановые нагрузки.

Учитывая особенности задания крановых нагрузок, они выделены в самостоятельный тип загружений и им соответствует «собственный» список видов нагрузки, который включает:

- Пониженные вертикальные нагрузки от мостовых и подвесных кранов;
- Полные вертикальные нагрузки от мостовых и подвесных кранов;
- Торможение вдоль кранового пути;
- Торможение «слева» груз «слева»;
- Торможение «слева» груз «справа»;
- Торможение груз «справа»;
- Торможение «справа» груз «слева»;
- Сейсмическая нагрузка от крана.

Важной информацией является указание на номер крана, к которому относится тот или иной вид нагрузки. При этом следует различать два принципиально важных случая:

а) на конструкции действительно работают разные краны (реально различные краны);

б) имеются различные позиции расположения крана или его крановой тележки (виртуально различные краны).

В первом случае разные краны могут действовать одновременно, хотя могут иметь место ограничения на их взаимное положение, которые определяются задаваемыми условиями взаимоисключения, во втором случае все варианты нагрузок от виртуально разных кранов являются взаимоисключающими, что должно быть явно указано. При этом в условиях взаимоисключения достаточно указать любую пару видов нагрузки, все другие окажутся взаимоисключающими автоматически.

Имея информацию о видах крановой нагрузки, а также зная номер крана к которому относится та или иная нагрузка, программа может учесть следующие логические особенности взаимодействия:

• все вертикальные нагрузки, относящиеся к одному и тому же крану, являются взаимоисключающими (они относятся к разным позициям моста крана и крановой тележки);

• выполняются ограничения по количеству одновременно учитываемых кранов и по коэффициенту их сочетаний по п.4.14 СНиП 2.01.07-85*;

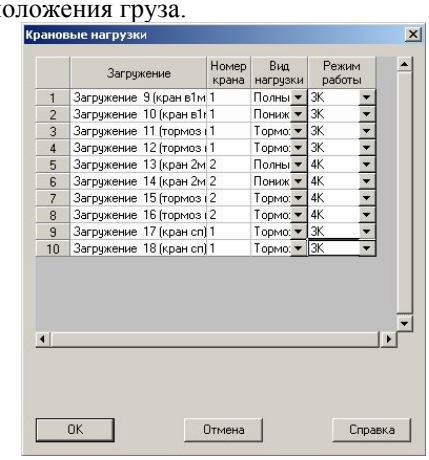
• горизонтальная крановая нагрузка не может возникнуть без вертикального давления;

• тормозные нагрузки разного типа являются взаимоисключающими;

• сейсмическая нагрузка от крана не может действовать совместно с тормозными силами;

• при подсчете числа одновременно действующих временных нагрузок все компоненты крановой нагрузки одного и того же крана засчитываются как одна временная нагрузка (см. п. 1.13 СНиП 2.01.07-85*).

Дополнительная информация, необходимая для формирования РСУ с учетом крановых нагрузок, задается в диалоговом окне «Крановые нагрузки». Здесь при задании информации о тормозных нагрузках необходимо следить за правильностью ссылок на виртуальные номера кранов, чтобы обеспечить правильное задание положения груза.



Рекомендуемая литература

Книга «SCAD OFFICE. Вычислительный комплекс SCAD» / Карпиловский В.С., Криксунов Э.С., Маляренко А.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. – М.: Издательство СКАД СОФТ, 2007. – 609 с., ил.
Книга «Расчетные модели сооружений и возможность их анализа» / Перельмутер А.В., Сливкер В.И. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 600с., ил.
Книга «SCAD OFFICE. Формирование сечений и расчет их геометрических характеристик» / Карпиловский В. С., Криксунов Э.З., Маляренко А. А. и др. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 80 с., ил.
Книга «SCAD OFFICE. Реализация СНиП в проектирующих программах» / Карпиловский В.С. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 288 с., ил.
Брошюра «SCAD OFFICE. Расчет мачт на оттяжках» / Перельмутер А.В. – Киев.: Издательство СКАД СОФТ, 2004. – 46 с., ил.
Книга «Нагрузки и воздействия на здания и сооружения» / Гордеев В.Н., Лантух-Лященко А.И., Пашинский В.А., Перельмутер А.В., Пичугин С.Ф. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 482 с., ил.
Книга «Проектно-вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе» / Семенов А. А., Габитов А. И. – – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 152 с., ил.

Для заметок