

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических занятий и расчетно-графической работы

по дисциплине

*Информационные технологии
в проектировании*

*(для студентов 5 курса специальности
7.06010101 – «Промышленное и городское строительство»
заочной формы обучения)*

Харьков – ХНАГХ – 2012

Методические указания к выполнению практических занятий и расчетно-графической работы по дисциплине «Информационные технологии в проектировании» (для студентов 5 курса специальности 7.06010101 – «Промышленное и городское строительство» заочной формы обучения) / Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва, сост.: А. Л. Шаповалов, Н. В. Гринчак, Е. В. Кузьмичева, В. П. Протопопова. – Х.: ХНАГХ, 2012. – 28 с.

Составители: А. Л. Шаповалов,
Н. В. Гринчак,
Е. В. Кузьмичева,
В. П. Протопопова

Рецензент: к. ф.-м. н., доц. А. Б. Костенко

Рекомендовано кафедрой ПМ и ИТ, протокол № 5 от 13 января 2011 г.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современной рыночной экономики строительная проектная индустрия получает особое развитие. При этом становится особенно актуальной задача повышения эффективности **проектирования** с применением новых информационных технологий. При этом **проектная продукция** рассматривается как **информационная модель** строительного объекта.

Методические указания предназначены для выполнения практических заданий и расчетно-графической работы в области автоматизированных расчетов по проектированию конструкций строительных сооружений с использованием соответствующих профессиональных программ.

В процессе выполнения этих работ студенты приобретают реальные навыки расчетов, моделирования, графического проектирования с использованием средств современных информационных технологий и программного обеспечения.

1. Практические занятия

Занятие №1.

Тема: Основы работы с системой ЭСПРИ.

Система ЭСПРИ (Электронный справочник Инженера) содержит серию справочных и расчетных программ профессионального применения.

Программы, входящие в ЭСПРИ, предоставляют возможность выполнять компьютерные расчеты многих частных задач, которые возникают в процессе проектной, инженерной и исследовательской работы, и которые обычно не вписываются в структуру больших программных комплексов, таких как ЛИРА и МОНОМАХ [1,2].

Необходимость в решении указанных задач возникает как при разработке расчетной модели конструкции, так и при анализе результатов расчета целостной модели сооружения; как при экспертной оценке проектов, так и при техническом надзоре за возведением здания, а также во многих других ситуациях, имеющих место при исследовании работы конструкций, при проектировании и строительстве. Система ЭСПРИ помогает инженеру и исследователю в повседневной работе и обеспечивает им поддержку в принятии оптимального конструктивного решения.

Система ЭСПРИ позволяет решить большую группу задач, возникающих при расчете и проектировании конструкций различного назначения. Справочные и расчетные функции, реализованные в ЭСПРИ, активно применяются в работе инженера [3].

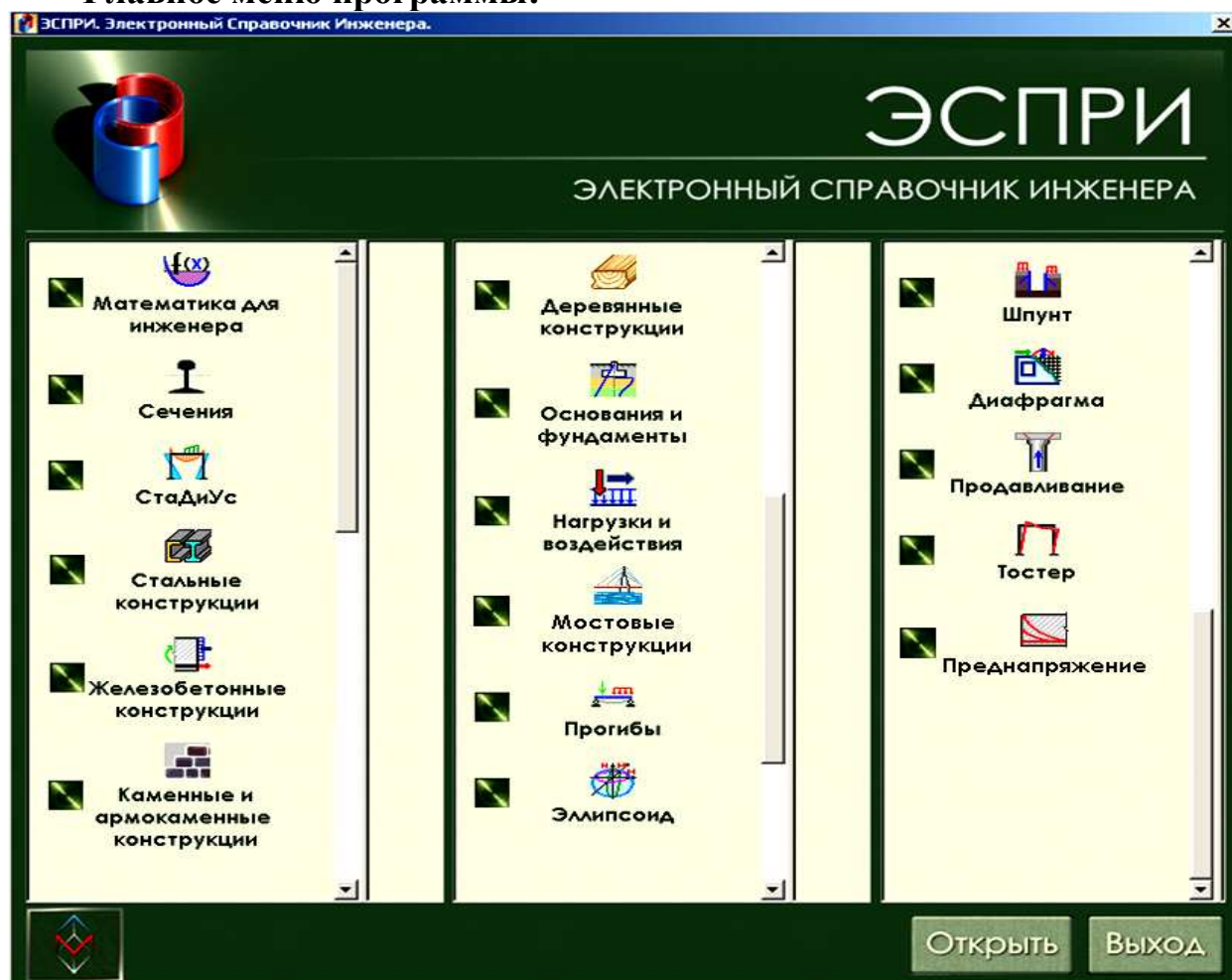
Наряду с достаточно простыми программами, носящими в основном информативный характер (сортамент арматурных стержней, сортамент металлопроката и т.п.), в ЭСПРИ входят и достаточно сложные программы:

➤ расчет шпунтового ограждения котлована, усиленного анкерами. Программа учитывает последовательность экскавации котлована, последовательность установки и натяжения анкеров, нелинейную работу

грунта, нагрузку от близлежащих строений и т.п. Результатами расчета являются усилия в шпунте и анкерах, из поля напряжений в грунте на всех этапах возведения котлована, включая окончательную стадию;

- определение переменных по области фундаментной плиты коэффициентов постели на основе трехмерной модели грунтового массива, построенного на основе инженерно-геологических изысканий (состав и расположение скважин);
- расчет арматуры в сечениях пластинчатых (плит, балок-стенок, оболочек) и стержневых железобетонных элементов произвольного профиля (прямоугольные, круглые, уголковые, крестовые, тавровые, коробчатые и др.) по различным нормативам;
- расчет железобетонной плиты на продавливание с автоматическим определением призмы продавливания для произвольных сечений колонн с учетом близлежащих отверстий и края плиты.

Главное меню программы:



В настоящее время ЭСПРИ содержит более 70 программ. Часть программ объединена в разделы по тематическому признаку – математика, статика, железобетонные конструкции, стальные конструкции, фундаменты и т.п. Остальные программы представлены отдельно.

Описание основных разделов системы (главное меню)

Раздел «Статика-Динамика-Устойчивость»: (13 программ)

Неразрезные балки

Программа предназначена для статического расчета многопролетной неразрезной балки (до пяти пролетов с двумя консолями). Сечения пролетов могут быть разными, имеется возможность учета податливости опор, нагрузка в трех направлениях задается произвольная. Результатом расчета являются эпюры перемещений, углов поворота, изгибающих моментов и перерезывающих сил.

Фермы

Программа предназначена для определения перемещений узлов и усилий в элементах, которые наиболее часто встречаются в практике, плоских ферм различного очертания.

Параметрические плоские рамы

Программа предназначена для статического расчета наиболее часто встречающихся в практике плоских рам различного очертания. Результатом расчета являются эпюры перемещений, изгибающих моментов, нормальных и перерезывающих сил.

Плоские произвольные рамы

Программа предназначена для статического расчета плоских рам и ферм произвольного очертания под произвольную силовую и деформационную нагрузку. Результатом расчета являются эпюры перемещений, изгибающих моментов, нормальных и перерезывающих сил.

Прямоугольная плита

Программа предназначена для статического расчета прямоугольных плит покрытий и перекрытий с произвольно расположенным прямоугольным отверстием. Опорные закрепления задаются на произвольных участках контура. Нагрузки задаются равномерно распределенными как по всей площади плиты, так и по заданному произвольному штампу, а так же в виде линейных и сосредоточенных сил. Результатом расчета являются из поля усилий и перемещений с выдачей их численных значений в отчет в указанных пользователем точках.

Прямоугольная плита на упругом основании

Программа предназначена для статического расчета прямоугольных плит на упругом основании. Нагрузки задаются равномерно распределенными как по всей площади плиты, так и по заданному произвольному штампу, а так же в виде линейных и сосредоточенных сил. Результатом расчета являются из поля усилий и перемещений, а так же напряжений в основании с выдачей их численных значений в отчет в указанных пользователем точках.

Балка-стенка

Программа предназначена для статического расчета балок-стенок с произвольно расположенным прямоугольным отверстием. Опорные закрепления задаются на произвольных участках нижнего края. Нагрузки задаются неравномерно распределенными или сосредоточенными по верхнему краю. Результатом расчета являются из поля напряжений и перемещений с выдачей их численных значений в отчет в указанных пользователем точках.

Раздел «Железобетон»

Характеристики бетона

Приведены справочные данные по нормативным и расчетным сопротивлениям бетона для предельных состояний первой и второй группы.

Сортамент арматуры

Приведены справочные данные о расчетной площади и теоретической массе погонного метра арматуры в зависимости от количества и диаметра стержней. Программа снабжена различными интеллектуальными функциями: определением соответствия количества и диаметров стержней для заданной площади и др.

Сечения железобетонных элементов

Программа предназначена для подбора арматуры в сечениях железобетонных элементов по первому и второму предельному состоянию в соответствии с различными нормативными документами: СНиП 2.03.01-84*, СНиП 52-01-2003, Eurocode 2, ДСТУ 3760-98, ТСН-100. Типы рассчитываемых сечений включают: прямоугольное, тавровое, двутавровое, уголковое, крестовое, круглое, кольцевое, коробчатое. Реализован расчет на все виды напряженного состояния: центральное сжатие, изгиб, плоское внецентральное сжатие-растяжение, косой изгиб, а также самый общий случай для набора усилий: N , M_x , M_y , $M_{кр}$, Q_x , Q_y .

Расчет ж/б оболочки. Расчет ж/б балки-стенки. Расчет ж/б плиты

Программы предназначены для подбора арматуры в пластинчатых железобетонных элементах по первому и второму предельному состоянию в соответствии с нормативными документами: СНиП 2.03.01-84*, СНиП 52-01-2003, Eurocode 2, ДСТУ 3760-98, ТСН-100.

Расчет неупругих прогибов

Программа предназначена для определения неупругих прогибов многопролетной неразрезной балки (до пяти пролетов с двумя консолями) под произвольные длительно действующие и кратковременные нагрузки. Реализованы: СНиП 2.03.01-84*, СНиП 52-01-2003, Eurocode 2, ДСТУ 3760-98, ТСН-100.

Занятие №2. Расчет ферм.



Фермы

Программа предназначена для определения перемещений узлов и усилий в элементах наиболее часто встречающихся в практике плоских ферм различного очертания.

Этапы работы с программой представлены на рис. 2.1, 2.2, 2.3.

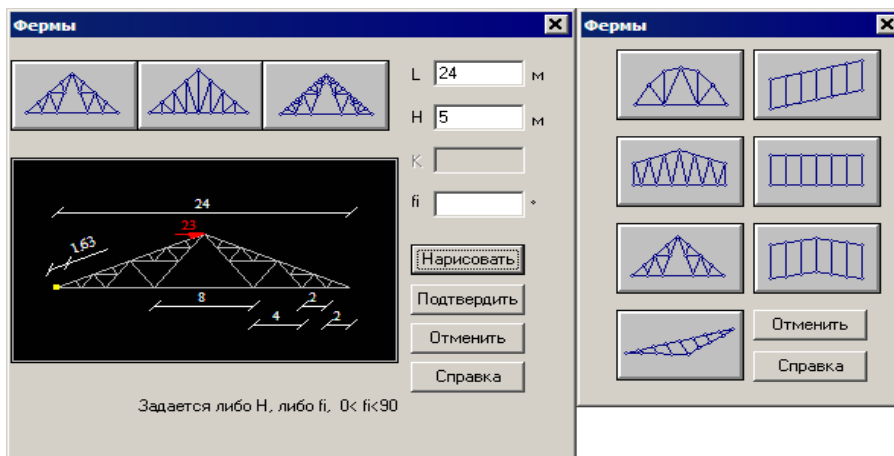


Рис. 2.1 – Выбор фермы

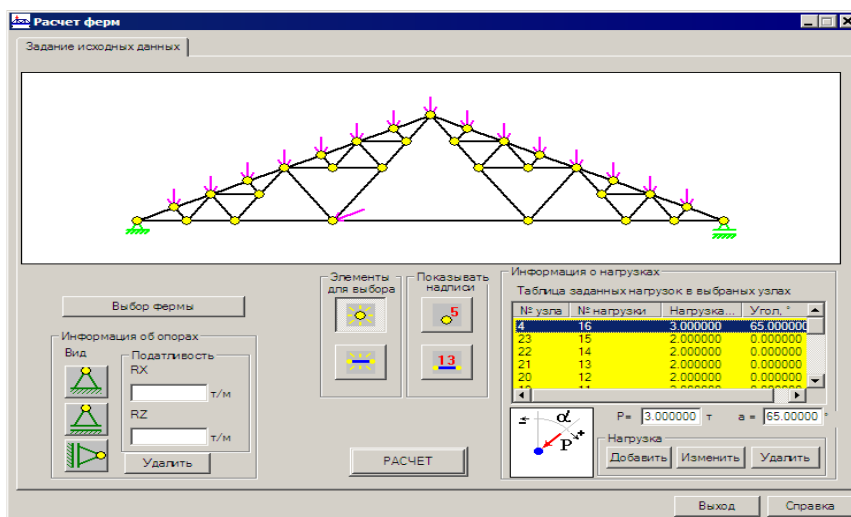


Рис. 2.2 - Задание исходных данных

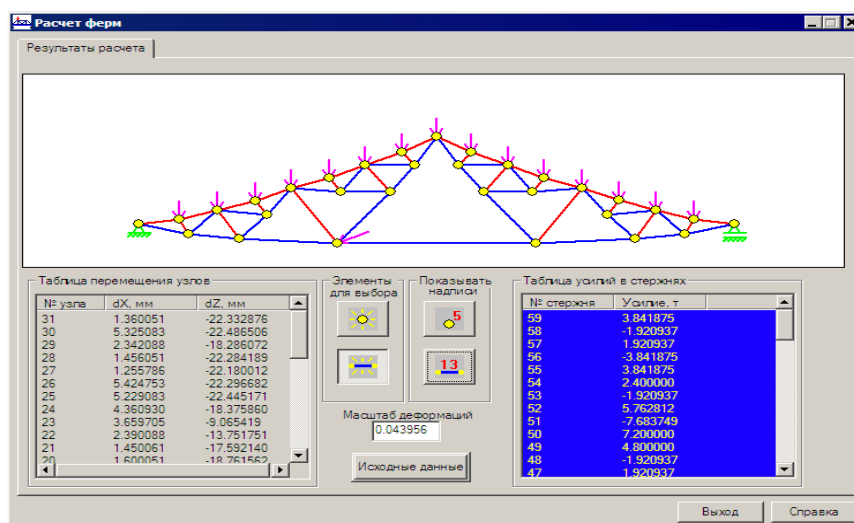


Рис. 2.3 – Результаты расчета

Занятие №3. Расчет рам

3.1

Параметрические плоские рамы
 Программа предназначена для статического расчета наиболее часто встречающихся в практике рам различного очертания.

Этапы работы с программой представлены на рис. 3.1, 3.2, 3.3.

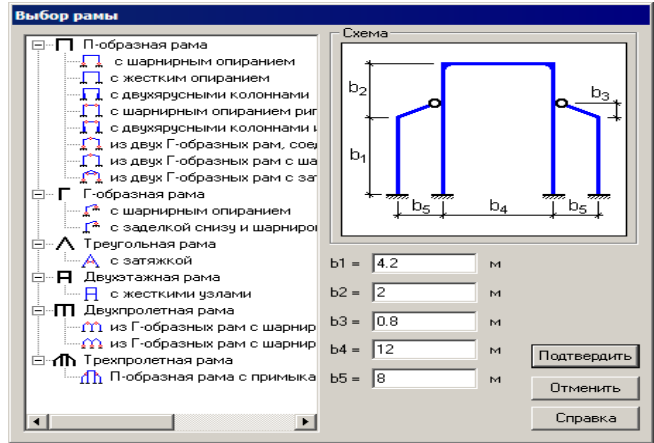


Рис. 3.1 – Выбор рамы

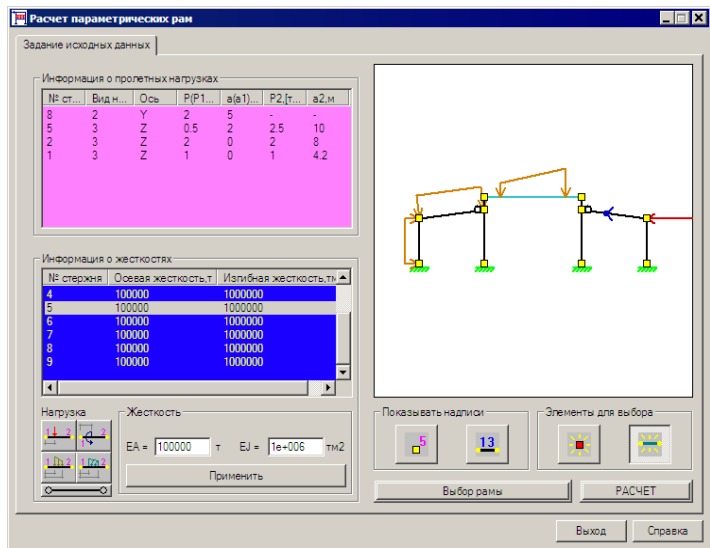


Рис. 3.2 – Задание исходных данных

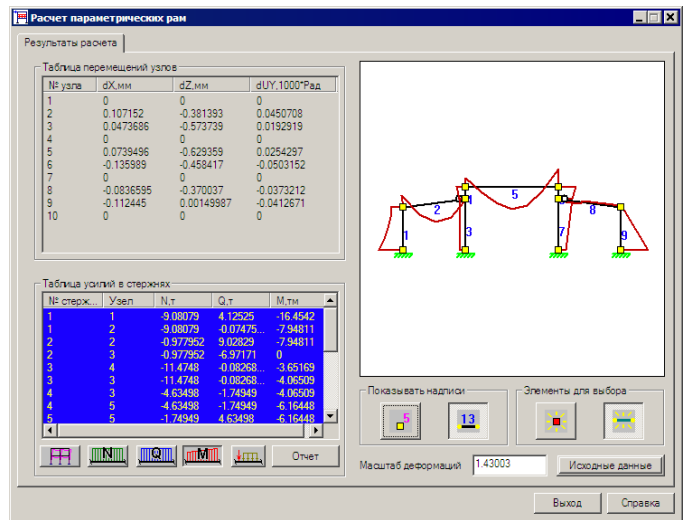


Рис. 3.3 - Результаты расчета

3.2



Плоские произвольные рамы

Программа предназначена для статического расчета плоских рам и ферм произвольного очертания.

Этапы работы с программой представлены на рис. 3.4, 3.5.

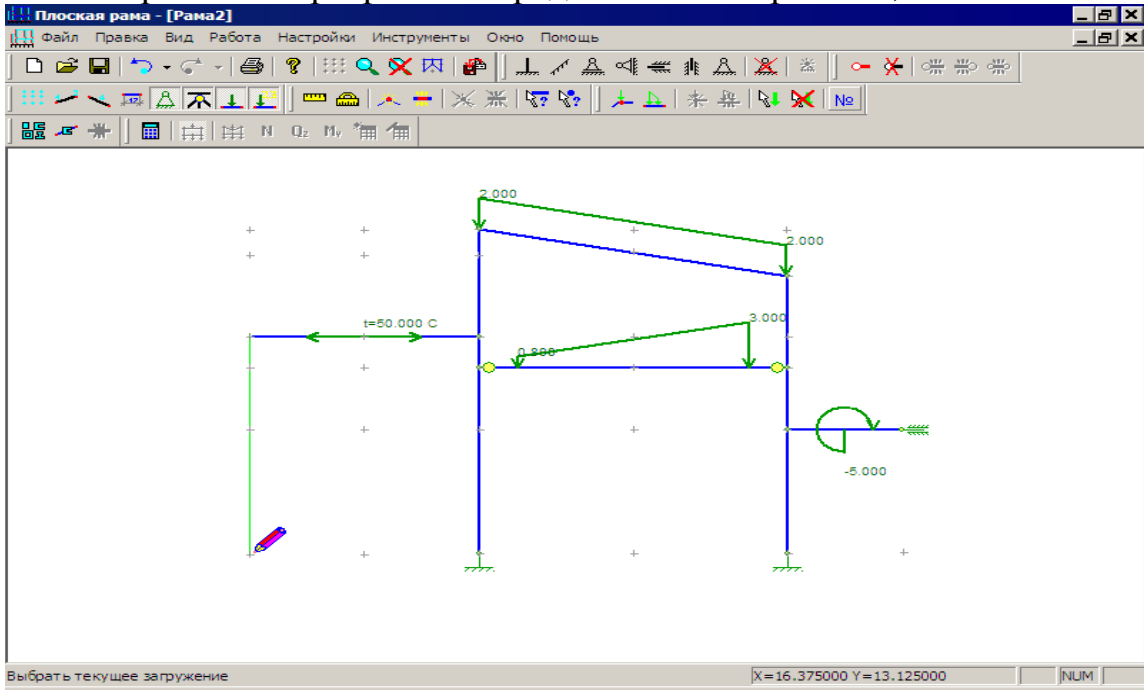


Рис.3.4 – Расчет плоской рамы

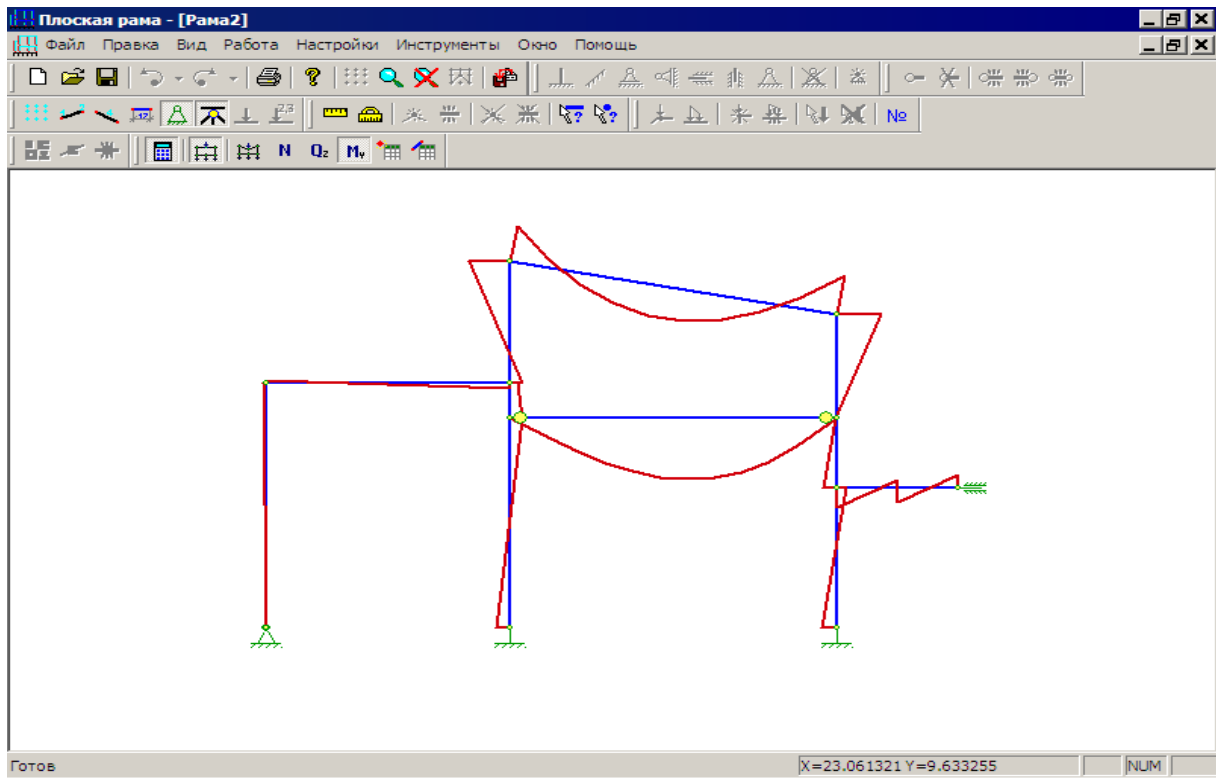


Рис.3.5 - Расчет плоской рамы

Занятие №4. Расчет плит и балок-стенок



Прямоугольная плита на упругом основании

Программа предназначена для статического расчета прямоугольных плит с отверстием на упругом основании.

Этапы работы с программой представлены на рис. 4.1, 4.2, 4.3.

Статический расчет прямоугольной плиты на упругом основании

Исходные данные

Плита: Длина (L) 10 м, Ширина (H) 8 м, Толщина 150 см

Жесткость: E ЗеБ т/м², Nu 0.2

Отверстие: Длина (c) 2.5 м, Ширина (d) 3 м, Привязка: ао 5 м, бо 2.2 м

Коэффициенты постели: C1 1000 т/м³, C2 10000 т/м

Нагрузки: Р = 2 т/м

Таблица заданных нагрузок

Вид нагрузки	P	a	b	a1	b1
сосред. сила	1.2	1.50	1.60	0.0	0.0
распред. сила	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0
прямоуг. шта...	4.8	2.00	4.00	2.20	2.20
линейный шт...	2.0	6.50	1.10	3.10	2.80

Таблица закреплений на текущей стороне

Вид связи	От	До
по Uy	0.0	8.0

Связи: Сторона: левая, Направление связи: Z, Ux, Uy

От: 0.0 м, До: 8.0 м

Добавить, Изменить, Удалить нагрузки, Текущую, Все, РАСЧЕТ, Выход, Справка

Рис. 4.1 - Исходные данные

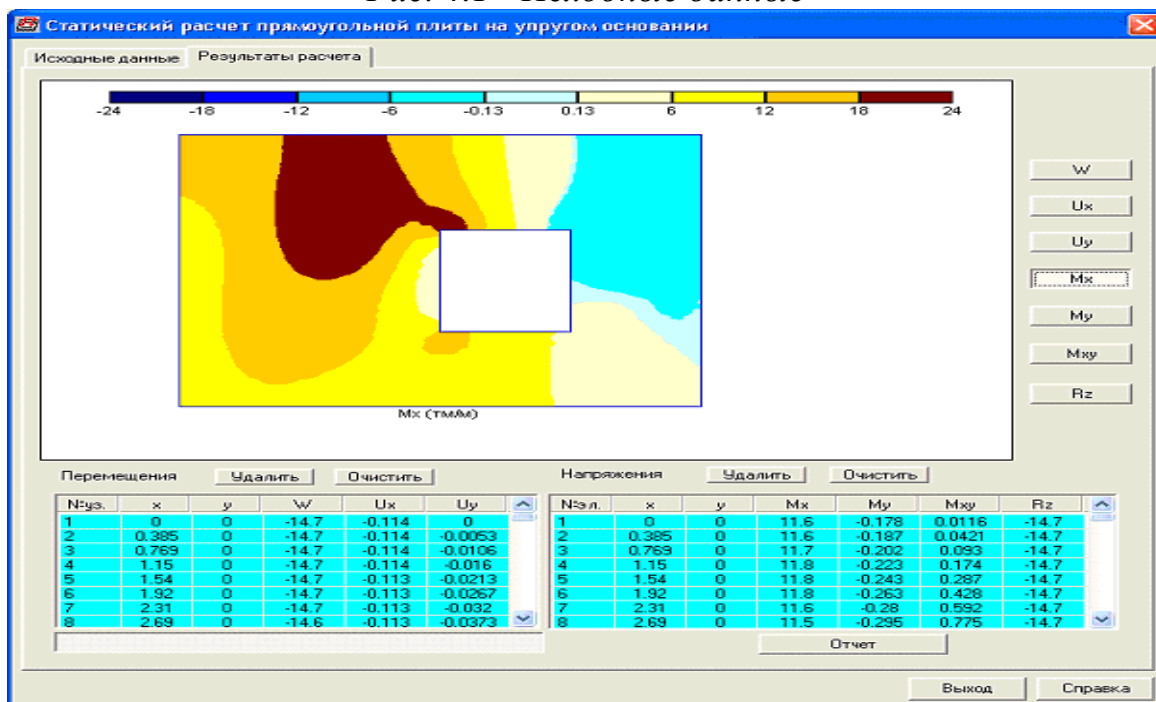


Рис. 4.2 – Расчет прямоугольной плиты

Бака-стенка

Программа предназначена для статического расчета балок-стенок с отверстием.

Статический расчет прямоугольной балки-стенки

Исходные данные

Панель

Ширина (L) 4 м
 Высота (H) 3.2 м
 Толщина 25 см

Жесткость

E ЦеБ т/м²
 Nu 0.2
 Ro 2.75 т/м³

Отверстие

Ширина (c) 2 м
 Высота (d) 1.5 м

Привязка

ao 1 м
 bo 0.8 м

Нагрузки

Направление нагрузки
 Y X

P = 1.2 т/м
 P1 = 0
 a = 0 м
 b = 4 м

Таблица заданных нагрузок

Вид нагрузки	P	P1	a	b
Трапец. сила	2.0	3.8	0.00	4.00
распред. сила	1.2	0.0	0.0	0.0

Таблица закреплений на текущей стороне

Вид связи	От	До
по X	0.0	4.0
по Y	0.0	4.0

Связи

Сторона: низ

Направление связи
 X Y

От 0 м
 До 4 м

Рис. 4.3 – Расчет прямоугольной балки-стенки

Статический расчет прямоугольной балки-стенки

Исходные данные Результаты расчета

Деформ.

X
Y
Sx
Sy
Txu

Перемещения Удалить Очистить

№ уз.	x	y	X	Y
1	0	0	0	0
2	0.143	0	0	0
3	0.286	0	0	0
4	0.429	0	0	0
5	0.571	0	0	0
6	0.714	0	0	0
7	0.857	0	0	0
8	1	0	0	0

Напряжения Удалить Очистить

№ уз.	x	y	Sx	Sy	Txu
1	0	0	-7.12	-59.7	-7.45
2	0.143	0	-7.5	-47.1	-6.01
3	0.286	0	-6.83	-41.2	-4.52
4	0.429	0	-5.92	-36.3	-3.17
5	0.571	0	-4.99	-31.6	-1.74
6	0.714	0	-4.12	-26.4	-0.353
7	0.857	0	-3.34	-20.8	0.746
8	1	0	-2.62	-15	1.36

Рис. 4.4 – Результаты расчета

Занятие № 5. Сбор нагрузок

❄️ Снеговые нагрузки

Программа предназначена для нахождения в интерактивном режиме всех параметров, необходимых для сбора снеговых нагрузок в соответствии со СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», 1989, 2003гг., ДБН В.1.2-2:2006.

Этапы работы с программой представлены на рис. 5.1, 5.2, 5.3.

Рис. 5.1 – Расчет снеговых нагрузок – этап 1

Рис. 5.2 – Расчет снеговых нагрузок – этап 2

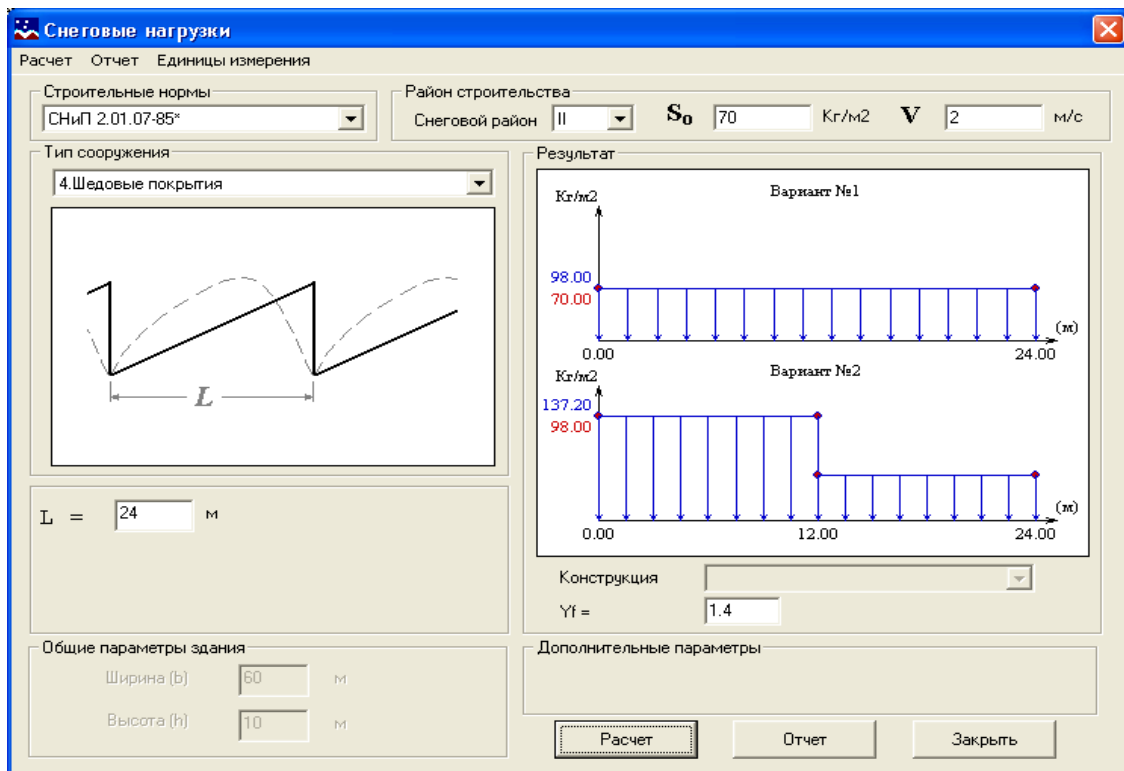


Рис. 5.3 – Расчет снеговых нагрузок – этап 3

Ветровые нагрузки
 Программа предназначена для нахождения в интерактивном режиме всех параметров, необходимых для сбора ветровых нагрузок в соответствии со СНиП 2.01.07-85*, ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия». Реализован расчет для 15 схем сооружений.

Этапы работы с программой представлены на рис. 5.4, 5.5, 5.6.

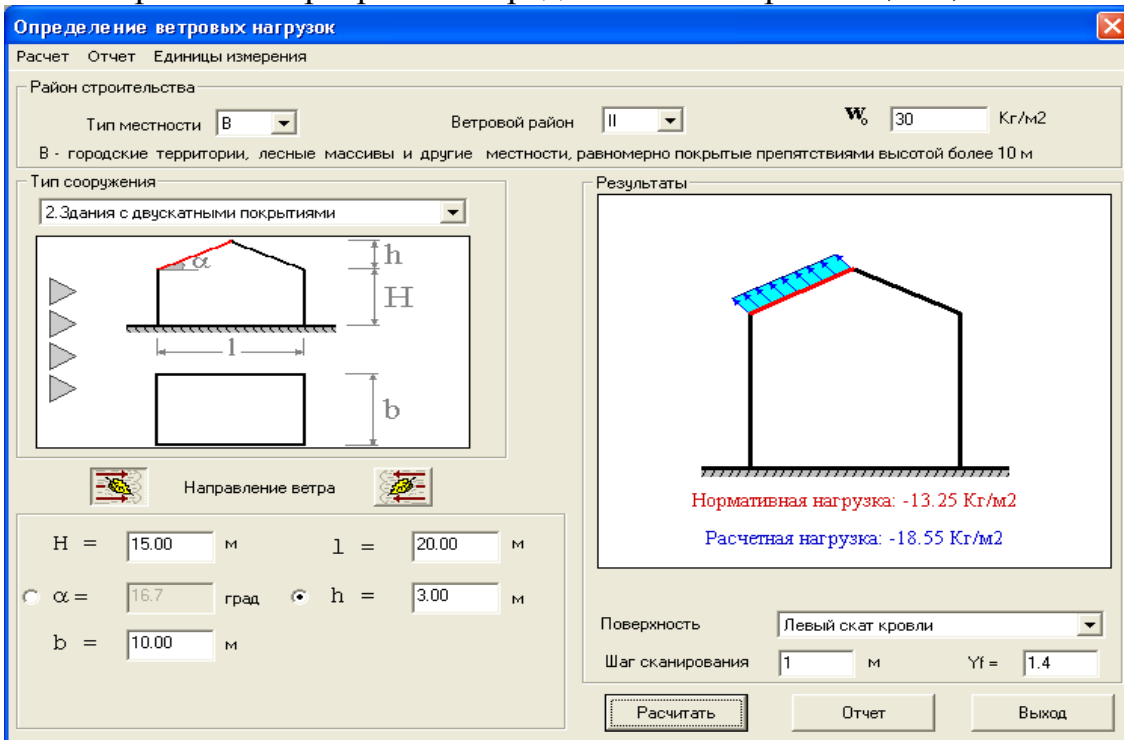


Рис. 5.4 – Расчет ветровых нагрузок – этап 1

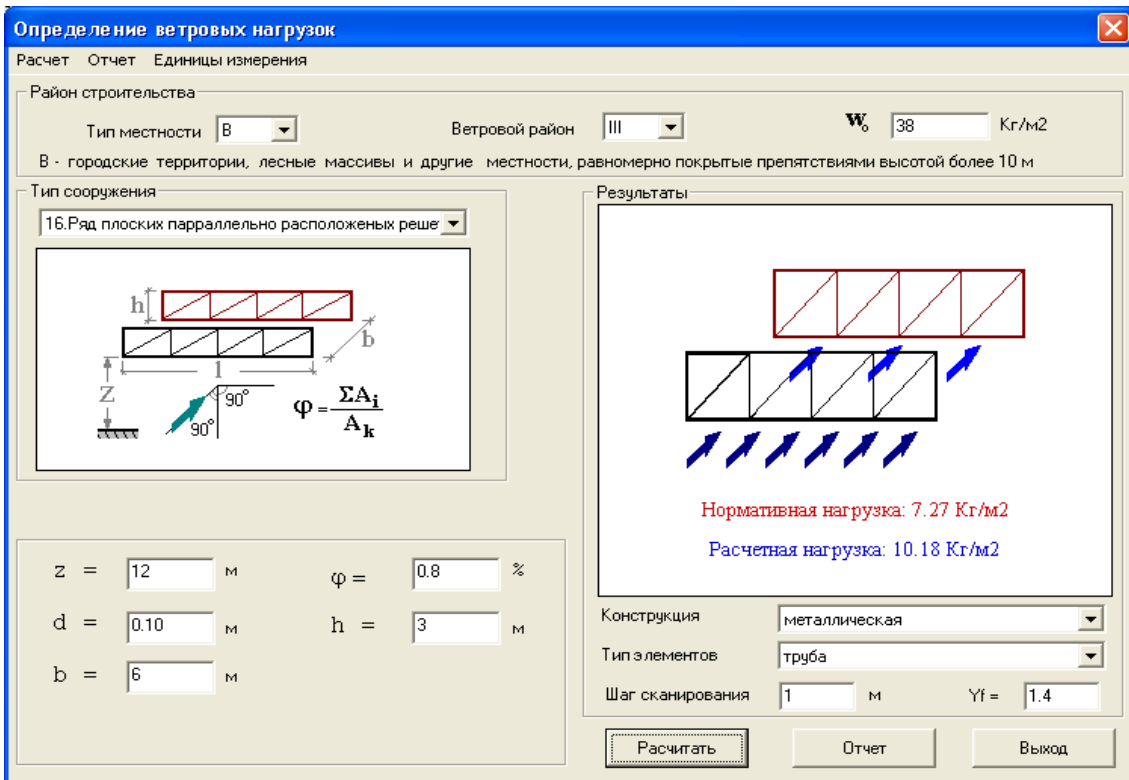


Рис. 5.5 – Расчет ветровых нагрузок – этап 2

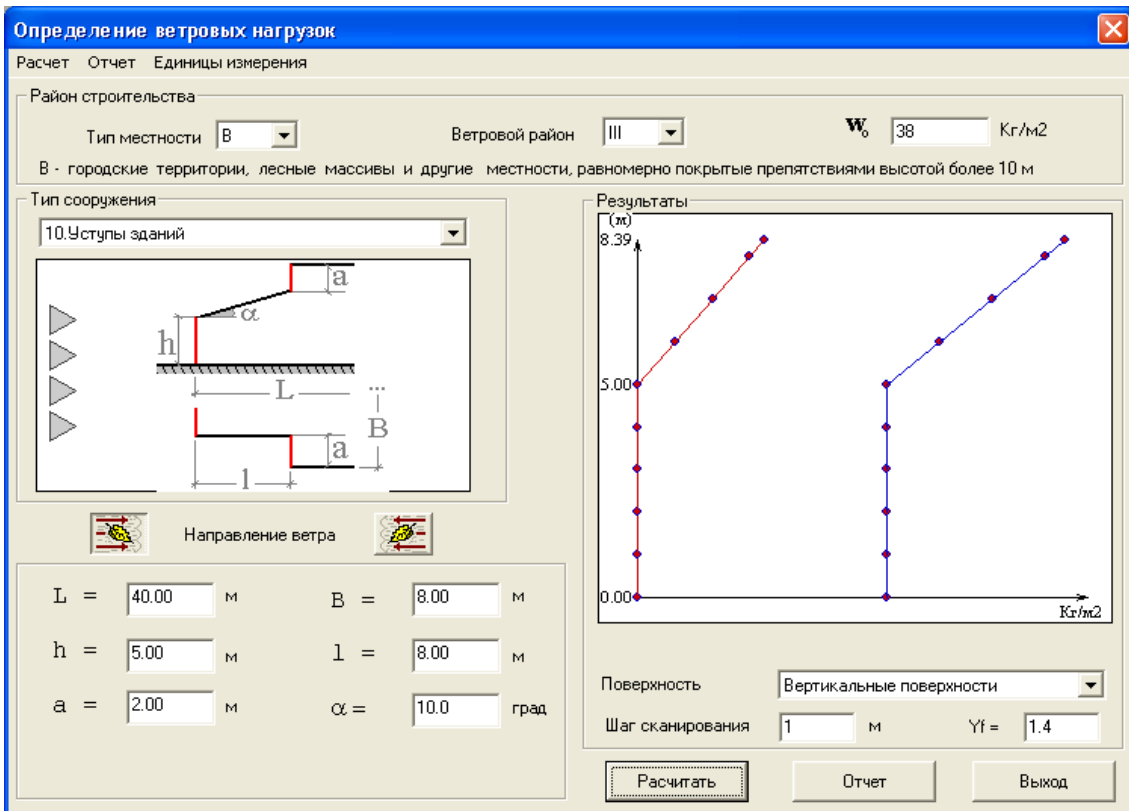


Рис. 5.6 – Расчет ветровых нагрузок – этап 3

2. Задание для РГР

Выполнить расчеты по вариантам задания с использованием пакета программ *BASE* и сравнить с расчетами по программе ЭСПРИ.

1. Base - система общестроительных расчетов

Программа представляет собой систему автоматизированного расчета конструкций из различных областей строительной практики [4]. В отличие от преобладающих сегодня специальных, эта программа предназначена для общестроительных расчетов, она считает практически все на уровне элементных расчетов, считает и небольшие системы элементов. В большинстве случаев этого бывает вполне достаточно. Такой элементный подход имеет и свои преимущества: расчеты выполняются практически мгновенно, исходных данных требуют минимум, пользователь имеет широкие возможности анализа расчетной схемы, меняя те или иные условия расчета.

Необходимая информация по теоретической части расчетов содержится в контекстной справке к каждому конкретному расчету.

Кроме этого имеются калькуляторы и справочники, позволяющие пересчитать диаметр арматуры, определить величину анкеровки стержней, подобрать арматурные сетки по ГОСТ, рассчитать максимально- допустимую длину прокатных элементов, получить геометрические характеристики проката. Имеются каталоги сборного железобетона по плитам перекрытий, сваям, фундаментным блокам и другим элементам, которые можно пополнять. Имеется полная информация по физическим характеристикам различных строительных материалов, включая грунты, производится расчет геометрических характеристик составных сечений.

Основное меню программы представлено на рис. 2.1.1.

Программа состоит из следующих расчетных блоков:

1. блок расчета фундаментов.
2. блок расчета рам и элементов каркаса.
3. блок расчета плит и балок на упругом основании.
4. блок специальных расчетов.
5. блок расчетов архитектора.
6. блок справочник-калькулятор.

Блок расчета фундаментов позволяет производить расчет:

- ленточных, столбчатых и подпорных стен на естественном основании;
- осадки и крена фундаментов на естественном основании;
- просадки фундаментов на естественном основании;
- осадки с учетом влияния соседних фундаментов;
- ленточных, столбчатых и подпорных стен на свайном основании;
- осадки ростверка по кусту, как условного фундамента;
- отдельной сваи на вертикальную нагрузку;
- отдельной сваи на горизонтальную нагрузку и момент;

- осадки отдельной сваи;
- несущей способности свай по результатам полевых испытаний;
- расчет армирования конструкций;
- расчет затрат (составление сметы) на рассчитанные конструкции.



Рис. 2.1.1 – Главное меню

Блок расчета рам и элементов каркаса позволяет производить расчет:

- типовых многоэтажных многопролетных рам;
- типовых одноэтажных одно и многопролетных рам;
- однопролетных и многопролетных балок;
- колонн постоянного сечения и ступенчатых;
- железобетонных плит на распределенную нагрузку;
- листовых конструкций, резервуаров, силосов, бункеров;
- на местное смятие бетона, в т.ч. с косвенным армированием;
- на продавливание, в т.ч. с учетом моментов, подбор поперечной арматуры;
- закладных деталей с различной анкерровкой;

- устойчивости стенки простой и подкрановой балки, с учетом ребер жесткости;
- кладки из различных материалов, в т. ч. армированной, в обойме из уголков, участков над перемычками и т.д.;
- сечений элементов из следующих материалов;
 - стального проката, в т. ч. составного сечения;
 - железобетонных: прямоугольных, таврового, двутаврового, кольцевого, трубобетонного сечений;
 - деревянных, круглого и прямоугольного сечений;
 - сечений железобетонных элементов с жесткой арматурой любого профиля;
- железобетонных плит с включением в работу опалубки из профлиста;
- узлов металлических конструкций различных сечений, сопряжений и сложности;
- узлов деревянных конструкций различного назначения;
- усилия в статически-определимых стержневых конструкциях типа ферм (сталь, дерево);
- усилия в статически-неопределимых конструкциях рамного типа (любой материал).

Блок расчета плит и балок на упругом основании производит расчет:

- усилия и перемещения в сечениях прямоугольных плит с любым типом нагрузок и опор (МКЕ);
- усилия и перемещения в сечениях прямоугольных плит на упругом основании (3 теории);
- усилия и перемещения в балках прямоугольного и таврового сечений на упругом основании (3 теории);
- подобрать армирование элементов, вычертить поля армирования плит.

Блок специальных расчетов позволяет:

- производить расчет ограждающих конструкций по теплопроводности, теплоустойчивости, паро- и воздухопроницаемости;
- производить расчет с учетом теплопроводных включений;
- определить положение точки росы;
- вычертить график распределения температур по толщине конструкции;
- определить расход хозяйственно-питьевых и сточных вод, расход воды на пожаротушение;
- определить диаметр водопроводных труб, потери давления на участке;
- определить диаметр и уклон канализационных труб, пропускную способность стояков;
- определить освещенность по различным методикам, подобрать количество светильников;
- определить сечение и тип проводки согласно ПУЭ;

- рассчитать заземляющее устройство (2 теории);
- определить категорию здания по взрыво - и пожароопасности.

Блок расчетов архитектора позволяет производить расчет:

- естественной освещенности помещений с учетом затенения соседними зданиями;
- инсоляции помещений с учетом застройки территории;
- шума от внешних и внутренних источников;
- аэрации помещений с учетом механической вентиляции и неизвестных неплотностей.

Модуль расчета элементов зданий позволяет производить расчет:

- узлов металлических и деревянных конструкций - для деревянных и металлических сечений добавлена возможность расчета на нагрузку в двух основных плоскостях, в модуле расчета стержневых систем добавлена возможность расчета систем из деревянных элементов;
- типовых многоэтажных многопролетных рам;
- типовых одноэтажных одно- и многопролетных рам;
- однопролетных и многопролетных балок;
- колонн постоянного сечения и ступенчатых;
- железобетонных плит на распределенную нагрузку;
- на местное смятие бетона, в т. ч. с косвенным армированием;
- на продавливание, с подбором поперечной арматуры;
- кладки из различных материалов, в том числе и армированной;
- сечений элементов из следующих материалов:
 - стального проката, в т. ч. составного сечения,
 - железобетонных: прямоугольных, таврового, двутаврового, кольцевого и трубобетонного сечений,
 - деревянных, круглого и прямоугольного сечений;
- баз колонн различных сечений, сопряжений с фундаментом и сложности.

Блок справочник-калькулятор позволяет производить расчет:

- ветровой нагрузки на здание;
- снеговой нагрузки на покрытие;
- полезной нагрузки на перекрытие;
- постоянной нагрузки на перекрытие;
- геометрических характеристик составных сечений из металлопроката;
- масс арматурных сеток по ГОСТ 23279-85 и индивидуальных;
- содержит сортамент прокатных профилей с расчетом предельных свободных длин;
- содержит пополняемый каталог сборных железобетонных конструкций;
- содержит справочник материалов с их физическими характеристиками;

- поверхностей прокатных профилей для окраски;
- объемов земляных работ для различных сооружений (с учетом пристенного дренажа);
- содержит функцию преобразования единиц измерений.

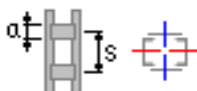
2. Примеры расчетов (отчет)

1. Задача: Расчет сечений элементов

1. - Исходные данные:

- *Материал конструкции:* Стальной прокат.
- *Длина элемента (L) – 3 м*
- *Коэффициент расчетной длины в плоскости рамы (изгиба) – 1.0*
- *Коэффициент расчетной длины из плоскости рамы (изгиба) – 1.0*
- *Шаг соединительных планок (s) – 80.0 см*
- *Ширина планок (a) – 10.0 см*

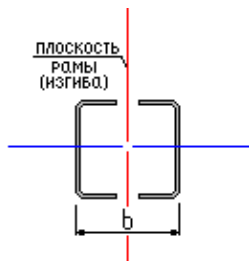
2. - Выводы:



Сечение из стального проката. *Закрепление в пролете – Нет закрепления.*
Нагрузки: $M_{р1} = 3 \text{ тс*м}$, $M_{хр1} = 0 \text{ тс*м}$, $Q_{р1} = 2 \text{ тс}$, $Q_{хр1} = 0 \text{ тс}$, $N = 6 \text{ тс}$. Составное сечение "Короб" Швеллер гнутый ГОСТ 8278-83 310 x 100 x 6, $b = 1 \text{ см}$, $R_y = 2350 \text{ кг/см}^2$

- *По прочности размеры сечения: ДОСТАТОЧНЫ*
- *Коэффициент использования по прочности – 0,29*
- *По устойчивости в плоскости рамы размеры сечения: ДОСТАТОЧНЫ*
- *Коэффициент использования устойчивости – 0,39, гибкости – 0,15*
- *По устойчивости из плоскости рамы размеры сечения: ДОСТАТОЧНЫ*
- *Коэффициент использования устойчивости – 0,39, гибкости – 0,5*
- *Соединительные элементы не считались, недостаточный разбег ветвей.*

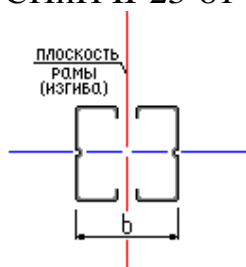
Расчет проведен согласно СНиП II-23-81* "Стальные конструкции".



Сечение из стального проката. *Закрепление в пролете – Нет закрепления.*
Нагрузки: $M_{р1} = 3 \text{ тс*м}$, $M_{хр1} = 0 \text{ тс*м}$, $Q_{р1} = 2 \text{ тс}$, $Q_{хр1} = 0 \text{ тс}$, $N = 6 \text{ тс}$. Составное сечение "Короб" Швеллер ТУ 1121-002-81911396-2008 ГПН 254 x 50 x 2,0, $b = 1 \text{ см}$, $R_y = 2350 \text{ кг/см}^2$

- По прочности размеры сечения: НЕДОСТАТОЧНЫ
- Коэффициент использования по прочности – 1,61
- По устойчивости в плоскости рамы размеры сечения: НЕДОСТАТОЧНЫ
- Коэффициент использования устойчивости – 2,15, гибкости – 0,22
- По устойчивости из плоскости рамы размеры сечения: НЕДОСТАТОЧНЫ
- Коэффициент использования устойчивости – 2,92, гибкости – 1,24
- Соединительные элементы не считались, недостаточный разбег ветвей.

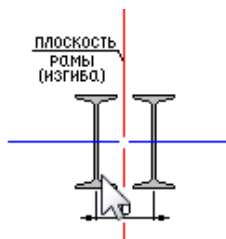
Расчет проведен согласно СНиП II-23-81* "Стальные конструкции".



Сечение из стального проката. Закрепление в пролете – Нет закрепления.
 Нагрузки: $M_{pl} = 3 \text{ тс*м}$, $M_{xpl} = 0 \text{ тс*м}$, $Q_{pl} = 2 \text{ тс}$, $Q_{xpl} = 0 \text{ тс}$, $N = 6 \text{ тс}$.
 Составное сечение "Короб" Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93 16Б2 $b = 1 \text{ см}$,
 $R_y = 2350 \text{ кг/см}^2$

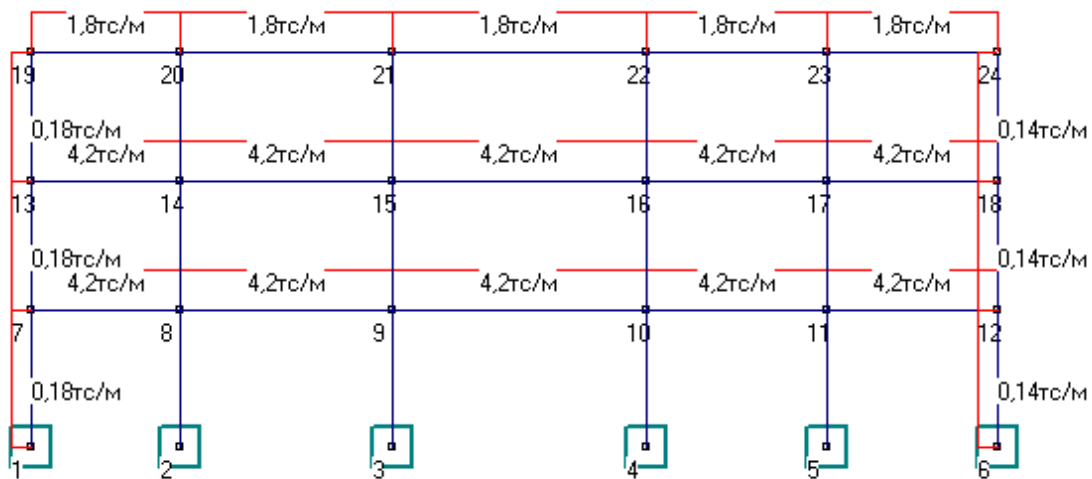
- По прочности размеры сечения: ДОСТАТОЧНЫ
- Коэффициент использования по прочности – 0,65
- По устойчивости в плоскости рамы размеры сечения: ДОСТАТОЧНЫ
- Коэффициент использования устойчивости – 0,87, гибкости – 0,28
- По устойчивости из плоскости рамы размеры сечения: НЕДОСТАТОЧНЫ
- Коэффициент использования устойчивости – 1,03, гибкости – 0,94
- Соединительные элементы не считались, недостаточный разбег ветвей.

Расчет проведен согласно СНиП II-23-81* "Стальные конструкции".



2. Задача: Расчет плоских рам

1. - Исходные данные:



Список узлов системы:

Номер узла,	Координаты X;Y (м)	Вертик. сила (тс)	Горизонт. сила (тс)	Тип опоры
1	X= 1,8; Y= 0	$P_y = 0.00$	$P_x = 0$	заделка
2	X= 6; Y= 0	$P_y = 0.00$	$P_x = 0$	заделка
3	X= 12; Y= 0	$P_y = 0.00$	$P_x = 0$	заделка
4	X= 19,2; Y= 0	$P_y = 0.00$	$P_x = 0$	заделка
5	X= 24,3; Y= 0	$P_y = 0.00$	$P_x = 0$	заделка
6	X= 29,1; Y= 0	$P_y = 0.00$	$P_x = 0$	заделка
7	X= 1,8; Y= 3,8	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
8	X= 6; Y= 3,8	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
9	X= 12; Y= 3,8	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
10	X= 19,2; Y= 3,8	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
11	X= 24,3; Y= 3,8	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
12	X= 29,1; Y= 3,8	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
13	X= 1,8; Y= 7,4	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
14	X= 6; Y= 7,4	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
15	X= 12; Y= 7,4	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
16	X= 19,2; Y= 7,4	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
17	X= 24,3; Y= 7,4	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
18	X= 29,1; Y= 7,4	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
19	X= 1,8; Y= 11	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
20	X= 6; Y= 11	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
21	X= 12; Y= 11	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
22	X= 19,2; Y= 11	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
23	X= 24,3; Y= 11	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный
24	X= 29,1; Y= 11	$P_y = 0$	$P_x = 0$	свободный

Список стержней системы:

Узлы (1,2)	Тип сечения (Состав, Поворот, b, см)	Профиль	Нагрузки (тс/м)	Шарниры	Материал
7, 8	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
8, 9	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
9, 10	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
10, 11	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
11, 12	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
13, 14	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
14, 15	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
15, 16	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
16, 17	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
17, 18	Двутавр ГОСТ 8239-89	16	qx=0, qy=4,2	Нет шарниров	Металл
19, 20	Профиль С-образный SIGMA (SIGMA+)	S170x3	qx=0, qy=1,8	Нет шарниров	Металл
20, 21	Профиль С-образный SIGMA (SIGMA+)	S170x3	qx=0, qy=1,8	Нет шарниров	Металл
21, 22	Профиль С-образный SIGMA (SIGMA+)	S170x3	qx=0, qy=1,8	Нет шарниров	Металл
22, 23	Профиль С-образный SIGMA (SIGMA+)	S170x3	qx=0, qy=1,8	Нет шарниров	Металл
23, 24	Профиль С-образный SIGMA (SIGMA+)	S170x3	qx=0, qy=1,8	Нет шарниров	Металл
1, 7	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0,18, qy=0	Нет шарниров	Металл
7, 13	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0,18, qy=0	Нет шарниров	Металл
13, 19	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0,18, qy=0	Нет шарниров	Металл
2, 8	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
8, 14	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
14, 20	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
3, 9	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
9, 15	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
15, 21	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
4, 10	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
10, 16	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
16, 22	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
5, 11	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
11, 17	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
17, 23	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
6, 12	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0,14, qy=0	Нет шарниров	Металл
12, 18	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0,14, qy=0	Нет шарниров	Металл
18, 24	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	12Б2	qx=0,14, qy=0	Нет шарниров	Металл

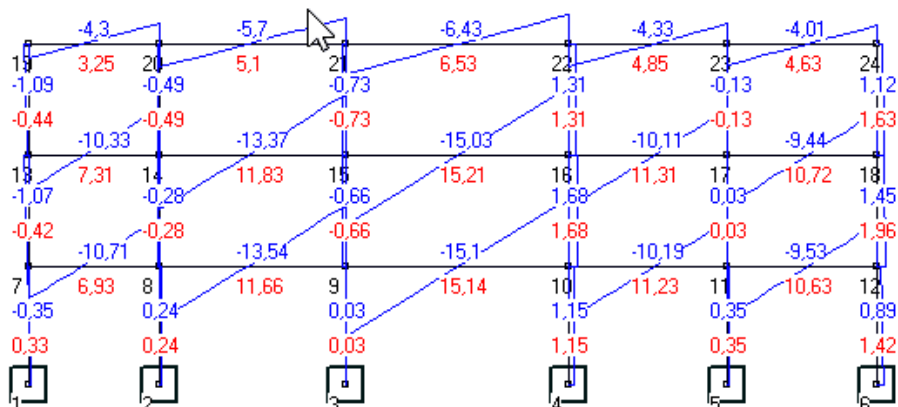
2. - Выводы:
Усилия в стержнях:

1 узел, 2 узел	Mmin / Mmax (тс*м)	Qmin / Qmax (тс)	Nmin / Nmax (тс)
7, 8	-9,75 / 3,9	-10,71 / 6,93	-0,07 / -0,07
8, 9	-15,64 / 6,17	-13,54 / 11,66	-0,58 / -0,58
9, 10	-17,2 / 10,1	-15,1 / 15,14	-1,27 / -1,27
10, 11	-11,45 / 3,55	-10,19 / 11,23	-0,74 / -0,74
11, 12	-8,29 / 5,17	-9,53 / 10,63	-1,06 / -1,06
13, 14	-9,06 / 3,63	-10,33 / 7,31	0,63 / 0,63
14, 15	-15,06 / 6,22	-13,37 / 11,83	0,42 / 0,42
15, 16	-17,55 / 9,98	-15,03 / 15,21	0,35 / 0,35
16, 17	-11,52 / 3,7	-10,11 / 11,31	-0,03 / -0,03
17, 18	-8,63 / 5,05	-9,44 / 10,72	-0,18 / -0,18
19, 20	-3,69 / 1,46	-4,3 / 3,25	1,09 / 1,09
20, 21	-6,33 / 2,68	-5,7 / 5,1	1,57 / 1,57
21, 22	-7,59 / 4,25	-6,43 / 6,53	2,31 / 2,31
22, 23	-4,92 / 1,62	-4,33 / 4,85	1 / 1
23, 24	-3,78 / 2,16	-4,01 / 4,63	1,12 / 1,12
1, 7	-0,6 / -0,26	-0,35 / 0,33	17,5 / 17,5
7, 13	-1,47 / 1,22	-1,07 / -0,42	10,57 / 10,57
13, 19	-1,49 / 1,27	-1,09 / -0,44	3,25 / 3,25
2, 8	-0,66 / 0,24	0,24 / 0,24	53,94 / 53,94
8, 14	-0,47 / 0,52	-0,28 / -0,28	31,56 / 31,56
14, 20	-0,86 / 0,89	-0,49 / -0,49	9,41 / 9,41
3, 9	-0,39 / -0,29	0,03 / 0,03	69,49 / 69,49
9, 15	-1,12 / 1,26	-0,66 / -0,66	40,81 / 40,81
15, 21	-1,26 / 1,37	-0,73 / -0,73	12,23 / 12,23
4, 10	-1,81 / 2,55	1,15 / 1,15	63,95 / 63,95
10, 16	-3,04 / 3,01	1,68 / 1,68	37,62 / 37,62
16, 22	-2,39 / 2,31	1,31 / 1,31	11,28 / 11,28
5, 11	-0,81 / 0,54	0,35 / 0,35	50,61 / 50,61
11, 17	0,01 / 0,1	0,03 / 0,03	29,79 / 29,79
17, 23	-0,2 / 0,25	-0,13 / -0,13	8,95 / 8,95
6, 12	-2 / 2,4	0,89 / 1,42	22,98 / 22,98
12, 18	-3,23 / 2,91	1,45 / 1,96	13,45 / 13,45
18, 24	-2,64 / 2,31	1,12 / 1,63	4,01 / 4,01

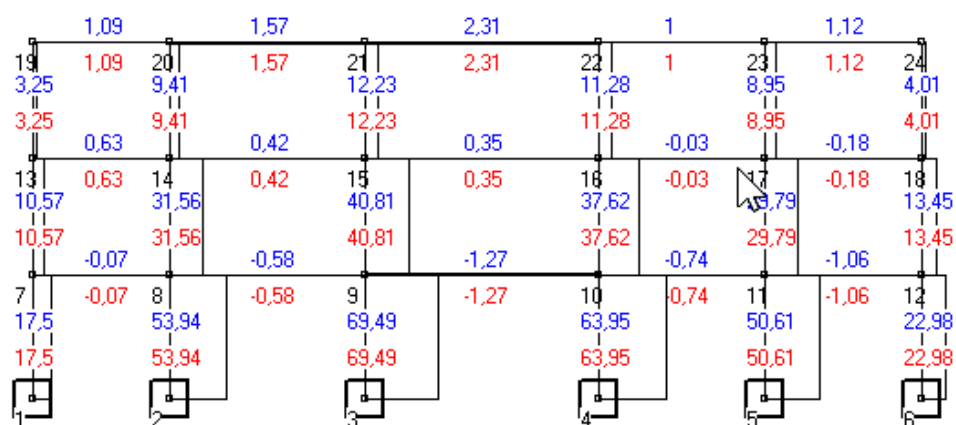
Усилия в местах сопряжения стержней:

1 узел, 2 узел	Усилия в 1 узле М; Q; N (тс и м)	Усилия во 2 узле М; Q; N (тс и м)
7, 8	-1,82; 6,93; -0,07	-9,75; -10,71; -0,07
8, 9	-10,02; 11,66; -0,58	-15,64; -13,54; -0,58
9, 10	-17,2; 15,14; -1,27	-17,04; -15,1; -1,27
10, 11	-11,45; 11,23; -0,74	-8,81; -10,19; -0,74
11, 12	-8,29; 10,63; -1,07	-5,63; -9,53; -1,07
13, 14	-2,73; 7,31; 0,63	-9,06; -10,33; 0,63
14, 15	-10,43; 11,83; 0,42	-15,06; -13,37; 0,42
15, 16	-17,55; 15,21; 0,35	-16,92; -15,03; 0,35
16, 17	-11,52; 11,31; -0,03	-8,47; -10,11; -0,03
17, 18	-8,63; 10,72; -0,18	-5,55; -9,44; -0,18
19, 20	-1,49; 3,26; 1,09	-3,69; -4,3; 1,09
20, 21	-4,55; 5,1; 1,58	-6,33; -5,7; 1,58
21, 22	-7,59; 6,53; 2,31	-7,24; -6,43; 2,31
22, 23	-4,92; 4,85; 1	-3,58; -4,33; 1
23, 24	-3,78; 4,63; 1,12	-2,31; -4,01; 1,12
1, 7	-0,56; 0,33; 17,5	-0,6; -0,35; 17,5
7, 13	1,22; -0,42; 10,57	-1,47; -1,07; 10,57
13, 19	1,27; -0,44; 3,26	-1,49; -1,09; 3,26
2, 8	-0,66; 0,24; 53,93	0,24; 0,24; 53,93
8, 14	0,52; -0,27; 31,56	-0,47; -0,27; 31,56
14, 20	0,89; -0,49; 9,41	-0,86; -0,49; 9,41
3, 9	-0,39; 0,03; 69,49	-0,29; 0,03; 69,49
9, 15	1,26; -0,66; 40,81	-1,12; -0,66; 40,81
15, 21	1,37; -0,73; 12,23	-1,26; -0,73; 12,23
4, 10	-1,81; 1,15; 63,95	2,55; 1,15; 63,95
10, 16	-3,04; 1,68; 37,62	3,01; 1,68; 37,62
16, 22	-2,39; 1,31; 11,28	2,32; 1,31; 11,28
5, 11	-0,81; 0,35; 50,61	0,53; 0,35; 50,61
11, 17	0,01; 0,02; 29,79	0,1; 0,02; 29,79
17, 23	0,25; -0,13; 8,95	-0,2; -0,13; 8,95
6, 12	-2; 1,42; 22,98	2,4; 0,89; 22,98
12, 18	-3,23; 1,96; 13,45	2,91; 1,45; 13,45
18, 24	-2,64; 1,63; 4,01	2,31; 1,12; 4,01

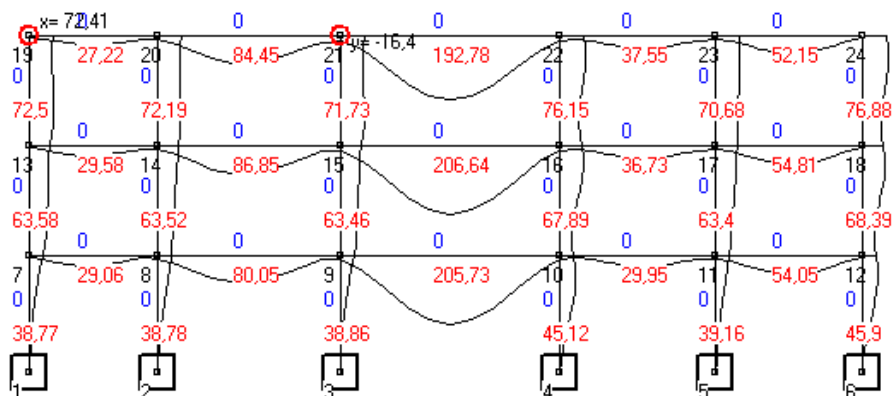
Эпюра моментов в элементах системы:



Эпюра поперечных сил в элементах системы:



Эпюра продольных сил в элементах системы:



Эпюра перемещений в элементах системы:

Максимальное перемещение вдоль оси X в узле 19 = 72,409 мм
 Максимальное перемещение вдоль оси Y в узле 21 = 16,4 мм
 Максимальный прогиб элемента в пролете = 206,635 мм

3. Структура, содержание, объём отчета.

Варианты и объем задания согласовываются с преподавателем.

ОТЧЕТ создается в MS Word и должен содержать следующие части:

1. Титульный лист. (Название работы, дата, Ф.И.О, группа, кафедра, преподаватель).

2. По каждой задаче:

-Постановка задачи (что дано, что сделать).

-Результаты решения.

-Графические материалы, экраны, вставленные из программ.

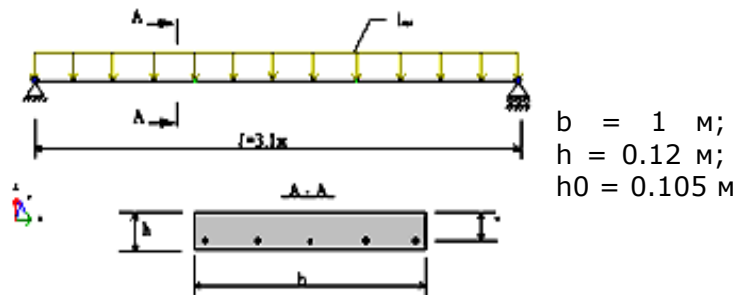
(В файл отчета –(Word-документ) - методом копировать/вставить : данные, схемы, результаты и написать текстовые пояснения).

3. Выводы.

4. Сравнительные результаты представить в виде (пример отчета):

Железобетонная балка под распределенной нагрузкой.

Геометрия:



Характеристика материала:

Бетон тяжелый марки В25: $E_b = 2.7 \times 10^4 \text{ МПа}$, $R_{b,ser} = 1.6 \text{ МПа}$, $\nu = 0.2$.
Растянутая арматура класса А-II: $E_s = 2.1 \times 10^5 \text{ МПа}$; площадь арматуры: $A_s = 393 \text{ мм}^2$.

Граничные условия: Свободное опирание.

Нагрузки: Равномерно распределенная нагрузка $q = 7 \text{ кН/м}$.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

Точка	Искомая величина	Результаты расчета (ЭСПРИ)	Результаты расчета (BASE)	Погрешность, %
1/2	Прогиб δ , мм	13,5	13,9493	3,33
	M , кНм	8,4	8,40875	0,1
	Предельный момент M , тм	1,145	1,15756	1,1

5. Приложения (файлы на диске).

Список источников

1. Барабаш М. С. Компьютерные технологии в строительстве: Учебное пособие. – К.: НАУ, 2008. – 172 с.
2. Городецкий А. С., Шмуклер В. С., Бондарев А. В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. Учебное пособие. – Х.: НТУ "ХПИ", 2003. – 889 с.
3. Сайт программ ЛИРА-САПР, ЭСПРИ: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: **<http://www.liraland.ru/>**.
4. Сайт программы Base: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: **<http://www.basegroup.su/>**.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки
до виконання практичних занять і розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

«Інформаційні технології в проектуванні»

(для студентів 5 курсу спеціальності
7.06010101 – «Промислове і цивільне будівництво»
заочної форми навчання)

(рос. мовою)

Укладачі: **Шаповалов** Анатолій Леонідович,
Гринчак Микола Васильович,
Кузьмичова Катерина Володимирівна,
Протопопова Валентина Петрівна

Відповідальна за випуск: *К. В. Кузьмичова*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання: *К. А. Алексанян*

План 2011, поз. 459М

Підп. до друку 24.11.2011р.

Формат 60×84/16

Друк на різнографі.

Ум. друк. арк. 1,6

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12.05.2011р.