



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
**«АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ
ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Профиль программы
«ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ»

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства
кафедра строительства

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций.

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ОПК-6: Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов;</p> <p>ПК-7: Способен разрабатывать проектную документацию системы газоснабжения (сетей газораспределения и газопотребления) объектов капитального строительства</p>	<p>ОПК-6.6: Использование средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов при определении основных параметров инженерных систем здания и подготовки проектной документации;</p> <p>ПК-7.2: Создание информационной модели системы газоснабжения (сетей газораспределения и газопотребления) объектов капитального строительства</p>	<p>Автоматизированное проектирование систем теплогазоснабжения и вентиляции</p>	<p><u>Знать:</u> современные методы и средства автоматизации в сфере систем теплогазоснабжения и вентиляции.</p> <p><u>Уметь:</u> определять основные параметры инженерных систем зданий для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками систематизации необходимой информации; навыками автоматизированного проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции по результатам анализа основных параметров инженерных систем здания.</p>

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;

- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания по отдельным темам;
- задание по темам практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся:

- промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания по дисциплине представлены в Приложении № 1. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 2: «зачтено» – 41-100 % правильных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов.

3.2 В приложении № 1 приведены типовые задания по темам практических занятий. Исходные данные расчетного задания выбираются в зависимости от номера варианта, который определяется преподавателем.

Консультации по выполнению расчетного задания и его проверка проводятся преподавателями в часы индивидуальных консультаций. Оценивание осуществляется по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания представлены в таблице 2.

3.3 В Приложении № 3 приведены задания и контрольные вопросы по лабораторным работам. По результатам выполнения лабораторной работы составляется отчет. Защита отчетов проводится либо на очередном лабораторном занятии, либо в часы консультаций преподавателя. Оценивание выполняется по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания представлены в таблице 2.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет выставляется по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. Оценку

«зачтено» выставляется студентам, получившим положительную оценку по результатам выполнения и защиты практических заданий и лабораторных работ, тестирования.

4.2 Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов ре-	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии	В состоянии решать поставленные задачи в со-	Не только владеет алгоритмом и понимает его ос-

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
шения профессиональных задач	соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	с заданным алгоритмом	ответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	новы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Автоматизированное проектирование систем теплогазоснабжения и вентиляции» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры строительства (протокол № 5 от 19.04.2022 г.).

Заведующий кафедрой



В. А. Пименов

Приложение № 1

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вариант 1

ОПК-6: Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов;

Индикатор ОПК-6.6: Использование средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов при определении основных параметров инженерных систем здания и подготовки проектной документации.

<i>1. Цель автоматизации проектирования состоит в (несколько ответов)</i>	
1. повышение качества продукции	3. обеспечение безопасности
2. освобождение человека от участия в производственном процессе	4. увеличение производительности

<i>2. Система, относящая к автоматизированным...</i>	
1. использующая искусственный интеллект	3. работающая в диалоге с человеком
2. работающая удаленно	4. работающая без участия человека

<i>3. Проектированием является...</i>	
1. процесс создания описания изготовления объекта	3. выполнение расчетов
2. выполнение чертежей	4. создание пояснительной записки

4. Средства, предназначенные для взаимодействия человека с программой, называются ...

<i>5. Этапы проектирования называют ...</i>	
1. кварталы	3. декады
2. стадии	4. разделы

ПК-7: Способен разрабатывать проектную документацию системы газоснабжения (сетей газораспределения и газопотребления) объектов капитального строительства.

Индикатор ПК-7.2: Создание информационной модели системы газоснабжения (сетей газораспределения и газопотребления) объектов капитального строительства.

6. Вид графики, используемый при разработке чертежей на компьютере, называется ...

<i>7. Основное преимущество трехмерных моделей для проектирования</i>	
1. простота выполнения	3. компактность
2. наглядность	4. возможность выполнения расчетов

<i>8. Операция преобразования пиксельного изображения в векторное</i>	
1. конверсия	3. векторизация
2. генерация	4. растеризация

<i>9. Российский графический редактор для выполнения чертежей</i>	

<i>10. Метод расчета температурных полей, наиболее широко применяемый в САПР</i>	
1. конечных разностей	3. наименьших квадратов
2. конечных элементов	4. граничных элементов

Вариант 2

ОПК-6: Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов;

Индикатор ОПК-6.6: Использование средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов при определении основных параметров инженерных систем здания и подготовки проектной документации.

<i>1. Организационно-техническая система, входящая в проектную организацию и осуществляющая проектирование при помощи компьютеров</i>	
1. система автоматизированного проектирования.	3. система автоматического проектирования.
2. проектный отдел	4. производственный отдел

<i>2. Назначение САПР</i>	
1. выпуск документации	3. сокращение трудоёмкости проектирования и планирования
2. повышение дисциплины	4. выполнение расчетов

<i>3. Направление развития современных САПР (несколько правильных ответов):</i>	
1. применение трехмерных моделей	3. использование локальных сетей
2. связь с подготовкой производства	4. использование облачных технологий

<i>4. Стадии (этапы) проектирования подразделяют на составные части, называемые ...</i>

<i>5. Вид графики, применяемой в САПР:</i>	
1. пиксельная	3. растровая
2. векторная	4. фрактальная

ПК-7: Способен разрабатывать проектную документацию системы газоснабжения (сетей газораспределения и газопотребления) объектов капитального строительства.

Индикатор ПК-7.2: Создание информационной модели системы газоснабжения (сетей газораспределения и газопотребления) объектов капитального строительства.

6. Трехмерная модель, которая может быть использована для расчета температурных полей в строительной конструкции, ...

7. Основа для создания твердотельной модели в КОМПАСЕ

1. точка	3. отрезок
2. фрагмент	4. эскиз

8. Основные преимущества метода конечных элементов (несколько правильных ответов)

1. небольшие затраты машинной памяти	3. простота учета материала модели
2. простой алгоритм	4. универсальность

9. Сертификация программной продукции для строительства является обязательной процедурой.

10. Общим требованием к специальному программному обеспечению является

1. возможность коллективной работы	3. наличие доступа к коду программы
2. соответствие действующим нормативным документам	4. возможность удаленной работы

Вариант 3

ОПК-6: Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов;

Индикатор ОПК-6.6: Использование средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов при определении основных параметров инженерных систем здания и подготовки проектной документации.

1. Целью автоматизации проектирования является (несколько правильных ответов)

1. повышение качества продукции	3. обеспечение безопасности
2. освобождение человека от участия в процессе	4. увеличение производительности

2. Необходимым для работы САПР является

1. только технические средства	3. технические средства, программы и кадры
2. только программная продукция	4. только квалифицированные кадры

3. Технические средства необходимые для САПР

1. рабочие станции, устройства ввода-вывода	3. только персональные компьютеры
2. графические процессоры	4. вычислительные сети

4. Система, в которой человек участвует в управлении, вводя новые данные, называется ...

5. Специфика графических редакторов САПР	
1. пиксельная графика	3. растровая графика
2. векторная графика	4. нет специфики

ПК-7: Способен разрабатывать проектную документацию системы газоснабжения (сетей газораспределения и газопотребления) объектов капитального строительства.

Индикатор ПК-7.2: Создание информационной модели системы газоснабжения (сетей газораспределения и газопотребления) объектов капитального строительства.

6. Вид трехмерной модели, в которой описываются только ребра объекта, называется ...

7. Операция преобразования векторного изображения в пиксельное называется ...	
1. векторизация	3. конверсия
2. оборот	4. растеризация

8. Графический редактор, работающий с векторным и пиксельным изображением	
1. пользовательский	3. гибридный
2. продвинутый	4. универсальный

9. Линия, с помощью которой, на чертеже создаются кривые (лекальные) линии ...

10. Единица измерения размера программы	
1. печатные листы	3. страницы
2. гигабайты	4. пиксели

Приложение № 2

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМАМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Задание 1. Расчет теплопотерь помещений

Рассчитать тепловые потери двух помещений первого этажа 101 и 102 с учетом инфильтрации. Размеры (рис. П.1) выбрать из таблицы П.1 в соответствии с заданным вариантом. Расчетная температура внутреннего воздуха в жилой комнате + 21 °С, на кухне +18°С относительная влажность 60%. Окна двойные в деревянных переплетах 1,2x1,5 м. Расчетная высота от уровня земли до верха окна $h = 3,10$ м, при расстоянии от пола до подоконника 0,9м. Напольное перекрытие находится над неотапливаемым подвалом с температурой воздуха +5 °С. Приведенное термическое сопротивление наружной стены следует определить по исходным данным в таблице П.2. Приведенные термические сопротивления других ограждений принять равным требуемым. Следует определить потери через наружные стены, окна и полы для обоих помещений.

Результаты решения для отчета.

1. Результаты расчета теплотехнических характеристик ограждений.
2. Теплопотери ограждающих конструкций по двум помещениям.
3. Копии экрана с результатами расчетов теплопотерь по помещениям 101 и 102.

Таблица П.1

№ Варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
а, мм	5000	5200	4800	4600	4400	4000	4200	4500	4700	4500
б и в, мм	4000	4200	4400	4500	4300	3900	4100	3800	4000	4500
Населенный пункт	Архангельск	Тверь	Воронеж	Иваново	Иркутск	Кострома	Липецк	Омск	Томск	Чита
Ориентация окон	В	З	Ю	ЮЗ	ЮВ	С	СВ	СЗ	ЮЗ	СЗ

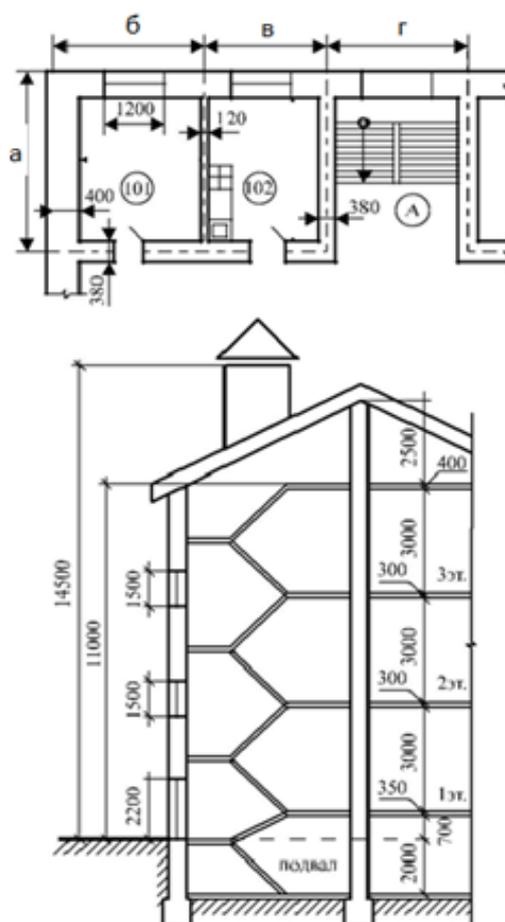


Рис. П.1

Таблица П.2 – Материалы ограждающей конструкции

№ варианта	Материалы (по направлению снаружи вовнутрь помещения)	Толщина, мм	№ варианта	Материалы (по направлению снаружи вовнутрь помещения)	Толщина мм
0	Сплошной силикатный кирпич Маты минераловатные прошивные Сплошной силикатный кирпич Лист гипсокартонный	120 75 250 15	5	Пустотный силикатный кирпич Маты стекловолоконные Сплошной силикатный кирпич Штукатурка (ц/п раствор)	120 70 380 15
1	Пустотный силикатный кирпич Маты стекловолоконные Сплошной силикатный кирпич Штукатурка (ц/п раствор)	120 75 250 15	6	Гранит Плиты минераловатные полужесткие Сплошной силикатный кирпич Лист гипсокартонный	120 68 380 15
2	Гранит Плиты минераловатные полужесткие Керамический пустотный кирпич Лист гипсокартонный	120 75 250 15	7	Сплошной силикатный кирпич Маты минераловатные прошивные Сплошной силикатный кирпич Штукатурка (ц/п раствор)	120 70 250 15

№ варианта	Материалы (по направлению снаружи вовнутрь помещения)	Толщина, мм	№ варианта	Материалы (по направлению снаружи вовнутрь помещения)	Толщина, мм
3	Керамический пустотный кирпич Плиты минераловатные полужесткие Сплошной силикатный кирпич Штукатурка (ц/п раствор)	120 75 250 15	8	Пустотный силикатный кирпич Маты стекловолоконные Сплошной силикатный кирпич Лист гипсокартонный	120 80 120 15
4	Керамический пустотный кирпич Плиты минераловатные полужесткие Керамический пустотный кирпич Лист гипсокартонный	120 75 380 15	9	Керамический пустотный кирпич Плиты минераловатные полужесткие Керамический пустотный кирпич Штукатурка (ц/п раствор)	120 75 380 15

Задание 2. Проектирование системы приточной вентиляции

Спроектировать систему приточной механической вентиляции (рис. П.2) с раздачей воздуха в рабочую зону. Количество перемещаемого воздуха и длины участков даны в таблице П.3. Температура внутреннего воздуха 18 °С, температура наружного воздуха в холодный период минус 19 °С.

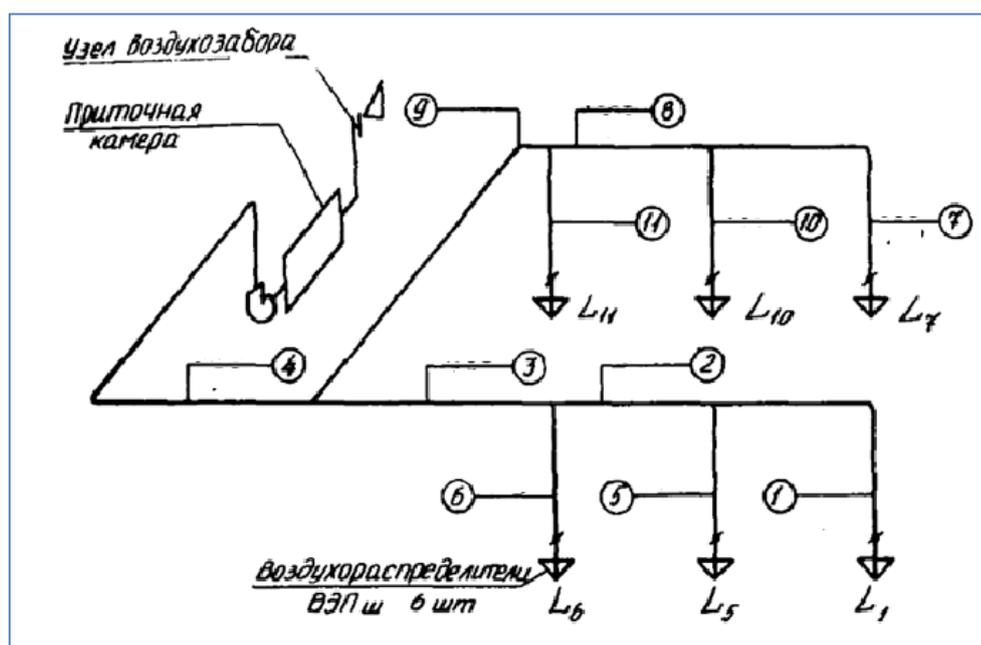


Рис.П.2. – Аксонометрическая схема приточной вентиляции с механическим побуждением

Таблица П.3

№ варианта	Расходы приточного воздуха на каждом воздухо-распределителе, м ³ /ч	Длины участков, м							
		L1	L2	L3	L4	L7	L8	L9	остальные
1	500	4,0	1,5	1,5	5,0	4,0	2,0	3,0	3
2	625	5,0	2,5	2,5	6,0	4,0	2,0	3,0	3
3	750	7,0	3,5	3,5	8,0	4,0	5,0	3,0	3
4	875	7,5	4,0	4,0	9,0	7,0	4,0	3,0	3
5	1000	8,0	5,5	5,5	8,5	4,0	5,0	3,0	3
6	1125	8,5	6,5	6,5	9,0	4,0	6,3	3,0	3
7	1250	9,0	2,5	2,5	9,5	4,0	5,0	4,0	4
8	1375	14,0	8,0	8,0	10,0	4,7	7,5	4,0	4
9	1500	14,5	6,0	6,0	10,5	5,0	6,0	4,0	4
0	1625	15,0	6,5	6,5	11,0	6,0	6,5	4,0	4

Результаты решения для отчета:

1. Результаты аэродинамического расчета,
2. Техлист подбора приточной камеры,
3. Заполненная спецификация,
4. Заполненный паспорт системы.

Задание 3. Расчет тупиковой сети низкого давления

Определить расчетные расходы газа, потери давления и диаметры газопроводов на участках сети, используя исходные данные, приведенные в таблице П.4. Жилой поселок однородной застройки снабжается природным газом ($\rho = 0,730 \text{ кг/м}^3$) значение кинематической вязкости природного газа $14,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Подача газа в распределительную газовую сеть осуществляется из ГРП под давлением 3000 Па (рис.П.3). Давление газа у потребителей не менее 1800Па. При выполнении гидравлического расчета газопроводов с учетом степени шума, создаваемого движением газа, следует принимать скорости движения газа не более 7 м/с. Потери

давления на разветвлении А принять 30 Па, а на В – 40 Па. Условную шероховатость стенок труб принять 0,1мм.

Результаты решения для отчета:

1. Таблица результатов расчетов,
2. Расчетная схема сети.

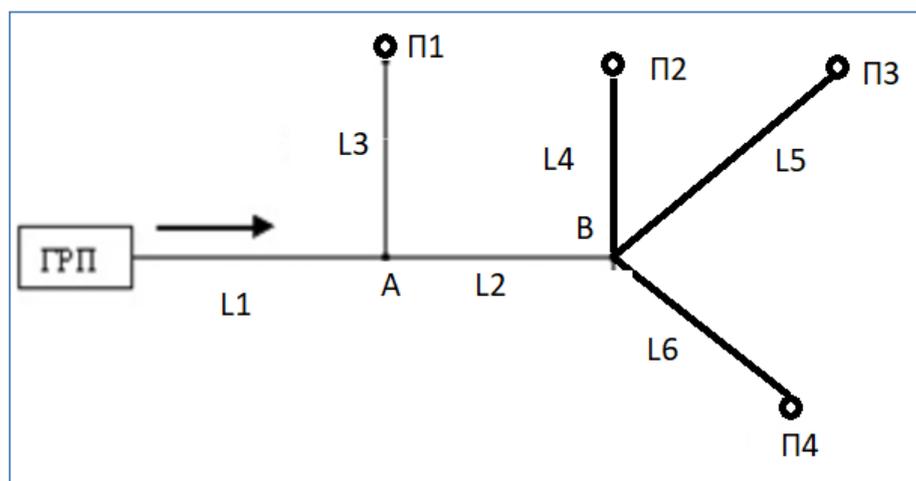


Рис. П.3 – Схема тупиковой сети

Таблица П.4

№ варианта	Расход газа у потребителей, м ³ /час				Длины участков, м			
	П1	П2	П3	П4	L1	L2	L3	L4...L6
0	210	300	280	355	250	280	180	80
1	180	150	220	258	450	280	150	70
2	190	155	290	275	400	180	200	55
3	215	340	280	355	150	260	180	80
4	180	150	220	258	178	150	180	62
5	190	155	290	275	325	290	300	95
6	212	300	235	355	550	180	220	75
7	180	155	220	258	485	195	180	85
8	195	175	290	275	298	220	320	65
9	210	340	270	355	350	280	280	60

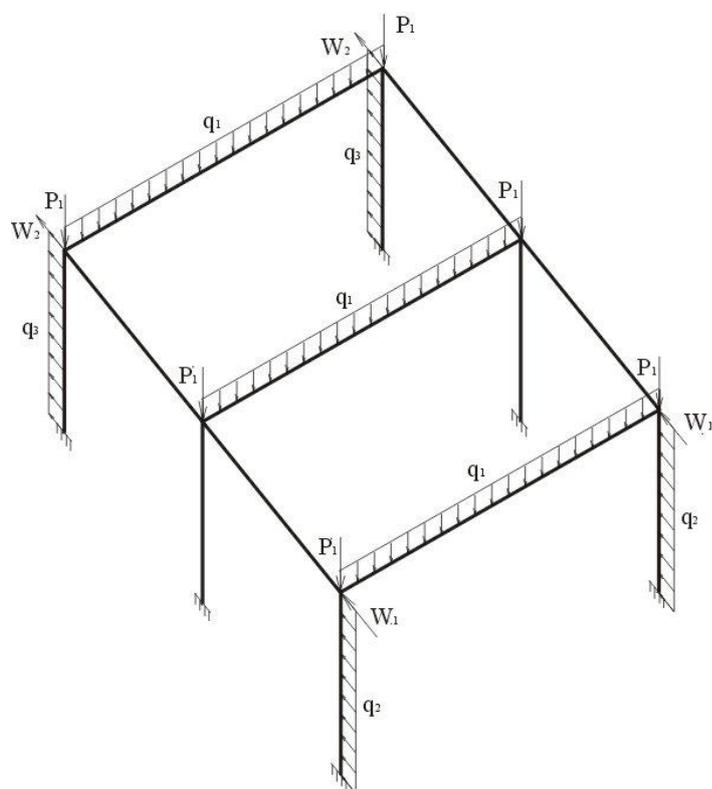
ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лабораторная работа № 1. Расчет объемной стержневой системы.

1. Задание по лабораторной работе: Выбрать схему для самостоятельного расчета. Подготовить и выполнить расчет заданной схемы в программе SCAD. Составить отчет по результатам расчетов. Описание отчета и пример выполнения представлены ниже.

2.1. Исходные данные.

Порядок решения задачи рассмотрим на конкретном примере расчета объемной стержневой системы (рис. 2.1).



Заданные нагрузки:

$$\begin{aligned}q_1 &= 30 \text{ кН / м,} \\q_2 &= 2,5 \text{ кН / м,} \\q_3 &= 1,5 \text{ кН / м,} \\P_1 &= 200 \text{ кН,} \\W_1 &= 4,0 \text{ кН,} \\W_2 &= 3,0 \text{ кН.}\end{aligned}$$

Жесткостные характеристики элементов:

колонны – железобетонные 400х600 мм;
ригель 6,0 м – двутавр №20;
ригель 12,0 м – двутавр №50.

Рис. 2.1. Заданная система.

Загружаем программный комплекс “Structure CAD”. По окончании загрузки программы, в строке меню выбрать пункт  - создание нового проекта. В открывшемся окне **Новый проект** задать информацию о проекте: наименование, объект, заказчик и т.п., назначить единицы измерения, а также назначается тип расчетной схемы. В нашем примере назначаем: линейные размеры – в метрах, размеры сечений – в сантиметрах, нагрузки – в кН, тип расчетной

схемы – 5 - Система общего вида. **В заданиях для самостоятельного расчета все схемы плоские рамы - тип схемы 2.**

2.2 Создание расчетной модели.

Создание расчетной модели производится в три этапа:

- задание геометрии расчетной модели;
- назначение жесткостных характеристик, типов элементов, опорных закреплений и т. д.;
- задание нагрузок.

Создание геометрии схемы.

Для создания расчетной модели с использованием графического интерфейса программы SCAD необходимо разбить исходную систему на конечные элементы и пронумеровать узлы и элементы схемы (рис. 2.2). Затем ввести прямоугольную систему координат и вычислить координаты узлов схемы. Для рассматриваемого случая координаты узлов приведены в табл. 2.1.

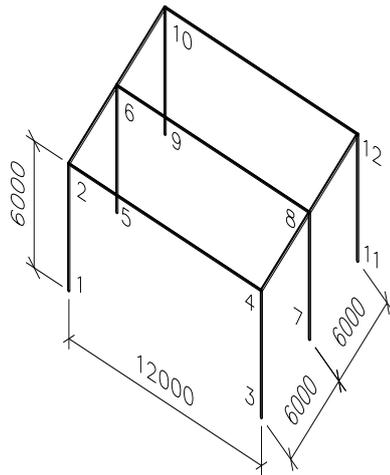


Рис. 2.2. Расчетная модель.

Таблица 2.1

Номер узла	Координаты узлов, м		
	X	Y	Z
1	0	0	0
2	0	0	6
3	12	0	0
4	12	0	6
5	0	6	0
6	0	6	6
7	12	6	0
8	12	6	6
9	0	12	0
10	0	12	6
11	12	12	0
12	12	12	6

После того, как получены координаты всех узлов, можно приступить к вводу информации об узлах в систему SCAD.

Ввод узлов расчетной модели

Управление узлами сосредоточено в разделе **Узлы и Элементы** инструментальной панели и активизируется нажатием на кнопку **Узлы**.



При этом активизируется группа кнопок **Узлы** (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Группа кнопок **Узлы**

Для ввода узлов расчетной модели, используем кнопку .

На экране появляется диалоговое окно ввода узлов рис.2.4. Для ввода узла необходимо ввести координаты данного узла в соответствующие ячейки. После чего для добавления узла в схему и отображения его в графическом интерфейсе программы необходимо нажать кнопку «Добавить».

Повторяя данную операцию для каждого узла, вводим все узлы расчетной модели (табл. 2.1). В результате на экране происходит отображение всех узлов расчетной модели.

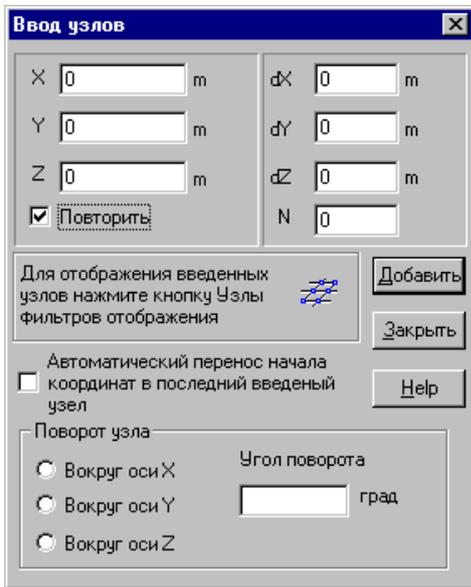


Рис. 2.4. Диалоговое окно **Ввод узлов**

Для удобства работы с узлами можно воспользоваться кнопкой их отображения на панели фильтров . В этом случае узлы будут видны на рабочем поле экрана.

Ввод элементов.

После формирования массива узлов приступают к созданию элементов модели. Доступ к операциям с элементами организован по тем же правилам, что к операциям с узлами. Для этого следует нажать на кнопку

Элементы  в разделе **Узлы и Элементы**, после чего активизируется группа кнопок **Элементы** (рис. 2.5). Эта кнопка, как и кнопка **Узлы**, доступна всегда. Для перехода от режима работы с узлами к работе с элементами и наоборот достаточно нажать на соответствующую кнопку.



Рис. 2.5. Группа кнопок **Элементы**.

Для создания элементов расчетной модели, используем кнопку . После нажатия, необходимо указателем мыши указать узел начала и узел конца создаваемого элемента. В результате чего на экране отображается созданный элемент. После создания всех элементов расчетной модели на экране появляется расчетная схема.

Назначение жесткостных характеристик, типов конечных элементов, внешних связей системы.

По окончании формирования геометрической схемы переходят на вкладку **Назначения** инструментальной панели (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Раздел инструментальной панели **Назначение**.

Назначение типа конечных элементов

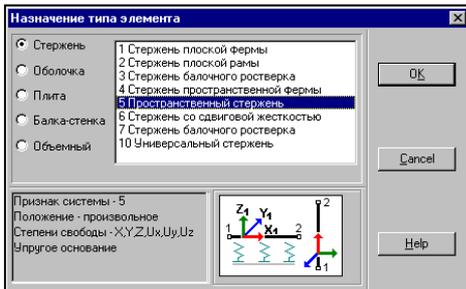


Рис. 2.7. Диалоговое окно Назначение типа элемента

При генерации рамы для всех элементов автоматически устанавливается тип 10 – универсальный стержень. Для смены типа элемента нажмем на кнопку  **Назначение типа КЭ** и в появившемся диалоговом окне (рис. 2.7) выберем необходимый тип. В нашем случае - тип 5 (пространственный стержень).

При назначении типа элемента обратите внимание на информацию, помещаемую слева от пиктограммы с изображением элемента.

После установки типа элемента нажмем на кнопку **ОК** и вернемся в диалоговое окно **Задание параметров регулярной рамы**.

В задании для самостоятельной работы тип элемента менять не надо, т.к. он по умолчанию – тип 2 (стержень плоской рамы).

Назначение связей в узлах

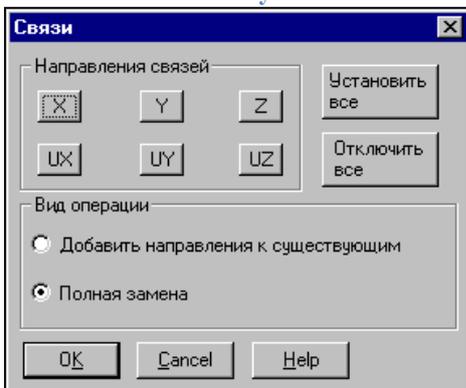


Рис. 2.8. Диалоговое окно Задание связей в узле

Связи в узлах расчетной схемы назначаются в диалоговом окне **Задание связей в узле** (рис. 2.8), которое вызывается по нажатию на соответствующую кнопку в разделе  **Назначение**. Для выполнения функции необходимо установить с помощью соответствующих кнопок направления степеней свободы, по которым накладываются связи, нажать кнопку **ОК** в диалоговом окне, выбрать на схеме узлы и выполнить операцию нажатием на кнопку **ОК** в разделе **Назначение**. В зависимости от установленного в окне режима связи в узлах будут полностью заменены (удалены, если отключены все кнопки направлений) или добавлены к ранее назначенным.

Для плоской рамы в самостоятельной работе:

- жесткая заделка – утопить все кнопки;

- неподвижный шарнир – утопить кнопки X и Y.

- подвижный шарнир – утопить кнопку X или Y, в зависимости от того, по какой координате установлена связь, т.е. перемещение запрещено.

Для отображения связей на схеме нажать кнопку фильтров .

Ввод жесткостных характеристик элементов

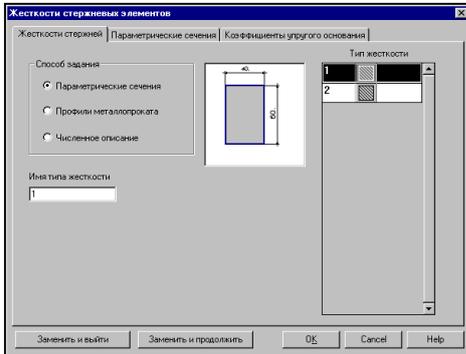


Рис. 2.9. Диалоговое окно Жесткости стержневых элементов

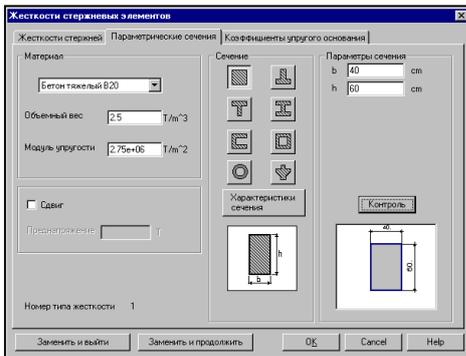


Рис. 2.10. Страница Параметрические сечения

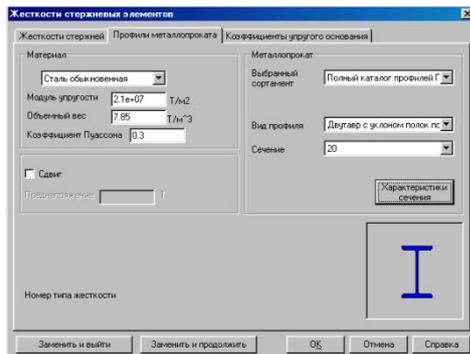


Рис. 2.11. Страница Профили металлопроката

Для ввода жесткостных характеристик колонн

нажмем на кнопку  **Жесткости** и выполним операции назначения в появившемся многостраничном диалоговом окне **Жесткости стержневых элементов** (рис. 2.9). На первой странице этого окна (она называется **Выбор типа жесткости**) следует активировать опцию **Параметрические сечения**, т.е. жесткостные характеристики элементов будут вычисляться автоматически в зависимости от формы и размеров заданного сечения. После этого укажем на закладку **Параметрические сечения** и зададим характеристики сечения колонн (рис. 2.10).

Порядок работы на этой странице следующий:

- ↪ из списка **Материал** выбрать марку бетона, например, В15;
- ↪ нажать на кнопку с изображением сечения колонны, в данном случае – прямоугольник;
- ↪ ввести размеры сечения в полях ввода;
- ↪ для контроля введенных данных нажать кнопку **Контроль**;
- ↪ если назначения корректны – нажать кнопку **ОК** (окно закрывается);
- ↪ выделить элементы колонн и нажать кнопку **ОК** инструментальной панели (рис. 2.6).

После этого укажем на закладку **Профили металлопроката** и зададим характеристики сечения ригелей (рис. 2.11).

Порядок работы на этой странице следующий:

- ↪ из списка **Материал** выбрать марку стали, например, сталь обыкновенная;
- ↪ выбрать сортамент;
- ↪ вид профиля;
- ↪ сечение;
- ↪ для контроля введенных данных нажать кнопку **Характеристики сечения**;

- ↪ если назначения корректны – нажать кнопку **ОК** (окно закрывается);
- ↪ выделить элементы колонн и нажать кнопку **ОК** инструментальной панели (рис. 2.6).

После того, как схема создана, можно воспользоваться фильтрами управления отображением и получить информацию о номерах узлов и элементов, типах жесткости и типах элементов. Для этого следует активизировать соответствующие кнопки на панели фильтров, показанные ниже.

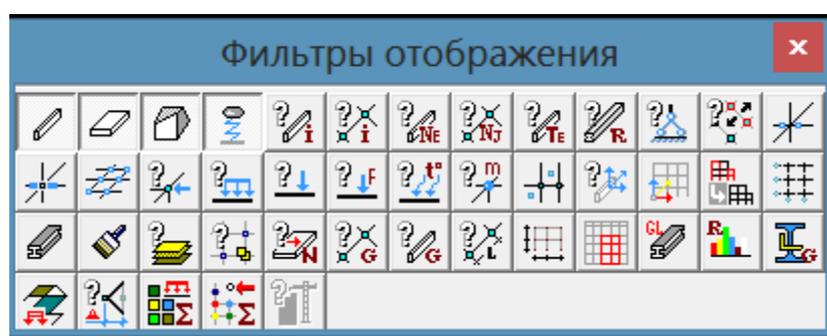


Рис. 2.12

В результате проделанной работы сформирована расчетная схема, заданы связи в узлах, назначены типы конечных элементов и их жесткостные характеристики. Для того чтобы выполнить расчет, осталось задать нагрузки.

Задание нагрузок.

Управление функциями задания нагрузок выполняется в разделе **Загрузки** инструментальной панели (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Инструментальная панель **Загрузки**.

Режим задания нагрузок включает ряд функций, обеспечивающих автоматическое формирование собственного веса конструкции, задание динамических и статических нагрузок различного вида на узлы и элементы схемы, сохранение назначенных нагрузок в виде схем загрузений или групп нагрузок.

Нагрузки на учебную расчетную схему зададим в виде одного загрузения.

Для задания нагрузок входящих в загрузение воспользуемся следующими кнопками инструментальной панели:

-  - задание узловых нагрузок;
-  - ввод нагрузок на стержневые элементы;
-  - очистка текущего нагружения или группы;
-  - запись нагружения.

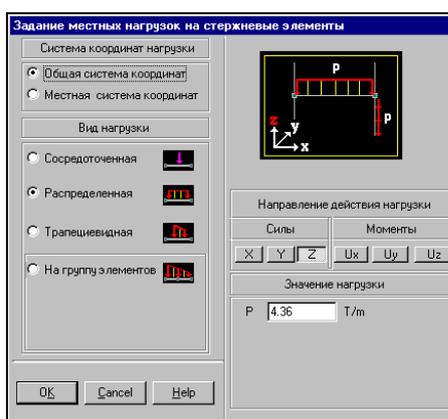


Рис. 2.14. Диалоговое окно **Задание местных нагрузок на стержневые элементы**

Для ввода нагрузок необходимо выполнить следующий набор операций:

- ↪ нажать кнопку задания нагрузок на стержневые элементы  и назначить в появившемся диалоговом окне (рис. 2.14) вид, направление и значение первой нагрузки;
- ↪ нажать кнопку **OK** в диалоговом окне;
- ↪ выбрать на схеме элементы, которым назначается нагрузка;
- ↪ нажать кнопку  в инструментальной панели режима **Загружения**;
- ↪ повторить описанные выше действия для узловой нагрузки загрузки, используя кнопку .

Если активизировать фильтр отображения распределенных нагрузок  и узловых , то введенные нагрузки будут показаны на расчетной схеме. При включенном фильтре визуализации значений нагрузки  рядом с нагрузкой будет показано ее значение. Фрагмент расчетной схемы с отображением заданных нагрузок показан на рис. 2.15. Для записи загрузки надо нажать на кнопку  в инструментальной панели. В диалоговом окне **Сохранить загрузку** ввести имя загрузки и нажать на кнопку **ОК**. Ввод имени не является обязательным, но эта информация позволит лучше ориентироваться при анализе исходных данных и результатов расчета. Номер загрузке будет присвоен автоматически (с согласия пользователя), о чем будет сообщено в специальном окне.

Перед тем, как ввести следующее загрузку, воспользуйтесь операцией  - очистка текущего загрузку. При ее выполнении происходит очистка схемы от нагрузок текущего загрузку.

После завершения ввода текущего загрузку его необходимо сохранить, т.е. записать в проект. Если эту операцию не выполнить, то загрузку не будет учтено при выполнении расчета.

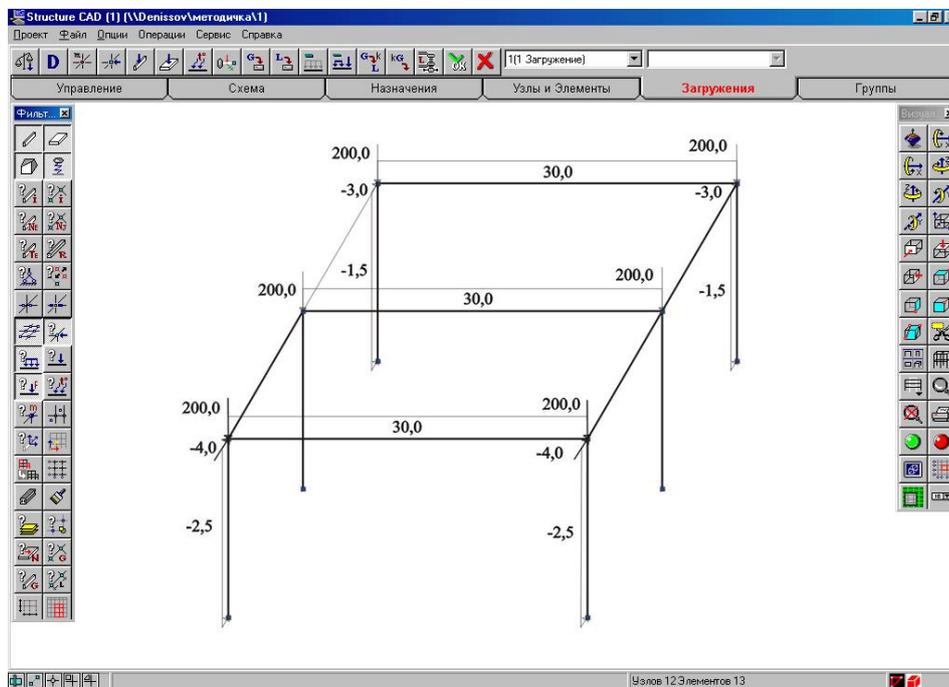


Рис. 2.15. Отображение нагрузок на расчетной схеме.

2.3 Расчет.

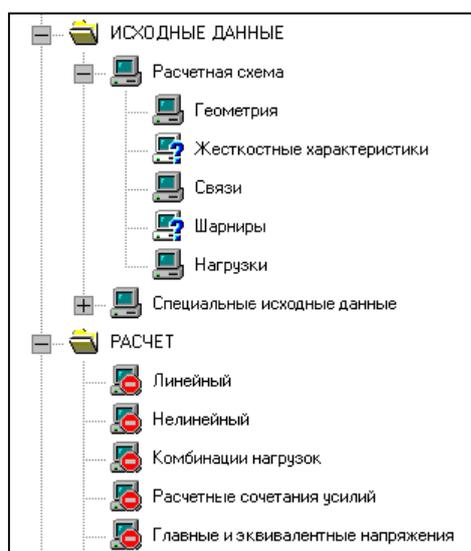


Рис. 2.16. Фрагмент дерева проекта

Введенных данных достаточно, чтобы выполнить расчет схемы. Для этого необходимо вернуться в *Дерево проекта* (рис. 5.1). Активизируем закладку **Управление** в инструментальной панели и нажмем на кнопку *Выйти в экран управления проектом* (дерево проекта).



- Переход в дерево проекта.

В группе функций **Расчет** установим курсор в позицию **Линейный** и нажмем левую кнопку мыши.

Если позиция **Линейный** имеет вид  (“выполнение невозможно”), то расчет недоступен (рис. 2.16).

Причиной этого, как правило, является полное или частичное отсутствие обязательных исходных данных. К ним относятся: нагрузки, жесткостные характеристики и, конечно, описание геометрии расчетной схемы. В тех случаях, когда данные отсутствуют или заданы не для всех элементов схемы (последнее касается жесткостей), пиктограмма соответствующей ветви дерева в разделе Расчетная схема содержит вопросительный знак .

Если функция недоступна (например, назначение комбинаций загружений до ввода самих загружений), то ее пиктограмма в дереве включает знак “выполнение невозможно” - . Все доступные на текущем шаге работы функции помечаются пиктограммой “действие доступно”



Рекомендуем перед выполнением расчета “пройтись” по дереву и убедиться в том, что все исходные данные, которые необходимо задать для расчета, действительно введены и попали в проект. В противном случае нужно вернуться к соответствующей функции подготовки данных и ввести недостающую информацию. Так как нами создана новая схема, то перед выполнением расчета автоматически выполняется операция сохранения проекта.

2.4 Графический анализ результатов расчета

После завершения расчета и указания на кнопку **Выход** в окне процессора управление передается Дереву проекта. Установим курсор в позицию **Графический анализ** раздела **Результаты** дерева проектов и нажмем левую кнопку мыши. При этом активизируется окно постпроцессора (рис. 2.17), инструментальная панель которого включает различные функции отображения результатов расчета.

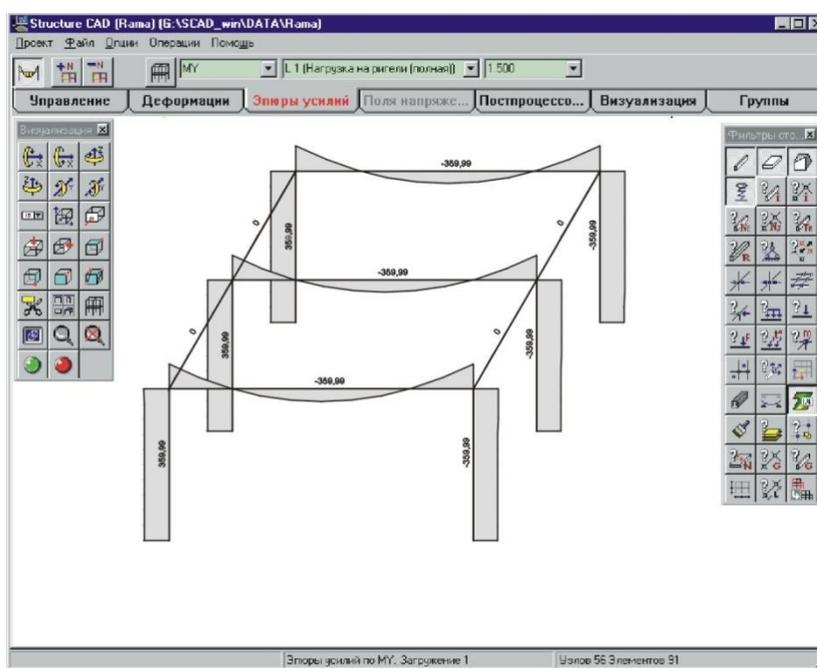


Рис.2.17. Окно SCAD в режиме графического анализа результатов.

Анализ перемещений

Анализ перемещений выполняется с помощью функций раздела **Деформации** (рис. 2.18). Для анализа перемещений необходимо выполнить следующие операции:

- ↪ активизировать режим анализа перемещений (закладка **Деформации**);
- ↪ выбрать в списке загрузку;
- ↪ выбрать направление перемещения;
- ↪ нажать на одну из кнопок функций отображения результатов.



Рис. 2.18. Инструментальная панель режима анализа перемещений (**Деформации**)

Набор функций отображения позволяет получить различные формы представления результатов расчета перемещений. Каждой форме соответствует кнопка в инструментальной панели. При анализе перемещений от статических нагрузок в стержневых конструкциях можно воспользоваться следующими кнопками:

-  - вывод деформированной схемы на фоне исходной;
-  - вывод деформированной схемы;
-  - вывод значений перемещений в узлах;
-  - цветовая индикация значений перемещений в узлах;
-  - восстановление исходного отображения схемы.

Анализ усилий

Рассмотрим инструментальную панель раздела **Эпюры усилий** (рис. 2.19).



Рис. 2.19. Инструментальная панель режима анализа усилий

В этом режиме можно воспользоваться следующими кнопками:

-  - вывод эпюр;
-  - цветовая индикация максимальных положительных значений заданного фактора;
-  - цветовая индикация максимальных отрицательных значений заданного фактора.

Для оцифровки эпюр нужно использовать кнопку  на панели фильтров (рис. 2.12)

Эпюры расчетных усилий для любого элемента в программе SCAD можно получить с помощью Панели фильтров. На Панели фильтров щелкнуть кнопку **Информация об элементе**, выбрать нужный элемент и в информационном окне кнопку **Эпюры усилий**.

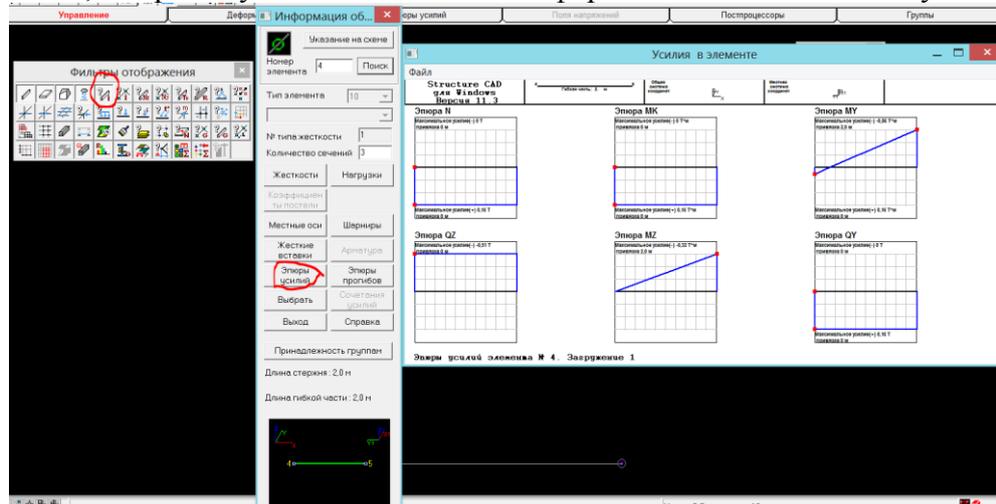


Рис 2.20. Информация об элементе

2.5 Печать результатов

В комплексе реализованы различные функции табличного представления результатов. Для того чтобы распечатать результаты расчета, следует перейти в *Дерево* и активизировать позицию **Печать таблиц** раздела **Результаты**. В диалоговом окне **Оформление результатов расчета** (рис. 2.21) выби-

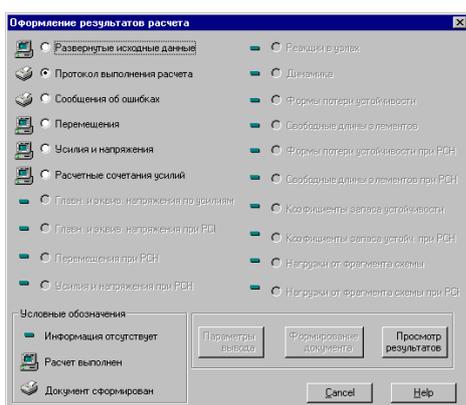


Рис. 2.21. Диалоговое окно Оформление результатов расчета

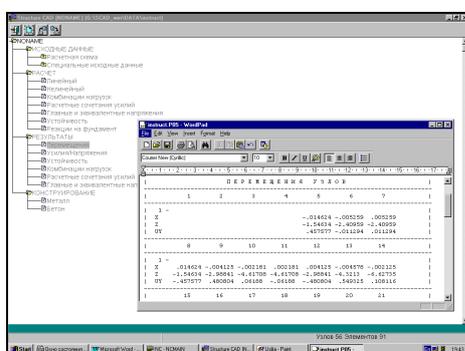


Рис. 2.22. Представление таблицы результатов в редакторе WordPad

раем раздел, например, **Перемещения** и активизируем его. Здесь следует обращать внимание на условные обозначения, стоящие рядом с наименованием раздела. Знаком “минус” отмечаются разделы, по которым результаты отсутствуют, значок в виде компьютера показывает, что в результате расчета получена информация по данному разделу, а значок в виде принтера показывает, что формирование таблиц результатов выполнено, и их можно просмотреть и распечатать. Если вы хотите распечатать часть результатов, например перемещения только для указанных узлов, то первой следует нажать кнопку **Параметры вывода** и выполнить настройку на нужные параметры. С помощью кнопки **Формирование документа** выполняются операции формирования таблиц. Эту кнопку нажимаем второй.

После того, как рядом с выбранным разделом результатов появится значок “принтер”, можно нажимать на кнопку **Просмотр результатов**, вызывая тем самым текстовый редактор WordPad с таблицами результатов. Чтобы редактор вызывался автоматически, необходимо выполнить назначение его вида и пути в разделе **Настройка графической среды** меню *Опции*.

Содержание отчета по работе №1

- Отчет представляется на листах белой бумаги формата А4. Он должен содержать:
- титульный лист с указанием названия предмета, фамилии и имени исполнителя, № его зачетной книжки;
 - исходные данные: схема рамы, нагрузки, размеры, жесткости элементов схемы;
 - пять копий экрана монитора:
 - 1) с расчетной схемой, готовой к расчету. На схеме должна быть видна вся схема с номерами узлов и элементов, видимыми связями и нагрузками с их числовыми значениями;
 - 2) с деформированной и исходной схемами одновременно;
 - 3) с эпюрами продольных и поперечных сил и изгибающих моментов с указанием их численных значений.
 - таблица с максимальными перемещениями узлов схемы.

Для создания копии экрана монитора нажимается клавиша **PrintScreen** на клавиатуре, при этом экран копируется в буфер обмена, откуда его можно вставить в текст документа.

Контрольные вопросы:

1. Что называется расчетной схемой конструкции?
2. Что необходимо для составления расчетной схемы?

3. Какая система координат применяется в программном комплексе SCAD?
4. Сколько типов схем может формировать программный комплекс SCAD?
5. Какие правила необходимо соблюдать при вводе числовых данных в таблицы?
6. Для чего используются фильтры управления отображением в ПК SCAD?
7. Особенности ввода нагрузок на стержневые элементы. Выбор силового фактора Выбор загрузки Масштаб отображения эпюр Каким образом производится задание местных нагрузок на стержневые элементы?
8. Что такое «Дерево проекта»?
9. В каком виде ПК SCAD предоставляет результаты расчета?
10. Назначение комбинаций загружений?