

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тульский государственный университет»

Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине
«Численные методы решения инженерных задач»

Тула 2013 г.

Оглавление

Лабораторная работа №1 «Расчет ломаного бруса в SCAD».....	3
Лабораторная работа №2 «Расчет фермы в SCAD».....	13
Лабораторная работа №3 «Расчет прямоугольных пластин в SCAD».....	23
Лабораторная работа №4 «Расчет фундаментной плиты в SCAD».....	30
Приложение.....	38

Лабораторная работа №1 «Расчет ломаного бруса в SCAD»

Цель работы: освоить методику определения перемещений и усилий в ломаных брусах.

Задачи:

- 1) Научиться задавать расчетную схему ломаного бруса в SCAD;
- 2) Получить значения перемещений в узлах от заданной нагрузки;
- 3) Получить эпюры поперечных сил, продольных сил и изгибающих моментов.

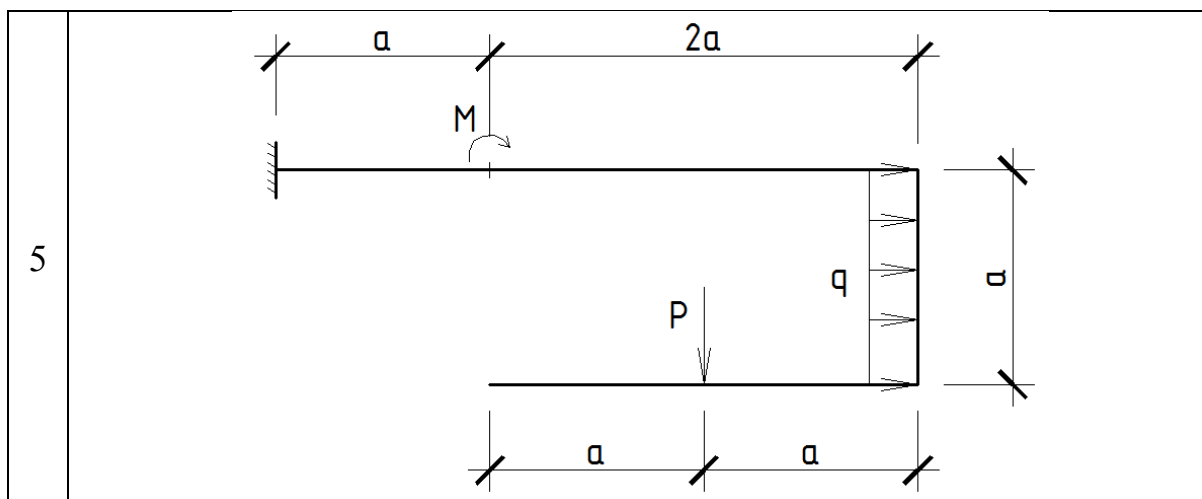
Исходные данные

Требуется выполнить расчет ломаного бруса на приложенную к нему нагрузку. Типы расчетных схем, геометрические размеры и величины нагрузки указаны в таблице 1.

Таблица 1

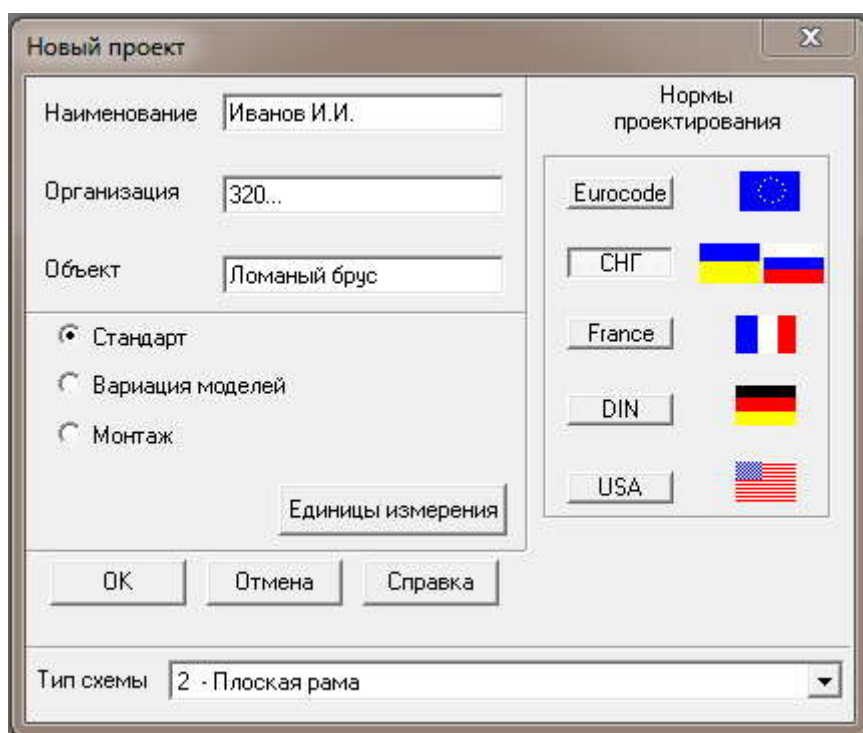
Вариант	Расчетная схема	a, м	P, кН	q, кН/м	M, кН*м ²	Профиль
1	1	1	5	25	10	Швеллер 8П
2	2	1	10	20	12	Швеллер 10П
3	3	1	15	16	14	Швеллер 12П
4	4	1	20	12	16	Швеллер 14П
5	5	1	25	8	18	Швеллер 16П
6	1	1,2	5	25	10	Швеллер 8П
7	2	1,2	10	20	12	Швеллер 10П
8	3	1,2	15	16	14	Швеллер 12П
9	4	1,2	20	12	16	Швеллер 14П
10	5	1,2	25	8	18	Швеллер 16П
11	1	1,5	5	25	10	Швеллер 8П
12	2	1,5	10	20	12	Швеллер 10П
13	3	1,5	15	16	14	Швеллер 12П
14	4	1,5	20	12	16	Швеллер 14П
15	5	1,5	25	8	18	Швеллер 16П
16	1	1,8	5	25	10	Швеллер 8П
17	2	1,8	10	20	12	Швеллер 10П
18	3	1,8	15	16	14	Швеллер 12П
19	4	1,8	20	12	16	Швеллер 14П
20	5	1,8	25	8	18	Швеллер 16П
21	1	2	5	25	10	Швеллер 8П
22	2	2	10	20	12	Швеллер 10П
23	3	2	15	16	14	Швеллер 12П

2	
3	
4	

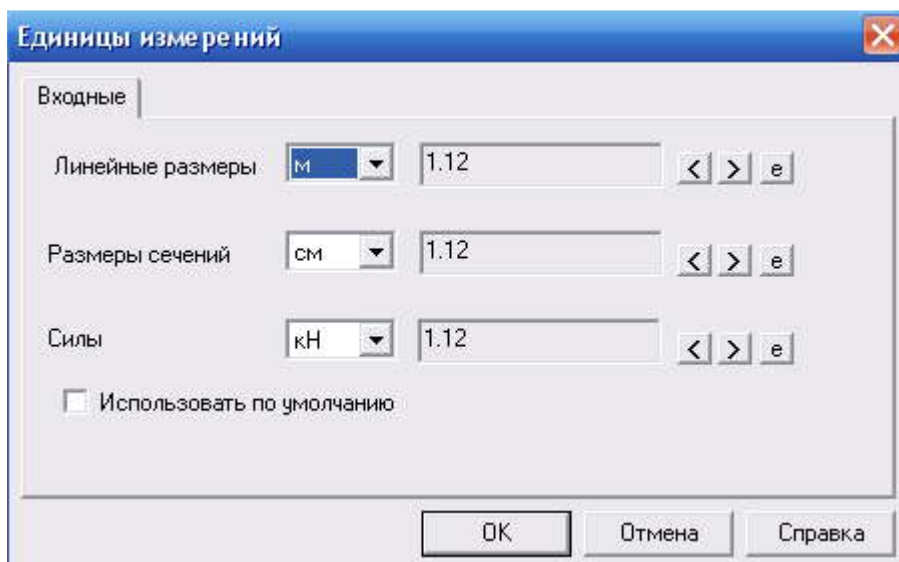


Указания по выполнению работы.

1. Запустите программу SCAD.
2. Нажмите на кнопку «Создать новый файл»



3. Выберите тип схемы 2 «Плоская рама», заполните графы «Наименование», «Организация» и «Объект». Нажмите на кнопку «Единицы измерения» входных данных. ВНИМАНИЕ, размерность нагрузок невозможно будет изменить в созданном файле при дальнейшей работе с ним.

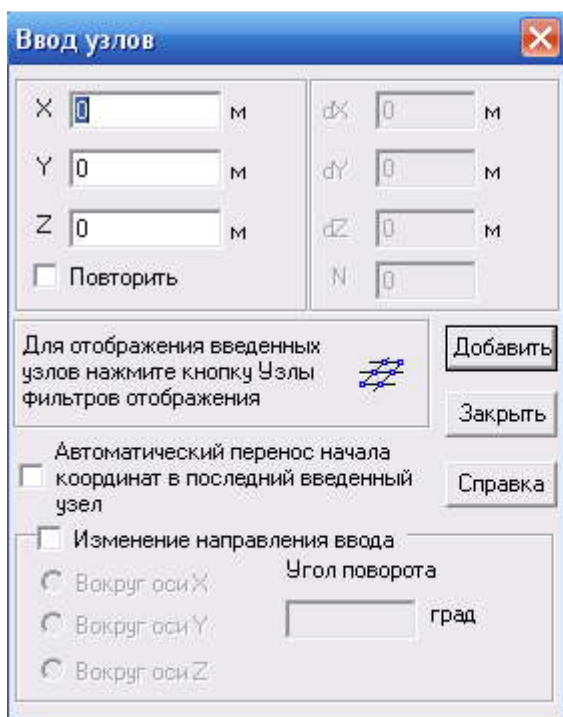


4. Сохраните файл.

5. Внимательно изучите информацию на экране и перейдите в режим «Расчетная схема» (Исходные данные/Расчетная схема)

6. Перейдите на вкладку «Узлы и Элементы/Узлы»

7. Нажмите на кнопку «Ввод узлов»



После введения координат узла нажмите на кнопку добавить.

* Обратите внимание! В SCADe общая система координат принята таким образом, что ось X является горизонтальной, а ось Z – вертикальной, поэтому для данной задачи координата Y для всех узлов будет нулевой.

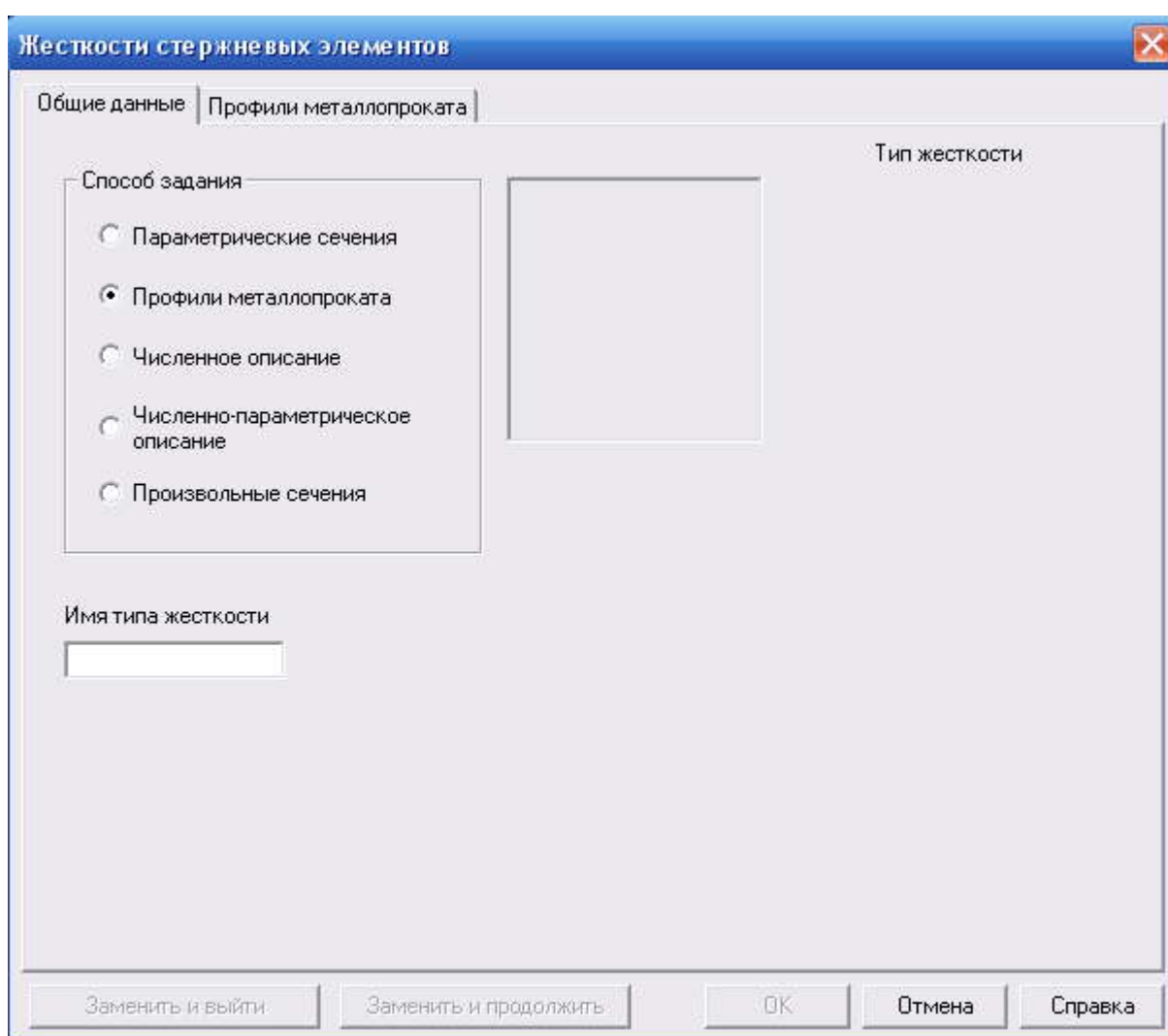
8. Во вкладке «Узлы и Элементы/Элементы» нажимаем на кнопку «Добавление стержней».

Добавлять стержни необходимо с помощью курсора мыши.

* Обратите внимание! Необходимо вводить стержни слева-направо и снизу-вверх.

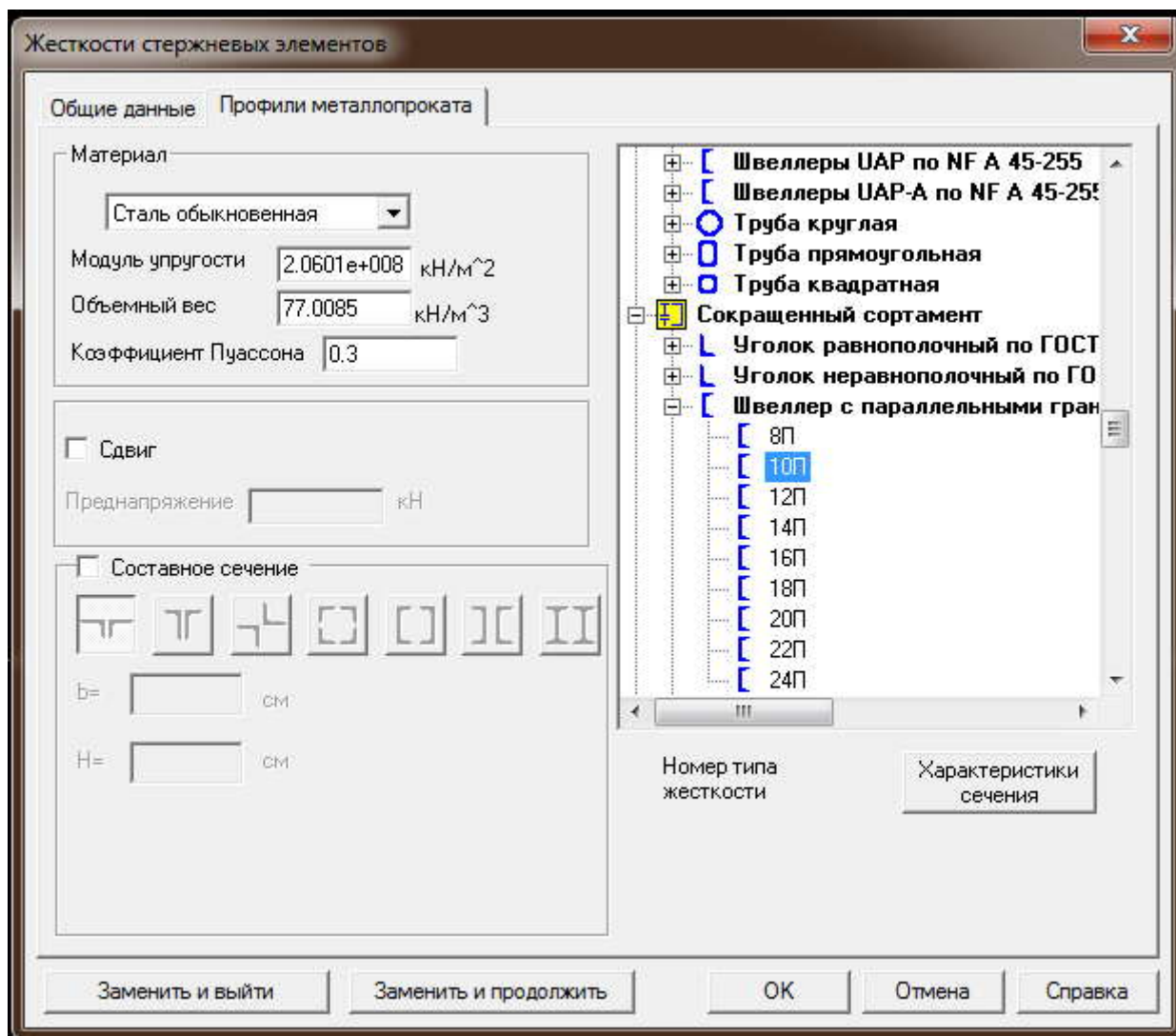
9. Переходим на вкладку «Назначения» и жмем на кнопку «Назначения жесткостей стержням».

10. В появившемся окне в графе способ задания выберите пункт «Профили металлопроката».



11. Перейдите в появившуюся вкладку «Профили металлопроката».

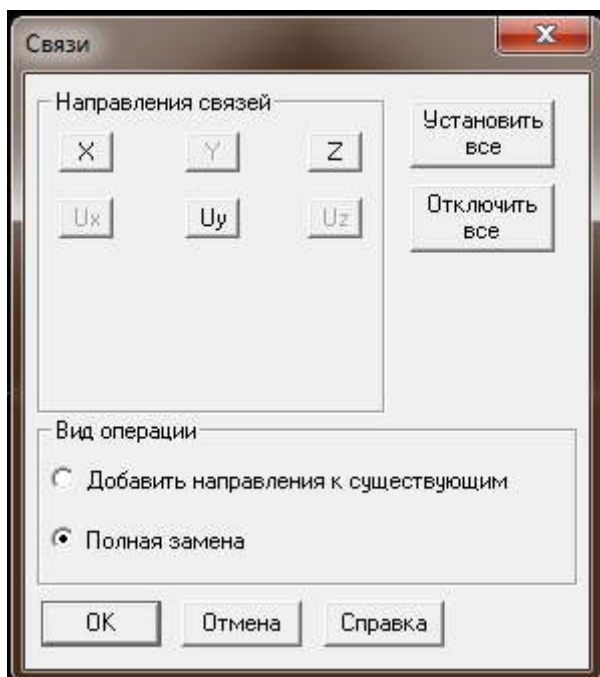
12. Назначьте сечение стержней согласно табл. 1 в соответствии с вашим вариантом.



13. Нажмите на кнопку «ОК», выделите все стержни расчетной схемы и нажмите на кнопку  в верхней панели.

14. Во вкладке «Назначения» нажимаем на кнопку «Установка связей в узлах».

- для связей по двум направлениям нажимаем на кнопки «X» и «Z»;
- для связей по горизонтальному направлению «X»;
- для связей по вертикальному направлению «Z»;
- для заделок нажимаем кнопку «Установить все»;
- для горизонтальных ползунов нажимаем «Z» и «Uy», для вертикальных – «X» и «Uy».

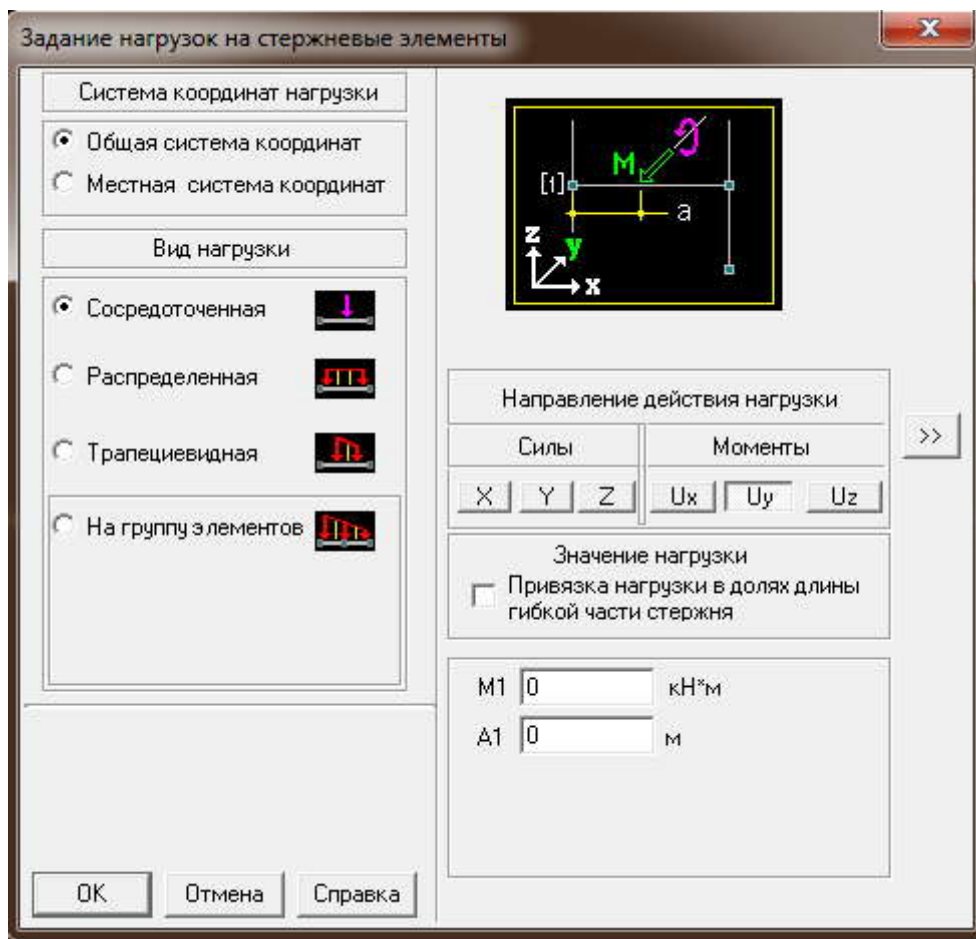


15. Нажимаем кнопку «ОК» и указателем мыши выделяем тот узел, где необходимо установить связь.

16. Переходим во вкладку «Загружения». Нажимаем на вкладку «Нагрузки на стержни»

17. В появившемся окне вводим нагрузки на стержни.

* Обратите внимание! Положительное направление нагрузки указано на картинке справа красным цветом. Вертикальные нагрузки следует вводить в поле «Z», а горизонтальные в поле «X». Моменты в данной работе ТОЛЬКО «Uy», положительное направление момента так же показано на картинке справа.



18. Нажимаем кнопку «ОК» и указателем мыши выделяем те стержни, где необходимо задать нагрузку и нажимаем на кнопку  в верхней панели. Для проверки правильности задания нагрузок рекомендуется на панели «Фильтры отображения» нажать на кнопки «Распределенные нагрузки», «Сосредоточенные нагрузки», «Значения нагрузок», чтобы увидеть точное положение и значение введенных нагрузок.

19. Жмем «Сохранить/добавить загрузку».

20. Переходим на вкладку «Управление» и нажимаем на кнопку «Выйти в экран управления проектом».

21. Жмем Расчет\Линейный и соглашаемся сохранить проект.

22. Переходим в режим графического анализа.

23. Заходим во вкладку «Деформации» и нажимаем на кнопку «Совместное отображение исходной и деформированной схемы»

Делаем снимок схемы для отчета.

24. Во вкладке «Деформации» нажимаем на кнопку «Вывод значений перемещений в узлах» сначала в качестве вида перемещений выбираем ось «Z», а потом «X».

Делаем два снимка схемы для отчета.

25. Переходим во вкладку «Эпюры усилий» нажимаем на кнопку «Эпюры усилий». В поле выбора вида усилия выбираем продольное усилие «N», поперечное усилие «Q» и изгибающий момент «M». В фильтре отображений нажимаем на кнопку «Отображение изополей/изолиний» .

Делаем снимки схемы для отчета.

Содержание отчета.

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Исходные данные (чертеж расчетной схемы в масштабе с указанием связей, нагрузок и размеров).
4. Описание проделанной работы со снимками экрана при выполнении характерных операций (требуется минимум 4 картинки).
5. Результаты работы – 6 картинок (совместное отображение исходной и деформированной схемы, значения перемещений по осям X и Z, эпюра продольных сил, поперечных сил и моментов).
6. Выводы.

Лабораторная работа №2 «Расчет фермы в SCAD»

Цель работы: освоить методику определения перемещений и усилий в элементах ферм.

Задачи:

- 1) Научиться задавать расчетную схему в SCAD;
- 2) Получить значения перемещений в узлах от заданной нагрузки;
- 3) Получить эпюры продольных сил.

Исходные данные.

Требуется выполнить расчет фермы, загруженной узловой нагрузкой. Номер расчетной схемы, размеры a и b и величины нагрузок указаны в таблице 1; расчетные схемы изображены в таблице 2.

Таблица 1. Исходные данные.

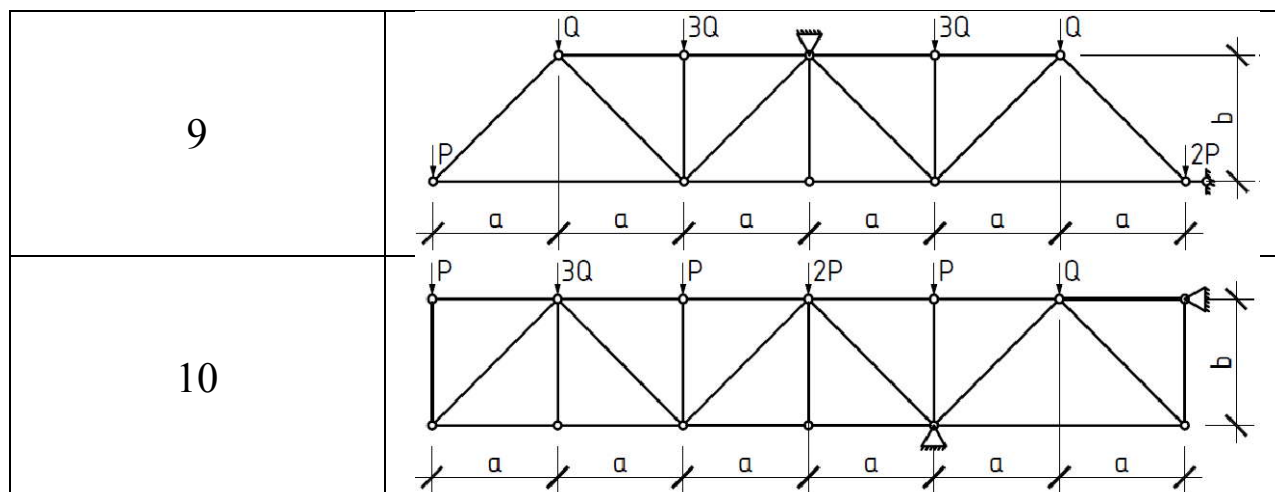
Вариант	Расчетная схема	a , м	b , м	P , кН	Q , кН
1	1	3	5	100	200
2	2	3.5	6	150	180
3	3	4	3.5	120	160
4	4	4.5	3	75	165
5	5	5	5.5	95	150
6	6	6	4	125	170
7	7	6	4	160	155
8	8	3	3	85	130
9	9	3.5	6	100	190
10	10	4	5	150	75
11	1	4.5	6	120	185
12	2	5	3.5	75	100
13	3	5.5	3	95	85
14	4	6	5.5	125	200
15	5	3	4.5	160	180
16	6	4	4	85	160
17	7	4	3	100	165
18	8	4.5	6	150	150
19	9	5	5	120	170

20	10	5.5	6	75	155
21	1	6	3.5	95	130
22	2	3	3	125	190
23	3	3.5	5.5	160	75
24	4	4	4.5	85	185
25	5	4.5	4	100	100
26	6	5	3	150	85
27	7	5.5	6	120	200
28	8	6	5	75	180
29	9	3	6	95	160
30	10	3.5	3.5	125	165
31	1	4	3	160	150
32	2	4.5	5.5	85	170
33	3	5	4.5	100	155
34	4	5.5	4	150	130
35	5	6	3	120	190
36	6	3	6	75	75
37	7	3.5	5	95	185
38	8	4	6	125	100
39	9	4.5	3.5	160	85
40	10	5	3	85	200
41	1	5.5	5.5	100	180
42	2	6	4.5	150	160
43	3	3	4	120	165
44	4	3.5	3	75	150
45	5	4	6	95	170
46	6	5	5	125	155
47	7	5	6	160	130
48	8	5.5	3.5	85	190
49	9	6	3	100	75
50	10	3	5.5	150	185

Таблица 2. Расчетные схемы.

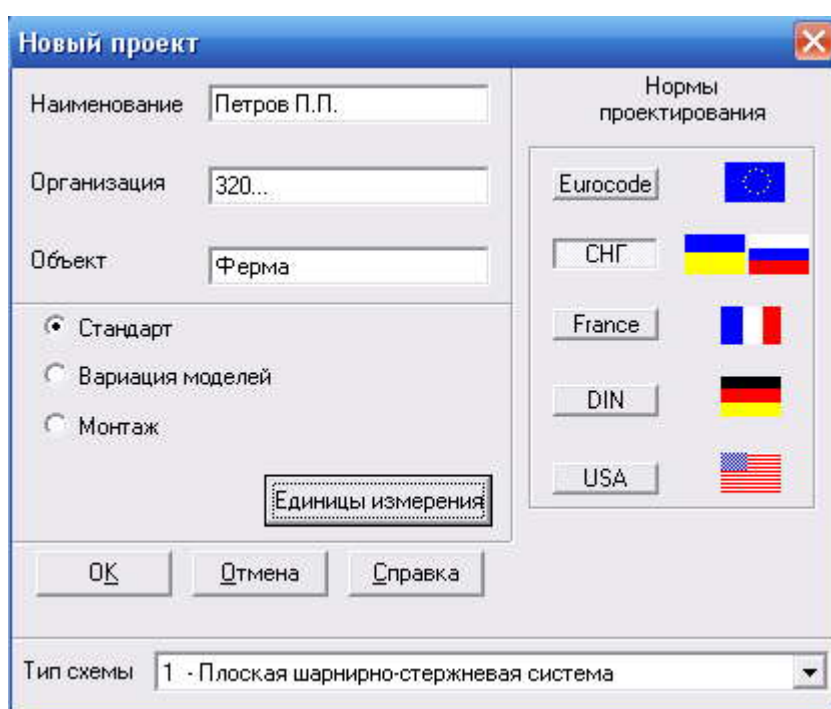
Номер расчетной схемы	Расчетная схема
1	

2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

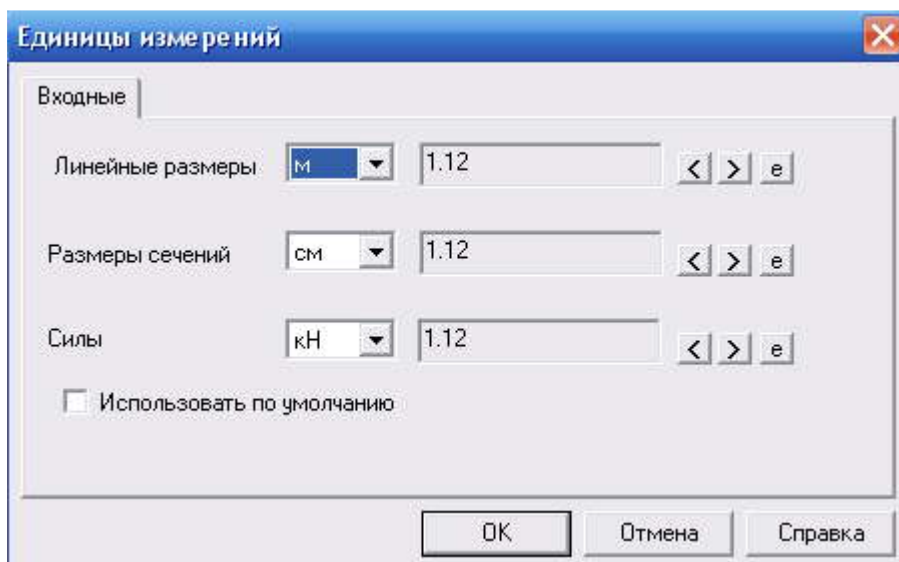


Указания по выполнению работы.

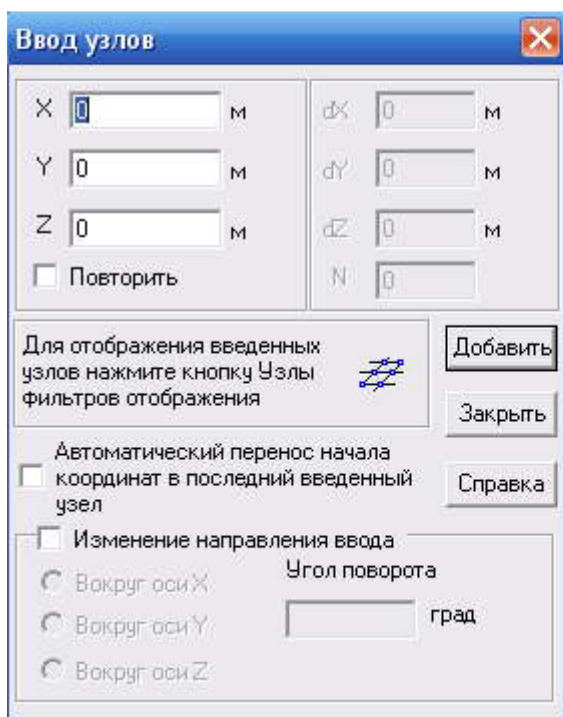
1. Запустите программу SCAD.
2. Нажмите на кнопку «Создать новый файл»



3. Выберите тип схемы 1 «Плоская шарнирно-стержневая система», заполните графы «Наименование», «Организация» и «Объект». Нажмите на кнопку «Единицы измерения» входных данных. **ВНИМАНИЕ**, размерность нагрузок невозможно будет изменить в созданном файле при дальнейшей работе с ним.



4. Сохраните файл.
5. Внимательно изучите информацию на экране и перейдите в режим «Расчетная схема» (Исходные данные\Расчетная схема)
6. Перейдите на вкладку «Узлы и Элементы/Узлы»
7. Нажмите на кнопку «Ввод узлов»



После введения координат узла нажмите на кнопку добавить.

* Обратите внимание! В SCADe общая система координат принята таким образом, что ось X является горизонтальной, а ось Z – вертикальной, поэтому для данной задачи координата Y для всех узлов будет нулевой.

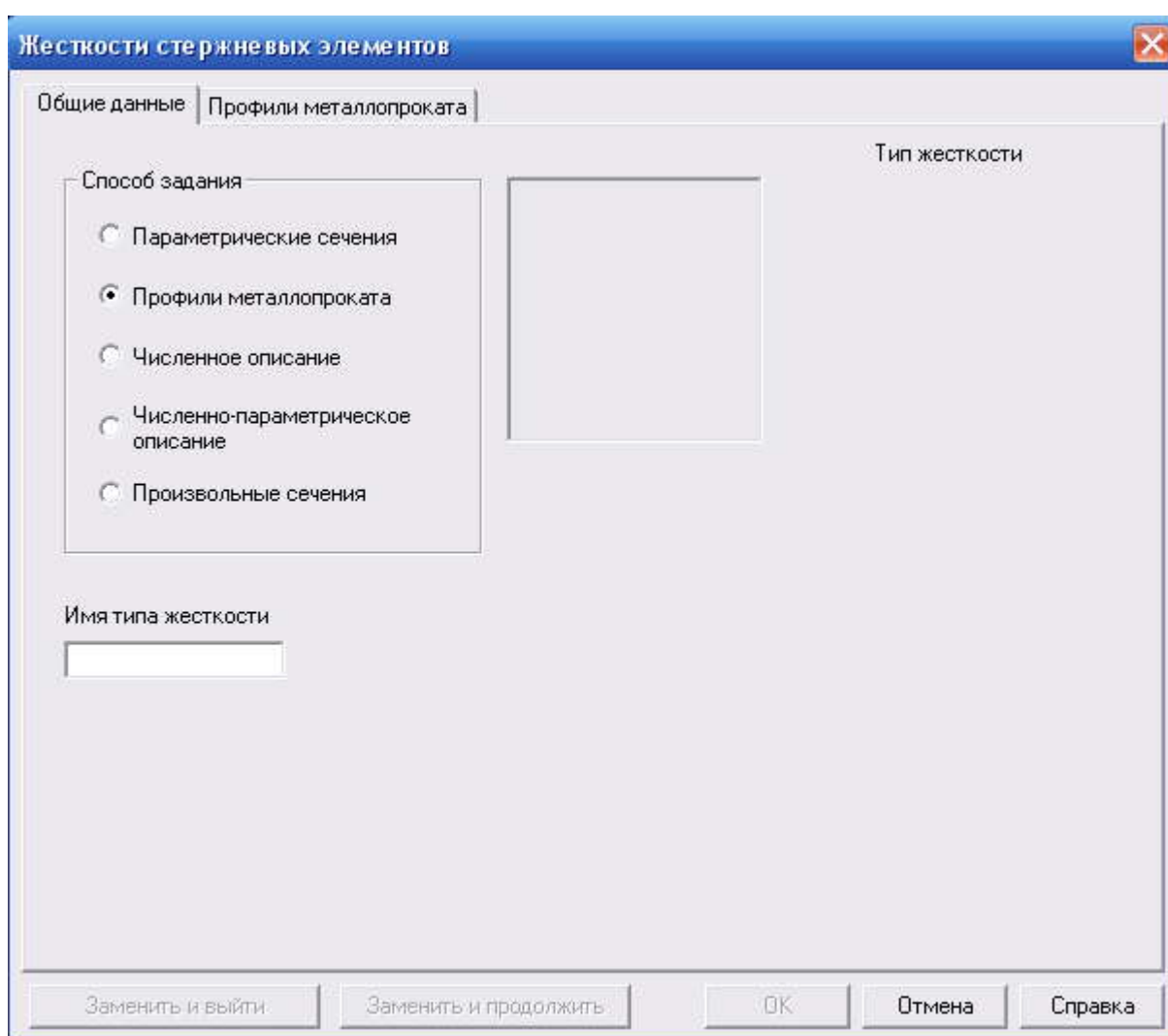
8. Во вкладке «Узлы и Элементы/Элементы» нажимаем на кнопку «Добавление стержней».

Добавлять стержни необходимо с помощью курсора мыши.

* Обратите внимание! Необходимо вводить стержни слева-направо и снизу-вверх.

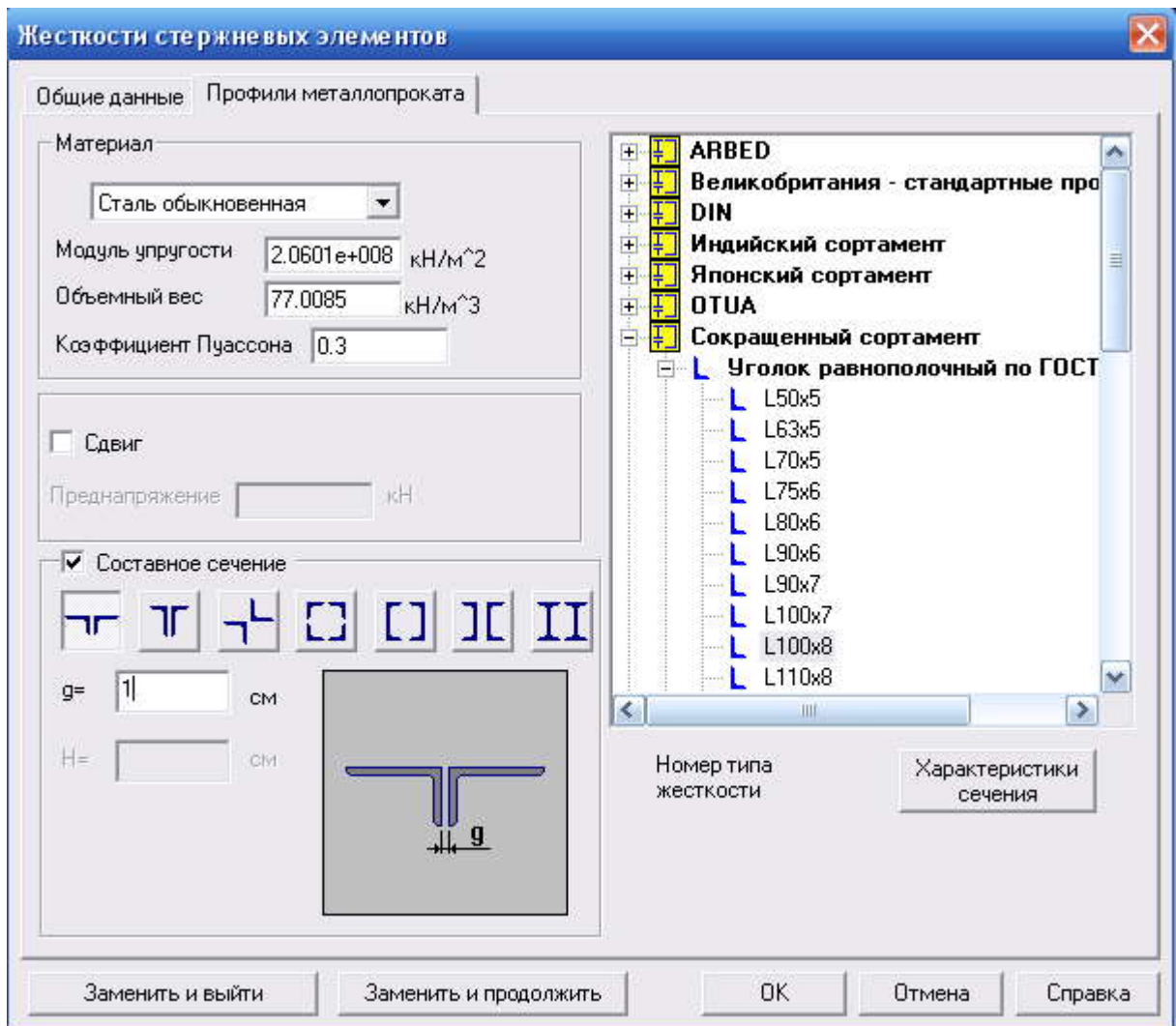
9. Переходим на вкладку «Назначения» и жмем на кнопку «Назначения жесткостей стержням».

10. В появившемся окне в графе способ задания выберите пункт «Профили металлопроката».



11. Перейдите в появившуюся вкладку «Профили металлопроката».

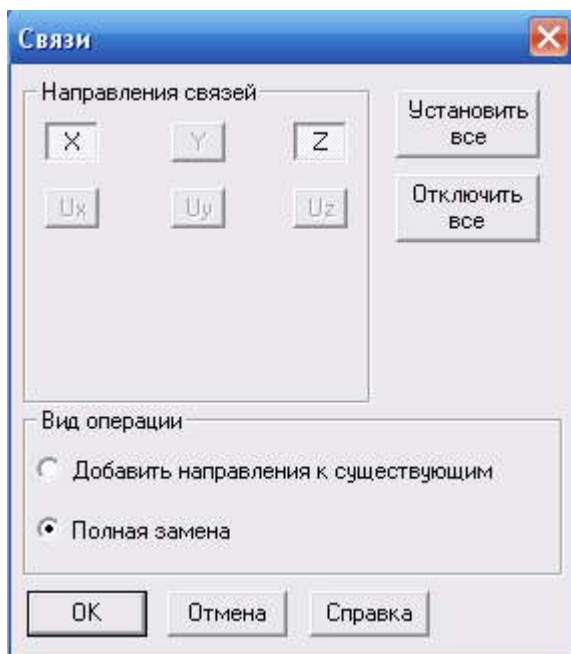
12. Назначьте сечение стержней из двух спаренных равнополочных уголков 100x8 с расстоянием между ними в 1 см.



13. Нажмите на кнопку «OK», выделите все стержни расчетной схемы и нажмите на кнопку  в верхней панели.

14. Во вкладке «Назначения» нажимаем на кнопку «Установка связей в узлах».

- для связей по двум направлениям нажимаем на кнопки «X» и «Z»
- для связей по горизонтальному направлению «X»
- для связей по вертикальному направлению «Z»

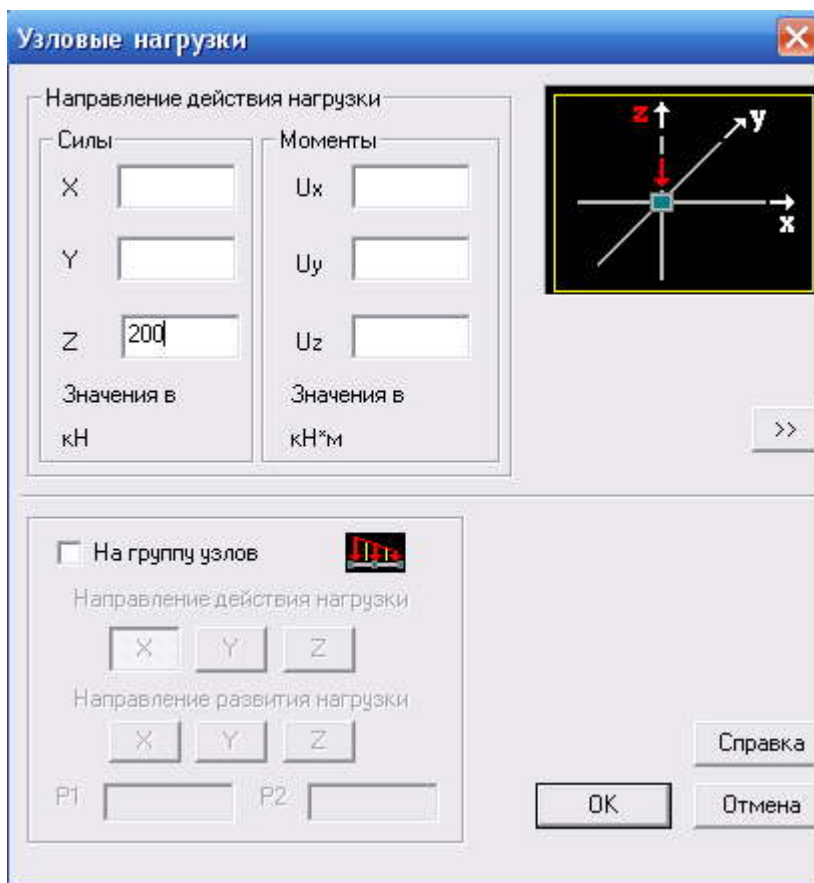


15. Нажимаем кнопку «ОК» и указателем мыши выделяем тот узел, где необходимо установить связь.

16. Переходим во вкладку «Загружения». Нажимаем на вкладку «Узловые нагрузки»

17. В появившемся окне вводим узловые нагрузки.

* Обратите внимание! Положительное направление нагрузки указано на картинке справа красным цветом. Вертикальные нагрузки следует вводить в поле «Z», а горизонтальные в поле «X».



18. Нажимаем кнопку «OK» и указателем мыши выделяем те узлы, где необходимо задать нагрузку.

19. Жмем «Сохранить/добавить загрузку».

20. Переходим на вкладку «Управление» и нажимаем на кнопку «Выйти в экран управления проектом».

21. Жмем Расчет\Линейный и соглашаемся сохранить проект.

22. Переходим в режим графического анализа.

23. Заходим во вкладку «Деформации» и нажимаем на кнопку «Совместное отображение исходной и деформированной схемы»

Делаем снимок схемы для отчета.

24. Во вкладке «Деформации» нажимаем на кнопку «Вывод значений перемещений в узлах» сначала в качестве вида перемещений выбираем ось «Z», а потом «X».

Делаем два снимка схемы для отчета.

25. Переходим во вкладку «Эпюры усилий» нажимаем на кнопку «Эпюры усилий». В поле выбора вида усилия выбираем продольное усилие «N». В

фильтре отображений нажимаем на кнопку «Отображение
изополей/изолиний» .

Делаем снимок схемы для отчета.

Содержание отчета.

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Исходные данные (чертеж расчетной схемы в масштабе с указанием связей, нагрузок и размеров).
4. Описание проделанной работы со снимками экрана при выполнении характерных операций (требуется минимум 4 картинки).
5. Результаты работы – 4 картинки (совместное отображение исходной и деформированной схемы, значения перемещений по осям X и Z и эпюра продольных сил).
6. Выводы.

Лабораторная работа №3 «Расчет прямоугольных пластин в SCAD»

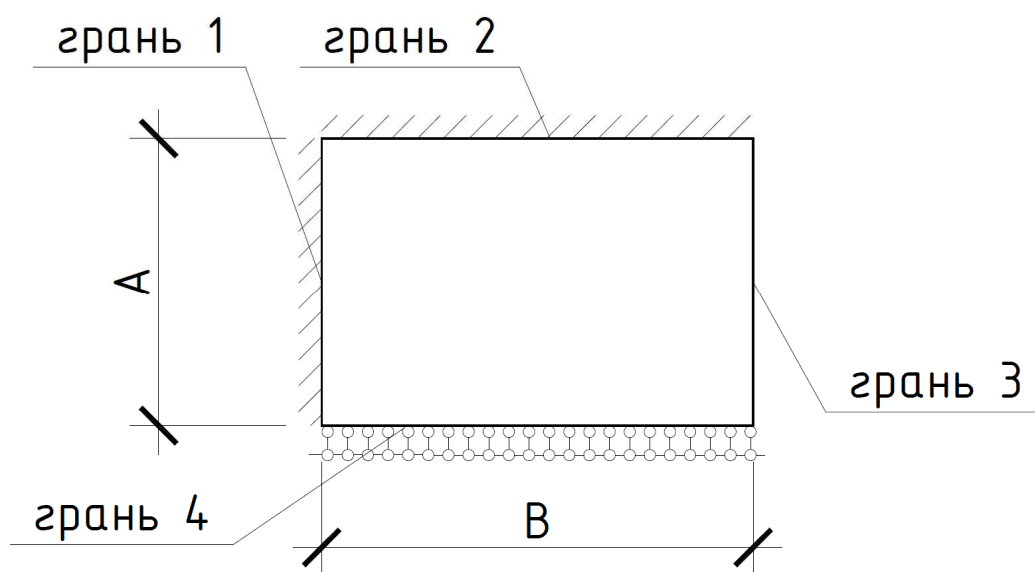
Цель работы: освоить методику определения перемещений и усилий в тонких пластинах, опертых по контуру.

Задачи:

- 1) Научиться задавать расчетную схему пластинчатой конструкции в SCAD;
- 2) Получить поля прогибов пластины;
- 3) Получить поля изгибающих моментов и поперечных сил в пластине.

Исходные данные.

Требуется выполнить расчет прямоугольной опертый по контуру пластины на поперечную равномерно распределенную по площади нагрузку. Размеры пластины, условия опирания по граням и величина нагрузки указаны в таблице 1.



Условные обозначения

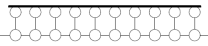
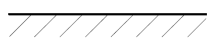
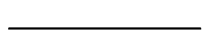
-  - шарнирное опирание;
-  - жесткое опирание;
-  - свободная грань.

Рисунок 1 - Схема пластины

Таблица 1. Исходные данные

Вариант	Размеры, м			Материал	Опираение по грани				Нагрузка, кПа
	А	В	толщина		1	2	3	4	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
1	2.4	6	0.20	Бетон В15	жесткое	шарнирное	жесткое	жесткое	6.0
2	3	6	0.20	Бетон В15	жесткое	шарнирное	жесткое	отсутствует	6.0
3	3.6	6	0.20	Бетон В15	жесткое	шарнирное	жесткое	шарнирное	6.0
4	4.2	6	0.20	Бетон В15	жесткое	шарнирное	шарнирное	жесткое	6.0
5	4.8	6	0.20	Бетон В15	жесткое	шарнирное	шарнирное	отсутствует	6.0
6	5.4	6	0.20	Бетон В15	жесткое	шарнирное	шарнирное	шарнирное	6.0
7	6	6	0.20	Бетон В15	жесткое	шарнирное	отсутствует	жесткое	6.0
8	2.4	5	0.18	Бетон В20	жесткое	шарнирное	отсутствует	отсутствует	6.0
9	3	5	0.18	Бетон В20	жесткое	шарнирное	отсутствует	шарнирное	6.0
10	3.6	5	0.18	Бетон В20	шарнирное	жесткое	жесткое	жесткое	6.0
11	4.2	5	0.18	Бетон В20	шарнирное	жесткое	жесткое	отсутствует	6.0
12	4.8	5	0.18	Бетон В20	шарнирное	жесткое	жесткое	шарнирное	6.0
13	5.4	5	0.18	Бетон В20	шарнирное	жесткое	шарнирное	жесткое	6.0
14	6	5	0.18	Бетон В20	шарнирное	жесткое	шарнирное	отсутствует	6.0
15	2.4	4	0.16	Бетон В25	шарнирное	жесткое	шарнирное	шарнирное	6.0
16	3	4	0.16	Бетон В25	шарнирное	жесткое	отсутствует	жесткое	6.0
17	3.6	4	0.16	Бетон В25	шарнирное	жесткое	отсутствует	отсутствует	6.0
18	4.2	4	0.16	Бетон В25	шарнирное	жесткое	отсутствует	шарнирное	6.0
19	1.2	3	0.18	Бетон В25	жесткое	отсутствует	жесткое	жесткое	5.0
20	1.5	3	0.18	Бетон В25	жесткое	отсутствует	жесткое	отсутствует	5.0
21	1.8	3	0.18	Бетон В25	жесткое	отсутствует	жесткое	шарнирное	5.0
22	2.1	3	0.18	Бетон В25	жесткое	отсутствует	шарнирное	жесткое	5.0
23	2.4	3	0.18	Бетон В30	жесткое	отсутствует	шарнирное	отсутствует	5.0

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
24	2.7	3	0.18	Бетон В30	жесткое	отсутствует	шарнирное	шарнирное	5.0
25	3	3	0.18	Бетон В30	жесткое	отсутствует	отсутствует	жесткое	5.0
26	0.1	0.3	0.032	Сталь	жесткое	отсутствует	отсутствует	отсутствует	20
27	0.11	0.3	0.032	Сталь	жесткое	отсутствует	отсутствует	шарнирное	20
28	0.12	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	отсутствует	жесткое	шарнирное	20
29	0.13	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	отсутствует	жесткое	отсутствует	20
30	0.14	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	отсутствует	шарнирное	жесткое	20
31	0.15	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	отсутствует	жесткое	жесткое	20
32	0.16	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	отсутствует	шарнирное	шарнирное	20
33	0.17	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	шарнирное	жесткое	жесткое	20
34	0.18	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	шарнирное	жесткое	отсутствует	20
35	0.19	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	шарнирное	жесткое	шарнирное	20
36	0.2	0.3	0.032	Сталь	шарнирное	шарнирное	шарнирное	жесткое	20
37	0.1	0.25	0.025	Сталь	шарнирное	шарнирное	шарнирное	отсутствует	30
38	0.12	0.25	0.025	Сталь	шарнирное	шарнирное	шарнирное	шарнирное	30
39	0.14	0.25	0.025	Сталь	шарнирное	шарнирное	отсутствует	жесткое	30
40	0.16	0.25	0.025	Сталь	шарнирное	шарнирное	отсутствует	отсутствует	30
41	0.18	0.25	0.025	Сталь	шарнирное	шарнирное	отсутствует	шарнирное	30
42	0.2	0.25	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	жесткое	жесткое	30
43	0.22	0.25	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	жесткое	отсутствует	30
44	0.24	0.25	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	жесткое	шарнирное	30
45	0.26	0.25	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	шарнирное	жесткое	30
46	0.28	0.25	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	шарнирное	отсутствует	30
47	0.3	0.25	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	шарнирное	шарнирное	30
48	0.1	0.2	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	отсутствует	жесткое	30
49	0.15	0.2	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	отсутствует	отсутствует	30
50	0.2	0.2	0.025	Сталь	жесткое	жесткое	отсутствует	шарнирное	30

Указания по выполнению работы.

1. Запустите программу SCAD.
2. Нажмите на кнопку «Создать новый файл»

The 'Новый проект' dialog box contains the following fields and options:

- Наименование:** Иванова И.И.
- Организация:** 320xxx
- Объект:** Пластина
- Standards:** ☒ Стандарт, ☐ Вариация моделей, ☐ Монтаж
- Units:** Единицы измерения (button)
- Design Norms:** Eurocode (with EU flag), СНГ (with Russian and Ukrainian flags), France (with French flag), DIN (with German flag), USA (with US flag)
- Buttons:** OK, Отмена, Справка
- Schema Type:** 3 - Балочный ростверк, плита (dropdown menu)

Выберите тип схемы 3 «Балочный ростверк, плита», заполните графы «Наименование», «Организация» и «Объект». Нажмите на кнопку «Единицы измерения» входных данных. **ВНИМАНИЕ**, размерность нагрузок невозможно будет изменить в созданном файле при дальнейшей работе с ним.

The 'Единицы измерений' dialog box shows the following settings:

- Входные (Inputs):**
 - Linear dimensions:** м (meters), 1.123
 - Section dimensions:** см (cm), 1.123
 - Forces:** кН (kN), 1.123
- Buttons:** <, >, e (for each unit type)
- Checkbox:** ☒ Использовать по умолчанию (Use by default)
- Buttons:** OK, Отмена, Справка

4. Сохраните файл.

5. Внимательно изучите информацию на экране и перейдите в режим «Расчетная схема» (Исходные данные\Расчетная схема)

6. Перейдите на вкладку «Схема»

7. Нажмите на кнопку «Генерация прямоугольной сетки элементов на плоскости»

- Вид схемы: Плита [XoY];

- Шаг по оси X – размер B по заданию, деленный на NX^* ;

- Шаг по оси Y – размер A по заданию, деленный на NY^* ;

- Количество шагов NX , NY – не менее 20 и не более 60.

* Количество шагов может отличаться по осям X и Y. Разрешается принимать количество шагов одинаковым.

- Жесткость: ввести материал и толщину пластины в соответствии с заданием.

Жмем «ОК»

8. Переходим на вкладку «Загружения» и жмем на кнопку «Нагрузки на пластины».

Вводим нагрузку в соответствии с заданием и жмем «ОК»

9. Выделяем все конечные элементы и жмем «ОК».

10. Жмем «Сохранить/добавить загружение».

11. Переходим на вкладку «Назначения» и жмем «Установка связей в узлах».

Для шарнирного опирания устанавливаем связи по оси Z. Для жесткого опирания устанавливаем связи по оси Z, а также связи от углов поворота U_x или U_y . Для граней 1 и 3 – U_y , 2 и 4 – U_x .

12. Переходим на вкладку «Управление» и выходим в экран управления проектом.

13. Жмем Расчет\Линейный и соглашаемся сохранить проект.

14. Переходим в режим графического анализа.

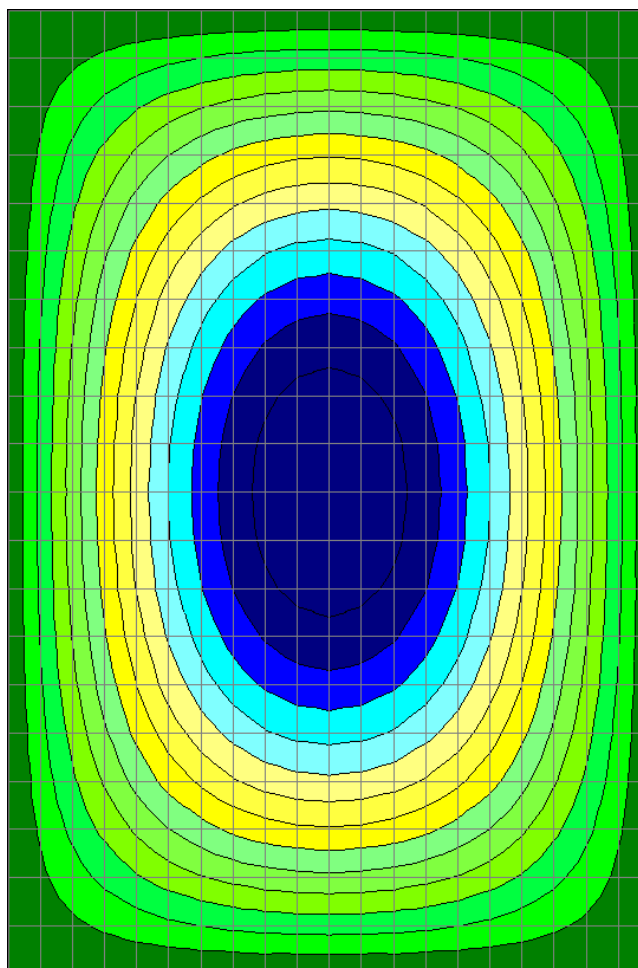
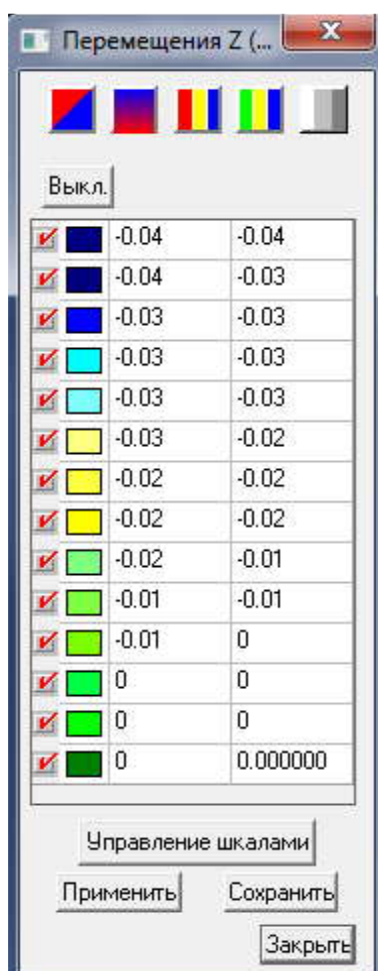
15. На вкладке «Деформации» выбираем кнопку «отображение изополей и изолиний перемещений».

На панели «Визуализация»



выбираем отображение на расчетную схему сверху («Проекция на плоскость XOY »).

Делаем снимок изополей и легенды к ним для отчета:



Переходим на вкладку «Поля напряжений» и получаем картинки с легендами для усилий M_X , M_Y , M_{XY} , Q_X , Q_Y .

Содержание отчета.

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Исходные данные (чертеж расчетной схемы в масштабе с указанием условий опирания и размерами).
4. Описание проделанной работы со снимками экрана при выполнении характерных операций (требуется минимум 4 картинки).
5. Результаты работы – шесть изополей (прогибы, M_X , M_Y , M_{XY} , Q_X , Q_Y).
6. Выводы.

Лабораторная работа №4 «Расчет фундаментной плиты в SCAD»

Цель работы: освоить методику расчета пластин на упругом основании.

Задачи:

- 1) Научиться задавать расчетную схему пластинчатой конструкции в SCAD;
- 2) Научиться собирать нагрузку на колонны в соответствии с их грузовыми площадями;
- 3) Получить поля прогибов, изгибающих моментов, поперечных сил и отпора грунта.

Исходные данные.

Требуется выполнить расчет прямоугольной фундаментной плиты. Размеры плиты, привязки колонн указаны на рисунке 1 и в таблице 1.

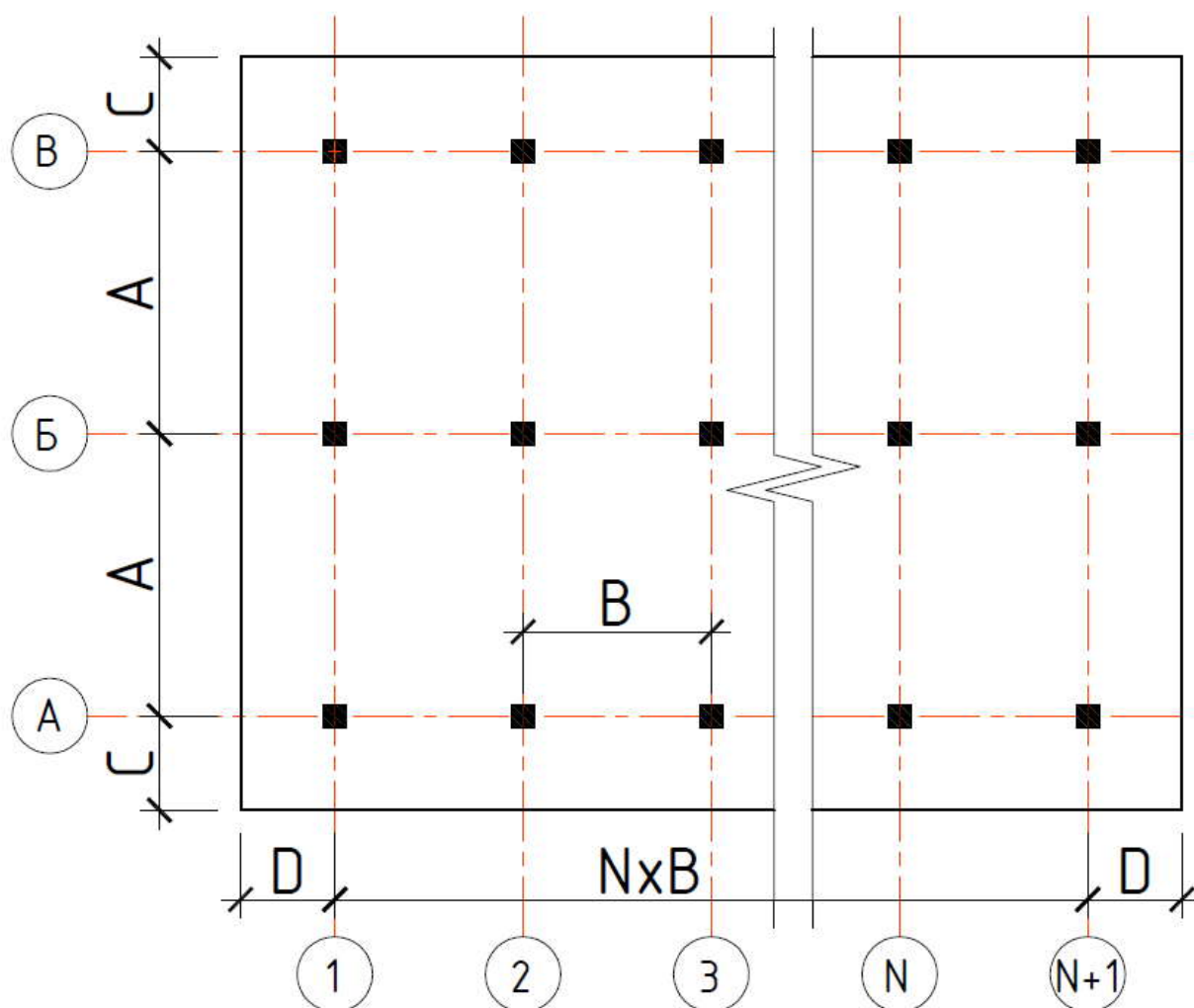


Рисунок 2 - Схема плиты

Таблица 1. Исходные данные

Вар.	Размеры, м					N	Бетон	q, кПа	Свойства основания					
	A	B	C	D	t				Слой 1		Слой 2		Слой 3	
									Вид	t1, м	Вид	t2, м	Вид	t2, м
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
1	6	4	1	1	0.5	2	B15	40	песок	4.0	глина	5	суглинок	6
2	6	4	1	1	0.5	3	B15	40	суглинок	4.1	песок	5	глина	6.1
3	6	4	1	1	0.5	4	B15	40	глина	4.2	суглинок	5.1	песок	6.2
4	6	4	1	1	0.5	5	B15	40	песок	4.3	глина	5.2	суглинок	6.3
5	6	4	1	1	0.5	6	B15	40	суглинок	4.4	песок	5.3	глина	6.4
6	5	4	1	1	0.5	2	B15	45	глина	4.5	суглинок	5.4	песок	6.5
7	5	4	1	1	0.5	3	B15	45	песок	4.6	глина	5.5	суглинок	6.6
8	5	4	1	1	0.5	4	B15	45	суглинок	4.7	песок	5.6	глина	6.7
9	5	4	1	1	0.5	5	B15	45	глина	4.8	суглинок	5.7	песок	6.8
10	5	4	1	1	0.5	6	B15	45	песок	4.9	глина	5.8	суглинок	6.9
11	5	6	1	2	0.6	2	B15	50	суглинок	5.0	песок	5.9	глина	7
12	5	6	1	2	0.6	3	B15	50	глина	5	суглинок	6	песок	6
13	5	6	1	2	0.6	4	B15	50	песок	5.1	глина	4.1	суглинок	6.1
14	5	6	1	2	0.6	5	B15	50	суглинок	5.2	песок	4.2	глина	6.2
15	5	6	1	2	0.6	6	B15	50	глина	5.3	суглинок	4.3	песок	6.3
16	8	6	1	2	0.6	2	B20	55	песок	5.4	глина	4.4	суглинок	6.4
17	8	6	1	2	0.6	3	B20	55	суглинок	5.5	песок	4.5	глина	6.5
18	8	6	1	2	0.6	4	B20	55	глина	5.6	суглинок	4.6	песок	6.6
19	8	6	1	2	0.6	5	B20	55	песок	5.7	глина	4.7	суглинок	6.7
20	8	6	1	2	0.6	6	B20	55	суглинок	5.8	песок	4.8	глина	6.8
21	7	5	3	2	0.6	2	B20	60	глина	5.9	суглинок	4.9	песок	6.9
22	7	5	3	2	0.6	3	B20	60	песок	6	глина	5.0	суглинок	7
23	7	5	3	2	0.6	4	B20	60	суглинок	5	песок	6	глина	4.0

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
24	7	5	3	2	0.6	5	B20	60	глина	5.1	суглинок	6.1	песок	4.1
25	7	5	3	2	0.6	6	B20	60	песок	5.2	глина	6.2	суглинок	4.2
26	9	5	3	2	0.6	2	B20	65	суглинок	5.3	песок	6.3	глина	4.3
27	9	5	3	2	0.6	3	B20	65	глина	5.4	суглинок	6.4	песок	4.4
28	9	5	3	2	0.6	4	B20	65	песок	5.5	глина	6.5	суглинок	4.5
29	9	5	3	2	0.6	5	B20	65	суглинок	5.6	песок	6.6	глина	4.6
30	9	5	3	2	0.6	6	B20	65	глина	5.7	суглинок	6.7	песок	4.7
31	6	6	2	1	0.6	2	B15	70	песок	5.8	глина	6.8	суглинок	4.8
32	6	6	2	1	0.6	3	B15	70	суглинок	5.9	песок	6.9	глина	4.9
33	6	6	2	1	0.6	4	B15	70	глина	6	суглинок	7	песок	5.0
34	6	6	2	1	0.6	5	B15	70	песок	5.4	глина	4.0	суглинок	4.0
35	6	6	2	1	0.6	6	B15	70	суглинок	5.5	песок	4.1	глина	4.1
36	7	6	2	1	0.6	2	B15	75	глина	5.6	суглинок	4.2	песок	4.2
37	7	6	2	1	0.6	3	B15	75	песок	5.7	глина	4.3	суглинок	4.3
38	7	6	2	1	0.6	4	B15	75	суглинок	5.8	песок	4.4	глина	4.4
39	7	6	2	1	0.6	5	B15	75	глина	5.9	суглинок	4.5	песок	4.5
40	7	6	2	1	0.6	6	B15	75	песок	6	глина	4.6	суглинок	4.6
41	5	7	2	1	0.6	2	B20	75	суглинок	5.4	песок	4.7	глина	4.7
42	5	7	2	1	0.6	3	B20	75	глина	5.5	суглинок	4.8	песок	4.8
43	5	7	2	1	0.6	4	B20	75	песок	5.6	глина	4.9	суглинок	4.9
44	5	7	2	1	0.6	5	B20	75	суглинок	5.7	песок	5.0	глина	5.0
45	5	7	2	1	0.6	6	B20	75	глина	5.8	суглинок	4.6	песок	4.5
46	6	7	2	1	0.6	2	B20	75	песок	5.9	глина	4.7	суглинок	4.6
47	6	7	2	1	0.6	3	B20	75	суглинок	6	песок	4.8	глина	4.7
48	6	7	2	1	0.6	4	B20	75	глина	7	суглинок	4.9	песок	4.8
49	6	7	2	1	0.6	5	B20	75	песок	7	глина	5.0	суглинок	4.9
50	6	7	2	1	0.6	6	B20	75	суглинок	7	песок	7	глина	5.0

q – условная равномерно распределенная нагрузка на фундаментную плиту.

Указания по выполнению работы.

1. Запустите программу SCAD.

2. Нажмите на кнопку «Создать новый файл»

Выберите тип схемы 3 «Балочный ростверк, плита», заполните графы «Наименование», «Организация» и «Объект». Нажмите на кнопку «Единицы измерения» входных данных. ВНИМАНИЕ, размерность нагрузок невозможно будет изменить в созданном файле при дальнейшей работе с ним.

4. Сохраните файл.

5. Внимательно изучите информацию на экране и перейдите в режим «Расчетная схема» (Исходные данные\Расчетная схема)

6. Перейдите на вкладку «Схема»

7. Нажмите на кнопку «Генерация прямоугольной сетки элементов на плоскости»

- Вид схемы: Плита [XoY];

- Шаг по оси X – 1 м;

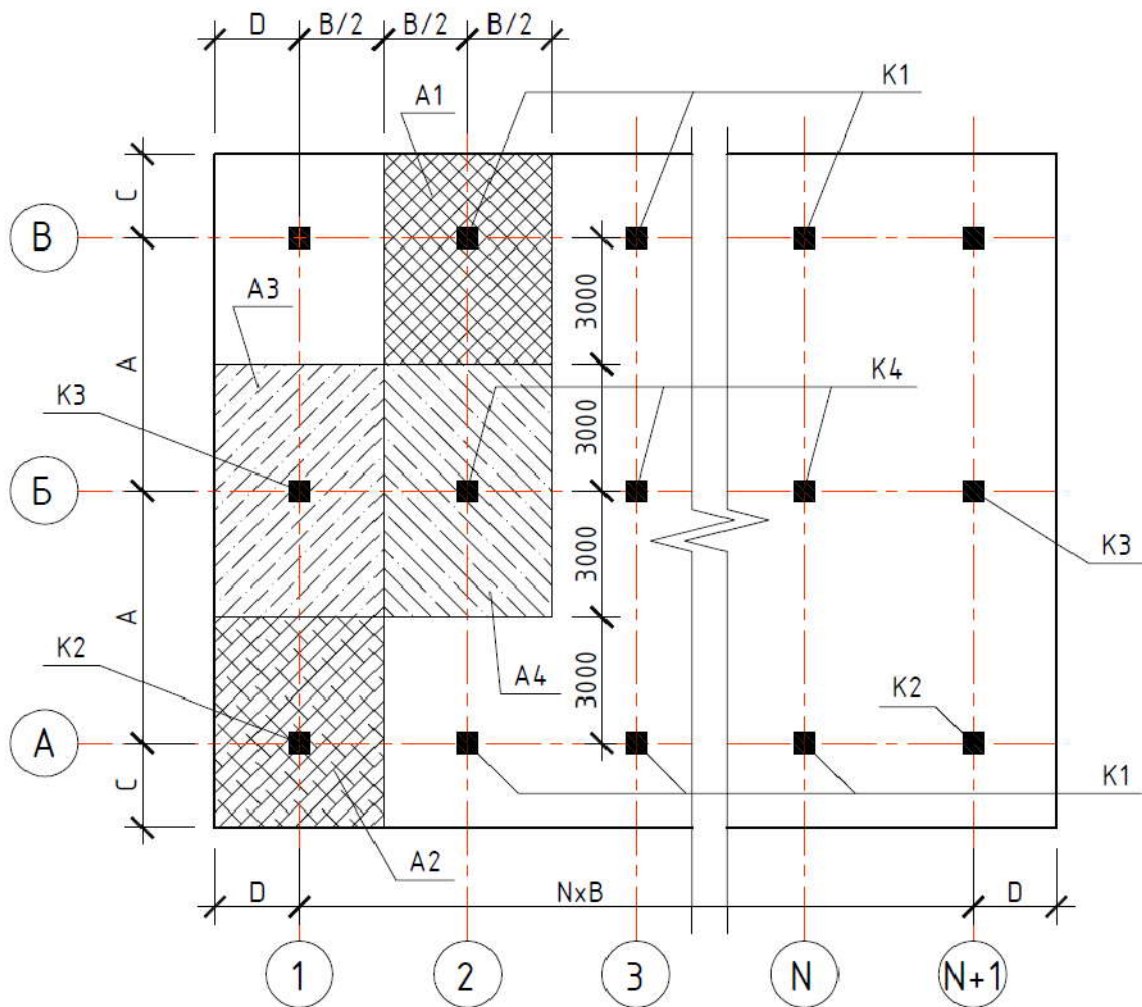
- Шаг по оси Y – 1 м;

- Количество шагов NX, NY – в соответствии с габаритами плиты по заданию.

- Жесткость: ввести материал и толщину плиты в соответствии с заданием.

Жмем «ОК».

8. Собираем нагрузки на плиту.



Грузовая площадь для колонн К1:

$$A_1 = B \cdot \left(C + \frac{A}{2} \right).$$

Грузовая площадь для колонн К2:

$$A_2 = \left(D + \frac{B}{2} \right) \cdot \left(C + \frac{A}{2} \right).$$

Грузовая площадь для колонн К3:

$$A_3 = \left(D + \frac{B}{2} \right) \cdot A.$$

Грузовая площадь для колонн К4:

$$A_4 = B \cdot A.$$

Сосредоточенная нагрузка от колонн определяется умножением условной равномерно распределенной нагрузки на фундаментную плиту, принятой по заданию, на величину соответствующей грузовой площади.

9. Переходим на вкладку «Загружения» и жмем на кнопку «Узловые нагрузки». Найденные ранее нагрузки от колонн прикладываем в соответствии с их координатами на расчетной схеме как нагрузки по оси Z.

10. Жмем «Сохранить/добавить загружение».

11. Переходим на вкладку «Назначения» и жмем кнопку «Назначение коэффициентов упругого основания».

В открывшемся окне выбираем «расчет коэффициентов упругого основания». Последовательно вводим характеристики слоев грунта согласно заданию. Модуль упругости грунта принимаем равным для песков – 16000 кПа, для глин – 14000 кПа, для суглинков – 12000 кПа. Коэффициент Пуассона принимаем равным для песков – 0.3, для глин – 0.42, для суглинков – 0.35.

Выделяем все конечные элементы и жмем «Enter».

12. Переходим на вкладку «Управление» и выходим в экран управления проектом.

13. Жмем Расчет\Линейный и соглашаемся сохранить проект.

14. Переходим в режим графического анализа.

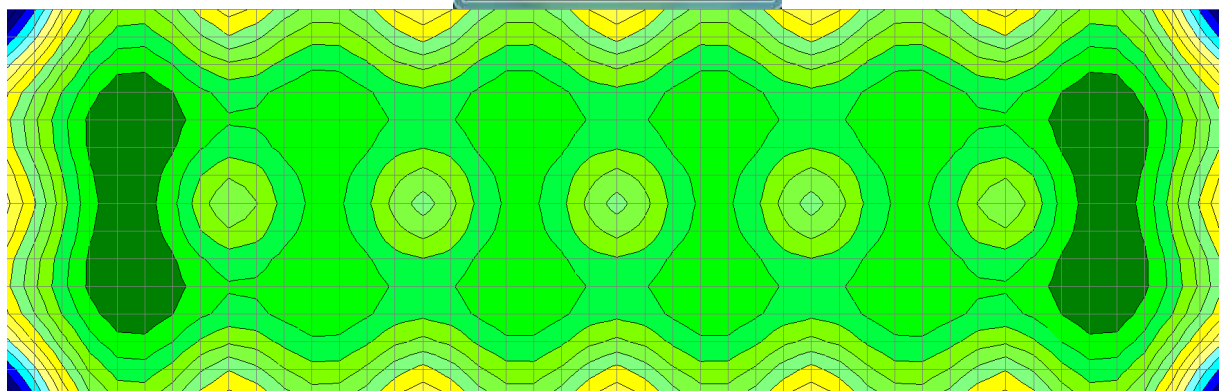
15. На вкладке «Деформации» выбираем кнопку «отображение изополей и изолиний перемещений».

На панели «Визуализация»



выбираем отображение на расчетную схему сверху («Проекция на плоскость ХоУ»).

Делаем снимок изополей и легенды к ним для отчета:



Переходим на вкладку «Поля напряжений» и получаем картинки с легендами для усилий M_x , M_y , M_{xy} , Q_x , Q_y , R_z .

Содержание отчета.

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Исходные данные (чертеж расчетной схемы в масштабе со всеми необходимыми размерами).
4. Описание проделанной работы со снимками экрана при выполнении характерных операций, в том числе расчетная схема с заданными нагрузками.
5. Результаты работы – семь изополей (прогибы, M_X , M_Y , M_{XY} , Q_X , Q_Y , R_Z).
6. Выводы.

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тульский государственный университет»

Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

НАЗВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Лабораторная работа № X
по дисциплине
«Численные методы решения инженерных задач»

Выполнил: ст. гр. XXXXXX _____ Фамилия И.О.

Принял: ассистент _____ Фамилия И.О.

Тула 2013 г.