

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра оснований, фундаментов, динамики сооружений  
и инженерной геологии

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»,  
«МЕХАНИКА ГРУНТОВ», «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ»**

Методические указания для студентов  
всех специальностей и направлений подготовки

Казань  
2013

УДК 004.9:624.15;624.131.1

ББК 32.97

И74

И74 Использование информационных технологий при изучении дисциплин «Инженерная геология», «Механика грунтов», «Основания и фундаменты»: Методические указания для студентов всех специальностей и направлений подготовки / Сост.: И.Т. Мирсаяпов, Д.М. Нуриева, Р.Р. Хасанов, А.О. Попов, Д.А. Артемьев. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2013. – 60 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

В методических указаниях представлен обзор программ и программных комплексов, применяющихся в современной строительной практике. Дано их описание и область применения. Описанные программные продукты могут быть использованы при изучении дисциплин кафедры, а также при выполнении дипломных проектов и дипломных работ.

Методические указания предназначены для студентов всех специальностей и направлений подготовки.

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент,  
зав. кафедрой информационных систем и технологий в строительстве

**Д.М. Кордончик**

Главный инженер проекта ООО «УниверсалПроект»

**А.Г. Покровская**

УДК 004.9:624.15;624.131.1

ББК 32.97

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2013

© Мирсаяпов И.Т., Нуриева Д.М.,  
Хасанов Р.Р., Попов А.О.,  
Артемьев Д.А., 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Программные продукты, используемые при обработке результатов инженерно-геологических изысканий.....	5
1.1. Комплекс программ <b>EngGeo</b> .....	5
1.2. Программный комплекс <b>CADGEO</b> .....	9
1.3. Комплексная программная система <b>GeoniCS</b> «Инженерная геология» (GeoDirect).....	13
1.4. Программа <b>RozrizGeo</b> .....	15
2. Прикладные программы автоматизированного расчета оснований и фундаментов, реализующие рекомендации строительных норм.....	16
2.1. Программа « <b>ФУНДАМЕНТ</b> ».....	16
2.2. Программа <b>BASE</b> .....	18
2.3. Программа « <b>ПЛИТА</b> ».....	20
2.4. Программа « <b>Платон</b> ».....	21
2.5. Программа <b>ФОК ПК Парус</b> .....	25
2.6. Программа <b>ФОК +ЛЕНТ-ПК</b> .....	26
2.7. Программа « <b>ОТКОС</b> ».....	28
2.8. Программы для геотехнических расчетов <b>GEOSOFT</b> .....	29
2.9. Электронный справочник-калькулятор <b>СпИн</b> (ЕВРОСОФТ).....	36
2.10. Электронный справочник инженера <b>ЭСПРИ</b> (ЛираСофт).....	37
3. Программы, позволяющие решать геотехнические задачи.....	44
3.1. Программа <b>PLAXIS</b> .....	44
3.2. Программа <b>ANSYS</b> .....	45
3.3. Программа <b>LS-DYNA</b> .....	46
4. Программы, используемые при совместных расчетах зданий с грунтовым основанием.....	47
4.1. ПК <b>STARK ES</b> (ЕВРОСОФТ).....	47
4.2. ПК <b>ЛИРА</b> (ЛИРА Софт).....	50
4.3. ПК <b>МОНОМАХ</b> (ЛИРА Софт).....	55
4.4. <b>SCAD Office</b> .....	57
5. Программы, предоставляющие электронные справочные материалы.....	58
5.1. <b>СтройКонсультант</b> .....	58
5.2. <b>NormaCS</b> .....	59
Интернет-ресурсы.....	60

## ВВЕДЕНИЕ

В практике проектирования оснований и фундаментов все большее значение приобретает применение средств вычислительной техники. При этом используются электронные справочные материалы в форме файлов помощи, отдельные прикладные программы и программные комплексы.

Внедрение в практику указанных программных средств позволяет существенно сократить сроки проектирования и повысить качество проектов.

Среди наиболее известных программных средств, применяемых для автоматизации проектирования оснований и фундаментов можно выделить:

- программы обработки результатов инженерно-геологических изысканий;
- программы автоматизации расчетов оснований и фундаментов различных типов, реализующие рекомендации строительных норм;
- программы, обеспечивающие возможность использования нелинейных моделей грунта при решении геотехнических задач;
- программные комплексы, позволяющие решать объемные задачи и проводить совместные расчеты здания с грунтовым основанием.

В методических указаниях представлен обзор программ и программных комплексов, применяющихся в современной строительной практике. Дано их описание и область применения. Описанные программные продукты могут быть использованы при изучении дисциплин кафедры, а также при выполнении дипломных проектов и дипломных работ.

# 1. ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

## 1.1. Комплекс программ «EngGeo»

Программный комплекс «EngGeo» предназначен для работы с данными инженерно-геологических изысканий.

Основными возможностями комплекса являются:

- хранение данных по бурению скважин, по лабораторным пробам грунтов и вод, по полевым испытаниям;
- расчет физико-механических и химических характеристик грунтов и вод и их статистическая обработка;
- создание текстовых отчетов по испытаниям и проходке выработок;
- построение чертежей колонок скважин и разрезов.

Раздел лабораторных испытаний включает в себя следующие модули:

- физические свойства грунта;
- компрессионное сжатие с возможностью разгрузки и повторной нагрузки образца;
- определение коэффициента фильтрационной консолидации;
- определение характеристик набухания и усадки, включая набухание под нагрузкой;
- испытания методом одноплоскостного среза с повторными срезами «плашка по плашке»;
- испытания скальных и полускальных грунтов одноосным сжатием для образцов правильной и неправильной формы;
- испытания трехосным сжатием;
- стандартное уплотнение грунта;
- испытания шариковым штампом – для мерзлых грунтов;
- химический анализ водной вытяжки грунта (коррозионная активность);
- химический анализ проб грунтовых вод.

По каждому испытанию можно создать отчет с графиками и результатами опыта (пример отчета показан ниже). Также по всему объекту, участку работ или по отдельной выработке можно сформировать сводную ведомость физико-механических свойств грунтов.

Приводятся результаты анализа и заключение о коррозионной активности грунта и воды по ГОСТ 9.602-2005 и СНиП 2.03.11-85.

## Пример отчета

Объект: ООО «Тулацемент»  
 Номер выработки: 30  
 Интервал отбора, м: 12.00 – 12.20  
 ИГЭ №:  
 Наименование грунта: Глина тяжел. полутверд.

Лабораторный номер: 9590  
 Структура грунта: нарушена  
 Состояние образца: природной влажности

### РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТА

Испытание произведено на приборах "ГИДРОПРОЕКТ"  
 Диаметр кольца – 87,5 мм (сжатие) и 72 мм. (срез)  
 Высота кольца – 25 мм (сжатие) и 35 мм. (срез)

ГОСТ 12536-79. ГОСТ 5180-84  
 ГОСТ 12248-96  
 ГОСТ 24143-80

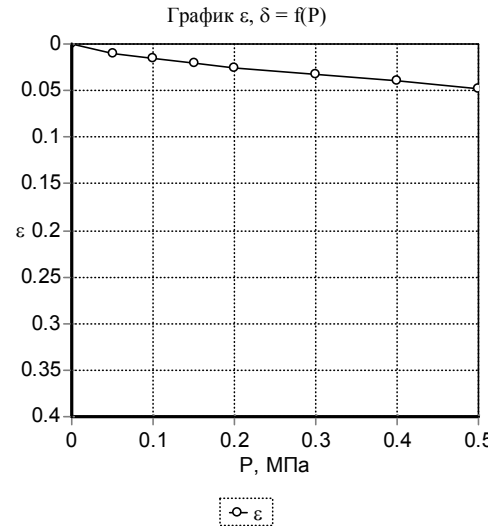
#### Гранулометрический состав фракций, %

> 10	10 – 5	5 – 2	2 – 1	1 – 0,5	0,5 – 0,25	0,25 – 0,1	0,1 – 0,05	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	< 0,005

#### Физические свойства грунта

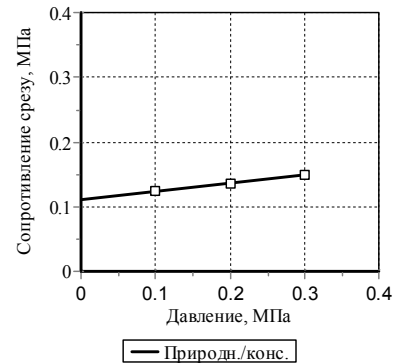
Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>	Плотность сухого грунта, г/см <sup>3</sup>	Плотность частиц, г/см <sup>3</sup>	Коэф. пористости	Степень влажности, д.е.	Влажность, %			Число пластичности, %	Показатель текучести
					природная	на границе текучести	на границе раскат.		
1.92	1.48	2.75	0.856	0.94	29.3	68.5	29.1	39.4	0.01

Вертик давл-е Р	Отн. деф. ε	Коэф. порист. e	Коэф. уплотн. a	Мод. деф., МПа E	Отн. деф. (зам.) ε <sub>1</sub>	Коэф. порист. (зам.) e <sub>z</sub>	Коэф. уплотн. (зам.) a <sub>z</sub>	Мод. деф. (зам.) E <sub>z</sub>
0.0	0.0000	0.856						
0.05	0.0097	0.838	0.36	3.34				
0.1	0.0163	0.826	0.24	4.94				
0.15	0.0214	0.816	0.19	6.32				
0.2	0.0260	0.808	0.17	7.11				
0.3	0.0326	0.796	0.12	9.89				
0.4	0.0392	0.783	0.12	9.89				
0.5	0.0477	0.767	0.16	7.58				



Модуль общей деформации E <sub>ε</sub> , МПа: 6.69
Модуль деформации с учетом M <sub>k</sub> E <sub>ε</sub> , МПа: 36.58
Модуль общей деформации (водонасыщ.) E <sub>ε</sub> , МПа:
Модуль деформации (водонасыщ.) с учетом M <sub>k</sub> E <sub>ε</sub> , МПа:
Относительная просадочность при P=0,3 МПа:
Начальное просадочное давление P <sub>пр</sub> , МПа:

Вид среза	Состояние грунта			
	Природное медленный консолидированный срез			
нормальное давление P, МПа	срезающая нагрузка, Кг	сопротивл. срезу τ, МПа	срезающая нагрузка, Кг	сопротивл. срезу τ, МПа
0.1	4.98	0.124		
0.2	5.4	0.135		
0.3	5.95	0.149		



Угол внутр. трения, град.	7
Удельн. сцепление, МПа	0.112

16.01.2014

Составил:

График τ = f(P)

Проверил:

## **Полевые испытания**

Комплекс «EngGeo» предоставляет пользователю возможность обрабатывать следующие виды полевых испытаний грунтов:

- статическое зондирование;
- динамическое зондирование;
- штамповые испытания;
- испытания радиальным прессиометром;
- испытания вращательным срезом (крыльчатка);
- термокаротаж.

Проведя статистическую обработку данных зондирования можно получить таблицу нормативных характеристик деформационных свойств грунтов.

Может быть проведен расчет предельного сопротивления забивных свай по СНиП 2.02.03-85 или по СП 50-102-2003 и создан отчет для выбранных свай. Типы свай, для которых проводится расчет, определяются настройками программы.

По результатам штамповых испытаний строится график, и рассчитываются модули деформации на каждой ступени нагружения и на интервале нагрузок, выбранном пользователем.

## **Построение колонок скважин**

Если в базе данных программы были занесены литологические описания слоев грунта, то с помощью графического модуля «Колонка» можно сразу получить изображения колонок скважин. Кроме того, рядом с колонкой, в том же вертикальном масштабе можно построить по выбору графики статического зондирования, динамического зондирования или термокаротажа.

Точка статического зондирования № 1

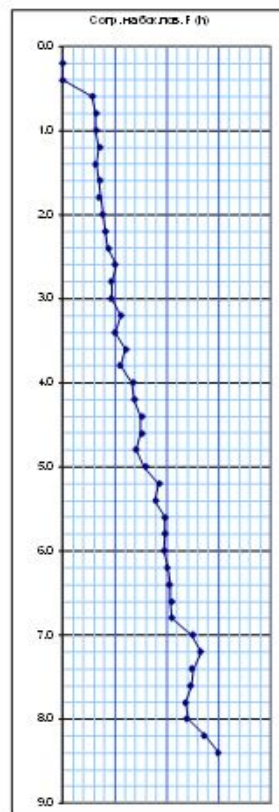
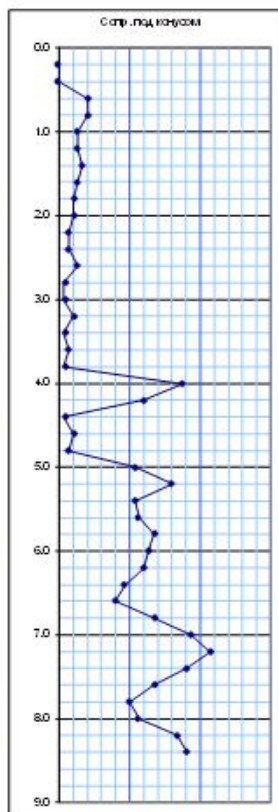
Дата 25.10.2011г.

Отметка устья, м 59.90

Глубина, м 8.4

Тип установки С-979

ИГЭ	h, м	Показ.		Показ.	
		мм	Q, МПа	атм	F, кН
1	0.2	0.0	0.00	0	0.00
1	0.4	0.0	0.00	0	0.00
1	0.6	0.6	4.02	14	11.38
1	0.8	0.6	4.02	15	12.48
1	1.0	0.4	2.68	14	12.72
1	1.2	0.4	2.68	15	13.82
1	1.4	0.5	3.35	15	13.15
1	1.6	0.4	2.68	15	13.82
2	1.8	0.3	2.01	15	14.49
2	2.0	0.3	2.01	16	15.59
2	2.2	0.2	1.34	16	16.26
2	2.4	0.2	1.34	17	17.36
2	2.6	0.4	2.68	21	20.42
3	2.8	0.1	0.67	18	19.13
3	3.0	0.1	0.67	18	19.13
3	3.2	0.3	2.01	22	22.19
3	3.4	0.1	0.67	19	20.23
3	3.6	0.2	1.34	23	23.96
3	3.8	0.1	0.67	21	22.43
5	4.0	2.6	17.42	40	26.58
5	4.2	1.8	12.06	36	27.54
3	4.4	0.1	0.67	28	30.13
3	4.6	0.3	2.01	29	29.89
3	4.8	0.2	1.34	27	28.36
5	5.0	1.6	10.72	38	31.08
5	5.2	2.4	16.08	48	36.72
5	5.4	1.6	10.72	42	35.48
5	5.6	1.7	11.39	46	39.21
5	5.8	2.0	13.40	48	39.40
5	6.0	1.9	12.73	47	38.97
5	6.2	1.8	12.06	48	40.74
4	6.4	1.4	9.38	46	41.22
4	6.6	1.2	8.04	45	41.46
5	6.8	2.0	13.40	50	41.60
5	7.0	2.8	18.76	62	49.44
5	7.2	3.2	21.44	68	53.36
5	7.4	2.7	18.09	62	50.11
5	7.6	2.0	13.40	57	49.30
5	7.8	1.5	10.05	52	47.15
5	8.0	1.7	11.39	54	48.01
5	8.2	2.5	16.75	65	54.75
5	8.4	2.7	18.09	71	60.01



### Построение инженерно-геологического разреза

По результатам работы программы можно построить инженерно-геологический разрез по определенному набору скважин.

Для любого выбранного разреза сначала строятся колонки скважин по своим абсолютным отметкам. В колонках изображаются подошвы всех геологических слоев, типы грунтов, включения и прослои в основной грунт, уровни подземных вод, места отбора проб воды и грунта, отмечаются условными знаками скважины, к которым привязаны испытания штампами, статическим или динамическим зондированием.



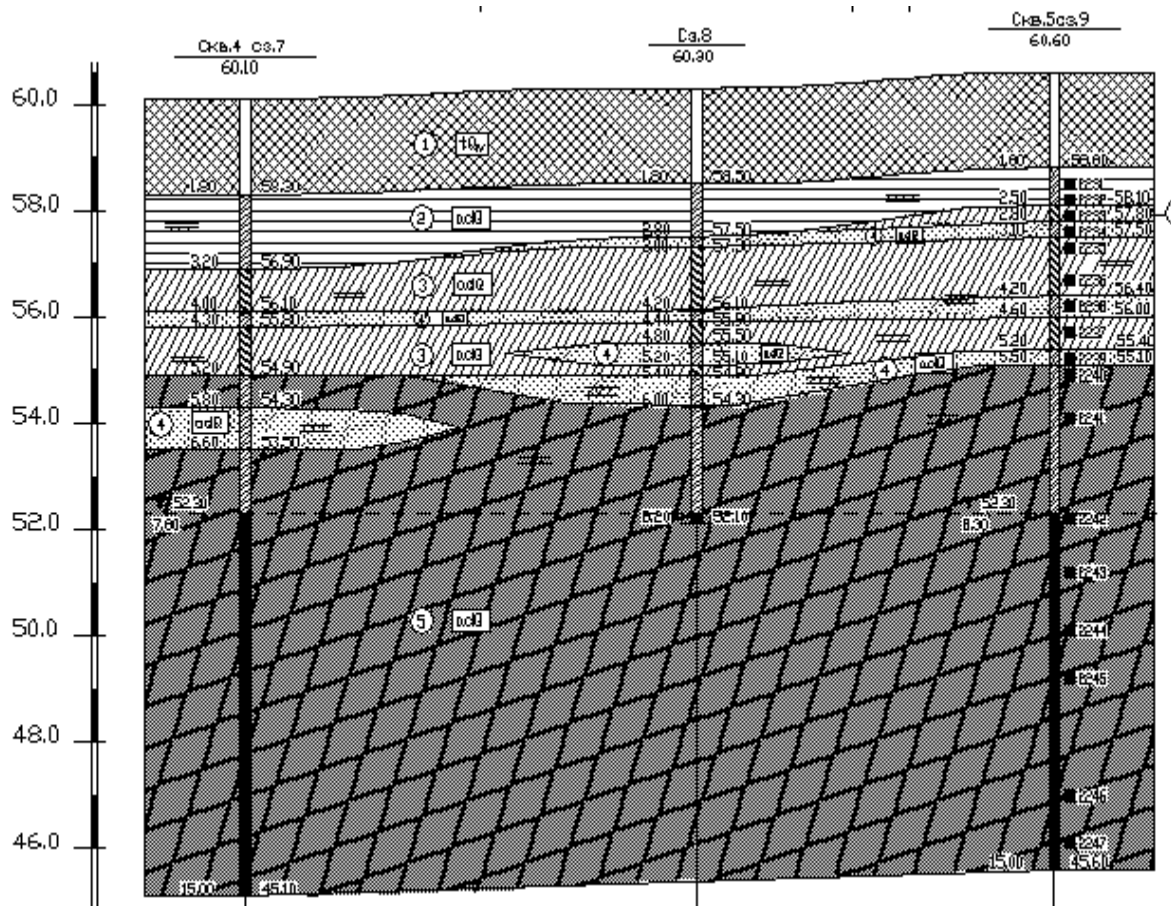


Рис.1. Инженерно-геологический разрез

Пользователь может включать в чертеж шкалу вертикальных отметок, рамку и штамп, выводить расстояния между скважинами.

## 1.2. Программный комплекс CADGEO

Программный комплекс CADGEO решает задачу комплексной обработки результатов инженерных изысканий.

Задачи, решаемые программным комплексом CADGEO:

- создание учетной записи объекта инженерных изысканий в базе данных;
- заполнение каталога инженерно-геологических выработок;
- ввод результатов визуального описания грунтов в выработках;
- создание каталога инженерно-геологических элементов, каталога проб, консистенции глинистых грунтов и влажности песчаных грунтов;
- обработка результатов лабораторных исследований физико-механических свойств (гранулометрического анализа, компрессионных и

сдвиговых испытаний) грунтов с оценкой разновидности грунтов в соответствии с таблицами приложения Б, ГОСТ 25100-95;

- обработка результатов консолидационных испытаний грунтов;
- обработка результатов стандартного уплотнения грунтов;
- обработка результатов химического анализа воды;
- обработка результатов статического зондирования грунтов с расчетом несущей способности свай;
- обработка результатов динамического зондирования грунтов с расчетом несущей способности свай;
- обработка результатов штамповых испытаний грунтов, в том числе на просадочность;
- обработка результатов полевого определения прочности и деформируемости методом лопастных испытаний (крыльчатка);
- обработка результатов радиоактивного каротажа;
- обработка результатов режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод;
- оценка типа грунтовых условий по просадочности территорий, сложенных лессовыми породами;
- построение в среде AutoCAD карт фактических данных, инженерно-геологических колонок, инженерно-геологических разрезов, инженерно-геологических карт, графиков статического и динамического зондирования, графиков радиоактивного каротажа;
- построение в среде AutoCAD трехмерной модели геологического пространства.

Преимущества комплекса:

- основой программы CADGEO является база данных, построенная на платформе Microsoft Access. Все модули программы обмениваются данными через базу данных. В программе практически отсутствует файловая система организации данных;
- конечные результаты обработки инженерно-геологических данных не требуют дополнительных преобразований, так как оформляются в виде, готовом для печати;
- в программе широко используется графическое представление результатов для последующего анализа, что значительно эффективнее обычных таблиц.

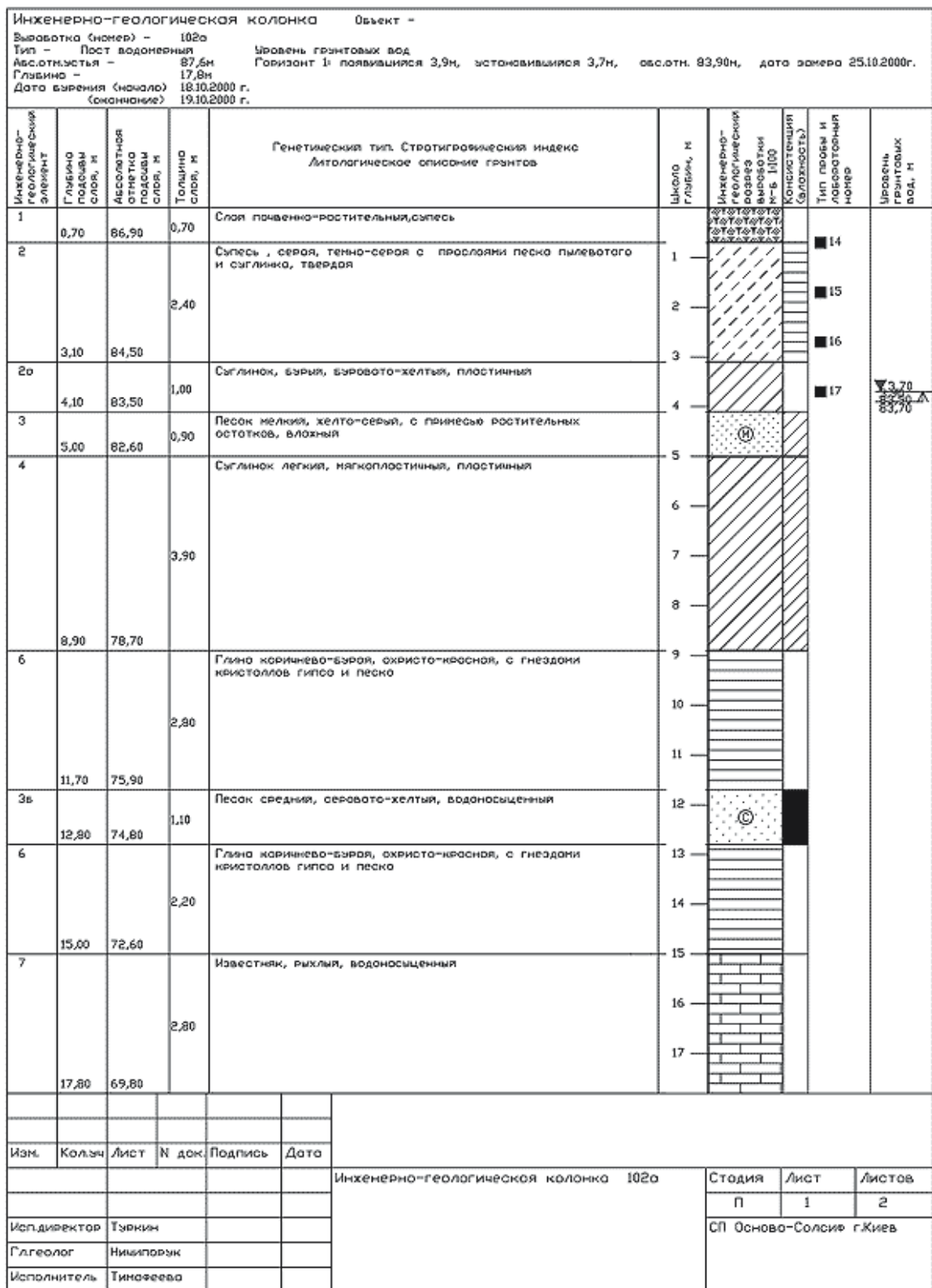


Рис. 2. Пример построения стратиграфической колонки в структуре программы

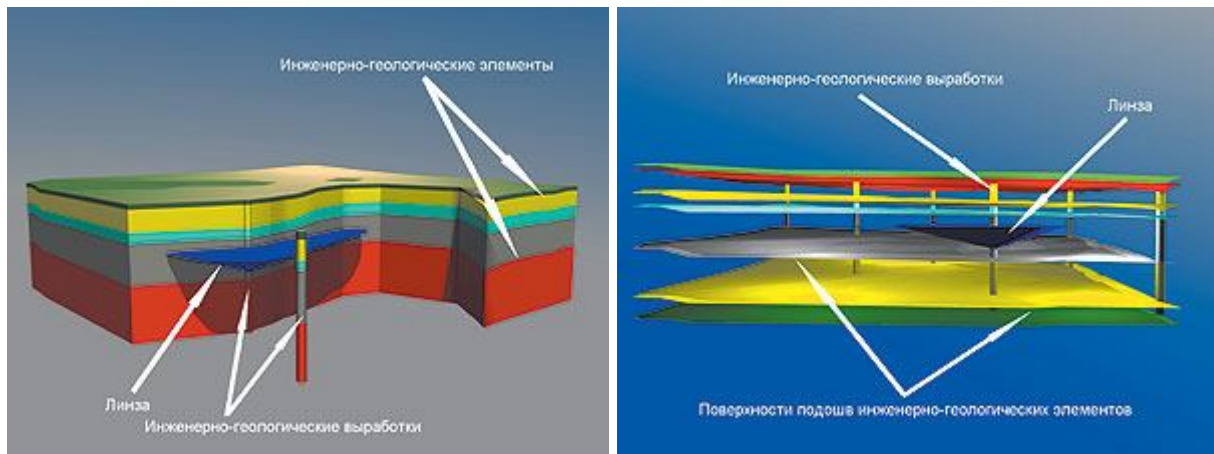


Рис. 3. Примеры трехмерного отображения поверхностей кровли и подошвы инженерно-геологических элементов, геологических выработок

**Нормативные и расчетные значения**

Объект: КС Хрестище  
Инженерно-геологический элемент ---- 4

Разновидность грунта:	Супынок, полутвердые				
Показатели физико-механических свойств		n	Xn	S	Y
<b>Влажность:</b>					
- природная	д.е.	8	0,159	0,002	0,01
- на границе текучести	д.е.	8	0,29	0,01	0,03
- на границе раскатывания	д.е.	8	0,16	0,00	0,01
Число пластичности	д.е.	8	0,13	0,01	0,06
Показатель текучести	д.е.	8	-0,01		
Плотность частиц грунта	г/см <sup>3</sup>	8	2,68	0,02	0,01
Плотность грунта (нормативная)*	г/см <sup>3</sup>	8	1,67	0,08	0,05
<b>Расчетные значения влагостности</b>		Число степеней свободы	α=0,85	α=0,90	α=0,95
- грунта (нижняя граница)*	г/см <sup>3</sup>	7	(1,018) 1,64	(1,023) 1,63	(1,032) 1,62
- грунта (верхняя граница)*	г/см <sup>3</sup>	7	(1,018) 1,70	(1,023) 1,71	(1,032) 1,72
Плотность скелета грунта	г/см <sup>3</sup>	8	1,44	0,05	0,04
Пористость	д.е.	8	0,484	0,024	0,05
Коэффициент пористости		8	0,859	0,085	0,10
Коэффициент водонасыщения	д.е.	8	0,50	0,05	0,11

**Нормативные и расчетные значения (характеристики прочности грунтов)**

Метод испытаний: НеконсOLIDированный-недренированный  
Состояние грунта: Природной влажности

Нормальное давление		Сопротивление срезу $\tau$ , МПа				
P, МПа		n	Xn	S	Y	
0,10		8	0,079	0,011	0,14	
0,20		8	0,123	0,023	0,18	
0,30		8	0,167	0,034	0,20	
Показатели	Метод расчета	Коэффициент надежности по грунту	Число степеней свободы	Угол внутреннего трения		Удельное сцепление
Доверительная вероятность				φ, град.	с, МПа	
ГОСТ 20522-96 (п.6.6-6.12) нормативные		1,129	22	φ, град.	с, МПа	0,038
ГОСТ 20522-96 (п.6.6-6.12) α=0,95		1,113	7	24		0,032
ГОСТ 20522-96 (п.6.2-6.5) нормативные		1,113	7	23		0,038
ГОСТ 20522-96 (п.6.2-6.5) α=0,85		1,147	7	21		0,035
ГОСТ 20522-96 (п.6.2-6.5) α=0,90		1,208	7	20		0,035

Рис. 4. Таблица статистической обработки инженерно-геологических данных

### 1.3. Комплексная программная система GeoniCS «Инженерная геология» (GeoDirect)

Комплексная система, позволяющая вводить и рассчитывать данные, полученные в ходе проведения инженерно-геологических изысканий.

Программа позволяет:

- осуществлять обработку и интерпретацию результатов лабораторных испытаний и статического зондирования грунтов;
- выполнять статистическую обработку информации по выделенным инженерно-геологическим элементам (ИГЭ), вычисление нормативных и расчетных характеристик физико-механических свойств грунтов;
- строить графические зависимости;
- выполнять построение инженерно-геологических разрезов и инженерно-геологических колонок;
- производить расчет предельных сопротивлений и несущей способности свай; осуществлять формирование отчетной документации, соответствующей государственным стандартам стран СНГ;
- наносить геологическую информацию на изыскательские продольные профили и поперечные сечения, созданные в программе GeoniCS Трассы или GeoniCS ЖЕЛДОР.

#### **Функции программы**

##### *1. Комплексная точка (выработка)*

Данная функция позволяет ввести сходные данные о выработке, включающие в себя информацию о плановом и высотном положении, литологическом разрезе (данные о границах ИГЭ), консистенции и степени водонасыщения грунтов, глубинах отбора проб грунтов, сведения об уровне подземных вод.

##### *2. Лабораторные исследования*

После заполнения данных о выработках в данной функции производится обработка комплекса лабораторных определений по отдельным пробам грунтов с построением соответствующих графиков, расчетом физико-механических, прочностных и деформационных характеристик грунтов. Лабораторные исследования предусматривают обработку данных гранулометрического состава, результатов компрессионных испытаний, сопротивления грунта сдвигу, данные по набуханию и усадке образцов грунта согласно ГОСТ 24143-80. Информация о проведенных испытаниях отображается в реестре проб, позволяющем осуществлять быстрый переход к необходимой пробе. Результаты обработки лабораторных данных можно выгрузить в виде отчетных бланков по каждому образцу в формате Microsoft Word. Сводная таблица физико-механических характеристик грунтов формируется в Microsoft Excel по всем скважинам или по инженерно-геологическим элементам.

### *3. Статическое зондирование*

В данной функции осуществляется ввод данных о сопротивлении грунта на участке боковой поверхности и под наконечником зонда, при необходимости – пересчет значений в зависимости от типа установки, генерация графиков статического зондирования. Расчет несущей способности сваи, отдельный расчет по лобовой и боковой составляющей с формированием отчетной документации.

### *4. Инженерно-геологический элемент*

В данной функции выполняется статистическая обработка результатов лабораторных исследований по выделенным инженерно-геологическим элементам (нормативные и расчетные значения характеристик грунтов определяются с необходимой достоверной вероятностью). Для каждого ИГЭ формируется отчетная документация.

### *5. Общая просадочность грунтов*

Производится расчет общей просадочности с построением графических зависимостей, заключением о типе просадочности и формированием отчетной документации.

### *6. Химический анализ воды*

Производится обработка химического анализа воды, на основе нормативных документов определяется степень агрессивности подземных вод, формируется отчетная документация.

### *7. Стратиграфические колонки*

При создании стратиграфической колонки в GeoniCS Инженерная геология инженер-геолог может задать новый геоиндекс, соответствующее ему описание грунта, а также установить связь между ИГЭ и стратиграфией.

### *8. Инженерно-геологический разрез*

С использованием выбранных цветов и штриховок производится построение инженерно-геологических разрезов по указанным выработкам. Разрез строится с применением системы AutoCAD. При построении разрезов существует возможность загрузить профиль, созданный в GeoniCS Трассы, для нанесения на него данных по геологии. Также реализована возможность нанесения геологических данных на поперечный профиль, созданный с помощью AutoCAD Civil 3D. В GeoniCS Инженерная геология можно загружать ЦММ, созданную в ПК GeoniCS, что позволяет «считывать» информацию о рельефе и положении скважины с загруженной модели.

### *9. Инженерно-геологические колонки*

В программе реализовано построение инженерно-геологических колонок с автоматической штриховкой грунта по ИГЭ. Предусмотрена возможность задания пользовательских значений параметров штриховки и цветовых характеристик.

## 10. Формирование отчетной документации

Формирование отчетной документации производится в соответствии с действующими нормативными документами и на основе утвержденных бланков. Пользователь может отказаться от стандартного шаблона, оформив и подключив в систему собственный бланк.

### 1.4. Программа RozrizGeo

Простая и удобная программа для автоматического построения инженерно-геологических разрезов и колонок скважин на основании первичных данных инженерно-геологических изысканий.

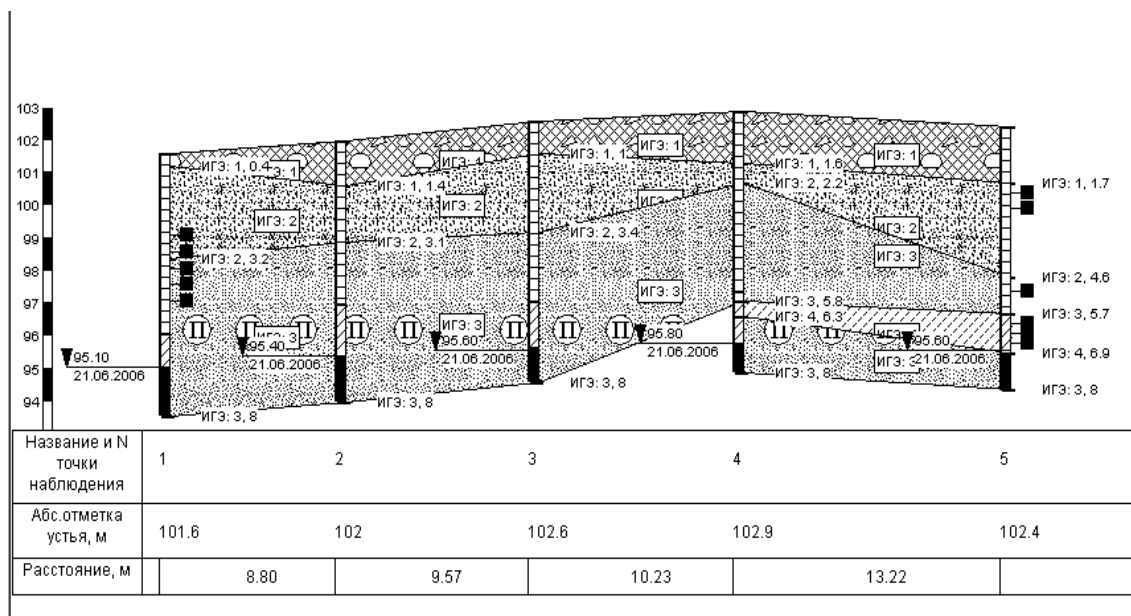
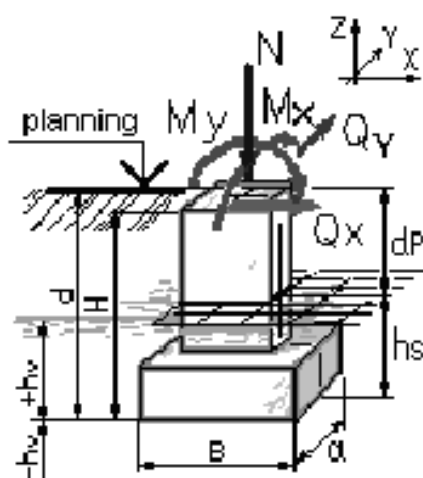


Рис. 5. Инженерно-геологический разрез, построенный в программе RozrizGeo

## 2. ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ

### 2.1. Программа «ФУНДАМЕНТ»



В настоящее время в этой программе реализованы все без исключения расчеты СНиП 2.02.02-83\* «Основания зданий и сооружений», СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений», СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты», СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов», СНиП 2.02.05-87 «Фундаменты машин с динамическими нагрузками», и почти все расчеты СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», в том числе теплотехнические. Кроме того, имеется ряд востребованных расчетов, не входящих в СНиП. Реализован расчет фундаментов, ростверков и подпорных стен на любом основании на сейсмические нагрузки.

«Фундамент» не имеет «Руководства пользователя». Пользование программой заключается в заполнении активных окошек и нажатии на кнопку «Расчет». Необходимая информация по теоретической части расчетов содержится в справке к каждому конкретному расчету.



## Программа производит расчеты:

- ленточных и столбчатых фундаментов на естественном основании;
- подпорных стен на естественном основании;
- осадки и крена фундаментов на естественном основании (3 теории);
- просадки, подъема и усадки при набухании, суффозионной осадки;
- осадки с учетом влияния соседних фундаментов;
- ленточных и столбчатых свайных;
- подпорных стен на свайном основании;
- осадки ростверка по кусту, как условного фундамента (с учетом отрицательного трения);
- отдельной сваи на вертикальную нагрузку (с учетом отрицательного трения);
- отдельной сваи на горизонтальную нагрузку и момент;
- осадки отдельной сваи;
- несущей способности свай по результатам полевых испытаний;
- армирования конструкций;
- затрат (составление сметы) на рассчитанные конструкции;
- балок таврового и прямоугольного сечений на естественном основании (3 теории);
- прямоугольных плит на естественном основании (3 теории);
- прямоугольных плит на свайном основании (2 теории);
- фундаментов машин (в том числе свайных) на динамические нагрузки:
  - периодические;
  - импульсные;
  - случайные;
  - кинематическое возбуждение;
- устойчивости по грунту фундаментов глубокого заложения (2 теории);
- устойчивости по грунту фундаментов мелкого заложения;
- шпунтового ограждения из различных материалов и конструкций (3 теории);
- фундаментов под резервуары (ж/б и щебеночные кольца, плита на сваях);
- осадки и крена фундаментных плит на естественном основании (3 теории);
- учета влияния пристраиваемого здания и существующего на пристраиваемое;
- осадки и крена фундаментных плит на свайном основании (4 метода);

- анкерных плит и фундаментов (5 видов, в том числе с учетом совместной работы);
- колодцев различного сечения в плане;
- труб и тоннелей различной формы;
- фундаментов, подпорных стен и отдельных свай на вечной мерзлоте;
- теплотехнического расчета вечномерзлых грунтов;
- температур подполья и модуля вентилирования для вечной мерзлоты;
- устойчивости конструкций при морозном пучении;
- сил отрицательного трения для просадочных грунтов;
- подъема сваи при замачивании набухающего грунта;
- грунтовых откосов;
- усиления фундаментов различными способами;
- расстояний и деформаций при забивке свай или шпунта вблизи зданий;
- нагрузок на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).

Реализован расчет фундаментов, ростверков и подпорных стен на любом основании на сейсмические нагрузки.

## 2.2. Программа BASE

Программа представляет собой систему автоматизированного расчета конструкций из различных областей строительной практики. 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 перед системным: расчеты выполняются практически мгновенно, исходных данных требуют минимум, пользователь имеет широкие возможности анализа расчетной схемы, меняя те или иные условия расчета.

«Base» не имеет «Руководства пользователя». Простота пользования это вполне допускает. 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 характеристи-

ки 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.

Программа **BASE** состоит из 6 блоков:

- блок 1 – расчета фундаментов;
- блок 2 – расчета рам и элементов каркаса;
- блок 3 – расчета плит и балок на упругом основании;
- блок 4 – специальных расчетов (теплотехнический расчет и т.п.);
- блок 5 – расчетов архитектора;
- блок 6 – справочника-калькулятора.

Расчетные функции блоков 1 и 3 следующие:

*Блок расчета фундаментов производит 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;
- армирования конструкций;
- затрат (составление сметы) на рассчитанные конструкции.

*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.

### 2.3. Программа «ПЛИТА»

В последнее время в связи с экономией трудовых ресурсов получили широкое распространение плитные конструкции фундаментов, а так же безбалочные перекрытия многоэтажных зданий. Сегодня такие конструкции считаются большими комплексными программами, что не всегда удобно в связи с высокой сложностью задания расчетной схемы. Авторы данной программы постарались свести к минимуму операции по вводу исходных данных и определению расчетной схемы конструкции.

Программа «Плита» построена на методе конечных элементов, однако пользователь видит это лишь в сетчатых картинках на поле плиты, разбивка на элементы происходит без его участия. Пользователь определяет геометрию плиты, нагрузки, опоры, расставляет сваи, как это делается на листе бумаги или рисуя в AUTOCAD, с помощью курсора мышки и щелчка по кнопке. Процедура задания исходных данных в программе приносит удовольствие своей простотой, не требует никаких навыков работы с компьютером, даже опыта расчета конструкций. Тем не менее, работать должен опытный расчетчик. Программа «Плита» только удобный инструмент, расчетная схема всегда только математическая модель, которую можно изменять, добиваясь требуемого результата.

В результате расчета на программе «Плита» выводятся цветные поля перемещений, напряжений и армирования плиты с палитрами по значениям цвета. Вычерчиваются поля продольной и поперечной арматуры, производится расчет на продавливание точечной нагрузкой и опорой (колонной, свайей). Производится расчет осадки и крена по СНиП или СП, на выбор. Пользователь «Плиты» одним расчетом получает полный спектр результатов, требуемый для проектирования плиты. Для анализа работы основания рекомендуем использовать программу в комплексе с программой «Платон», построенной на принципиально иных теоретических положениях.

Программа «Плита» позволяет рассчитать плоские железобетонные плиты произвольной геометрии в плане, с ребрами жесткости, утолщениями и дырами, любым типом нагрузок, на основании в виде косых слоев грунта, свай рассчитываемой программно жесткости, колоннах или опорах произвольной конфигурации. Возможен учет карстовых явлений в виде воронок, которые следует просто нарисовать, автоматически рассчитывается коэффициент постели по 5 различным методикам, пользователю предлагается только выбрать метод. Имеется множество мелких удобств, которые можно оценить, лишь начав работать с программой.

Возможности программы:

- расчет плит на упругом основании, задаваемом послойно;
- возможность учёта различия геологических условий под участками плиты;
- расчет осадки и крена плит на упругом основании по методике СНиП 2.02.01-83\*;
- расчет плит на жестких, шарнирных, линейных и полосовых опорах;
- расчет плит на упругих опорах, свайном основании;
- расчёт осадки и крена свайной плиты согласно СП 50-102-2003;
- вычерчивание цветных полей перемещений, напряжений, продольного армирования;
- вычерчивание полей поперечного армирования и армирования на продавливание по СНиП и СП;
- расчет жесткости свайных опор;
- автоматическая равномерная или оптимальная разбивка свайного поля;
- определение несущей способности свай (стоек, висячих забивных, буровых, набивных);
- автоматическое определение нагрузки на опору (сваю) с учётом жесткости плиты;
- расчёт плит переменной толщины, с ребрами жесткости и отверстиями;
- учёт карстовых явлений.

#### **2.4. Программа «Платон»**

Программа не имеет аналогов среди отечественных и зарубежных программных продуктов. Существующие программы моделирования грунтов, как правило, не разделяют застройку на существующие и строящиеся сооружения, предполагая единую для обеих структуру грунта основания. В связи с последним расчетные деформации нередко выходят прямо противоположного характера, чем имеем при фактических измерениях уже возведенных и примыкающих к ним старых зданий. Причина в том, что под существующими зданиями происходят необратимые изменения структуры грунта, грунт уплотняется, образуя новые связи, при этом характеризуется новым модулем деформации. Новые здания, располагаемые вблизи существующих, садятся своими частями на уплотненный грунт, потому получить реальную картину деформаций без учета структурных изменений в грунте в условиях городской застройки практически невозможно.

В программе использованы имеющиеся на сегодня результаты компрессионных испытаний грунтов, а также предположение о линейном характере структурных изменений в зависимости от значений главных (дополнительных) напряжений. Учитывается также время уплотнения грунтов, зависимость степени уплотнения от времени принята по двухлинейной диаграмме. Детальное описание метода имеется в «Справке».

Программа «**Платон**» построена на методе конечных элементов. Плитные конструкции фундаментов, также подпорных стен и шпунтов (кроме свайных) моделируются плоскими треугольными конечными элементами, грунт – объемными, тетраэдрической формы. Элементы свай моделируются стержневыми конечными элементами. Возможно использование нелинейных моделей грунта и системы свая-грунт. Пользователь программы «**Платон**» не участвует в разбивке на элементы, но может управлять параметрами, определяя максимальные размеры элементов. Интерфейс устроен максимально дружелюбно, практически вся геометрия, геодезия и нагрузки могут быть введены с помощью мышки на экране, геология задается прямым переносом данных по скважинам из отчета об инженерно-геологических изысканиях в аналогичную табличку формы. Трехмерная графика расчетной схемы с управлением видами движением мыши существенно облегчает зрительный контроль исходных данных.

В результатах расчета программы «**Платон**» получаем трехмерную картинку деформированного состояния с динамическим коэффициентом увеличения перемещений в реальном времени, графики любых напряжений под любой точкой массива, поля напряжений в вертикальных плоскостях, произвольно задаваемых мышкой на экране, а также луковицы уплотнений грунта в этих же плоскостях. Кроме этих аналитических данных программа «**Платон**» выдает необходимую информацию для проектирования конструкций, именно: максимальную (среднюю) осадку и крен, цветные поля перемещений, моментов и поперечных сил, производит подбор свай и шпунтовых элементов, производит расчет армирования с выводом на экран цветных полей армирования, в том числе по расчету на продавливание. Формирование отчета полностью автоматическое.

Версия «**Платон 5.0**» состоит из трех расчетных блоков:

- 1) расчет плитных фундаментных конструкций на свайном и естественном основании;
- 2) расчет подпорных конструкций (шпунтов, подпорных стен на свайном и естественном основании);
- 3) расчет надземных конструкций.

Возможности программы:

- расчет плитных конструкций фундаментов, ростверков и плит на сваях, подпорных стен на естественном и свайном основании, шпунтов в

виде сплошной стены, металлических шпунтовых элементов, свай, проката различного сортамента;

- возможность введения в расчетную схему зон усиления грунта инъецированием (цементация, силикатизация и т.д.);
- автоматическая разбивка грунта на слои, пользователь вводит только реальные скважины с толщинами слоев и характеристиками грунта;
- максимальное использование возможностей работы мышью, при вводе координат конструкций, скважин и т.д., при перемещении, увеличении, повороте расчетной схемы;
- максимальное использование трехмерной графики с построением трехмерных моделей грунта и заданных конструкций, с тенями, перспективой и т.д.;
- расчет плит на жестких, шарнирных, линейных и полосовых опорах;
- расчет по упругой и упругопластической схеме работы грунта по методу Кулона-Мора, в том числе расширенной модели с учетом особой работы грунта на растяжение, также на контакте с вертикальной поверхностью подпорных конструкций;
- аналитические возможности в виде построения графика напряжений по любому направлению под любой точкой, задаваемой щелчком мышки на плане. Вычерчивание полей всех видов напряжений в любом сечении, определяемом пользователем линией курсора мышки на плане;
- построение полей упрочнений в аналогичных сечениях;
- расчёт осадки и крена; строящихся и дополнительной осадки и крена существующих зданий;
- вычерчивание цветных полей перемещений, напряжений, продольного и поперечного армирования конструкций, армирования на продавливание;
- расчет свай по прочности, подбор арматуры в сваях, подбор и оценка несущей способности элементов шпунтовых конструкций;
- автоматическая равномерная или оптимальная разбивка свайного поля;
- автоматическое определение нагрузки на опору (сваю) с учётом жёсткости плиты;
- расчёт плит переменной толщины, с ребрами жесткости и отверстиями.

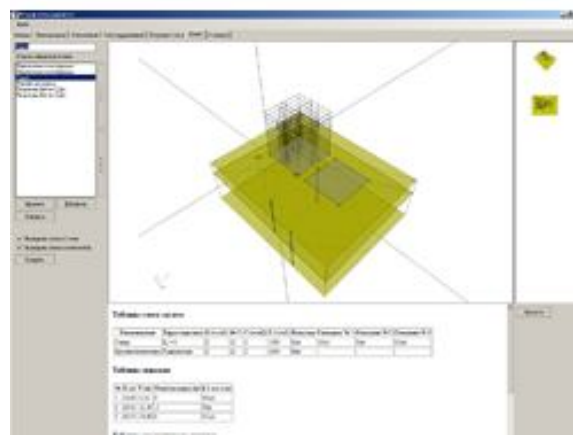
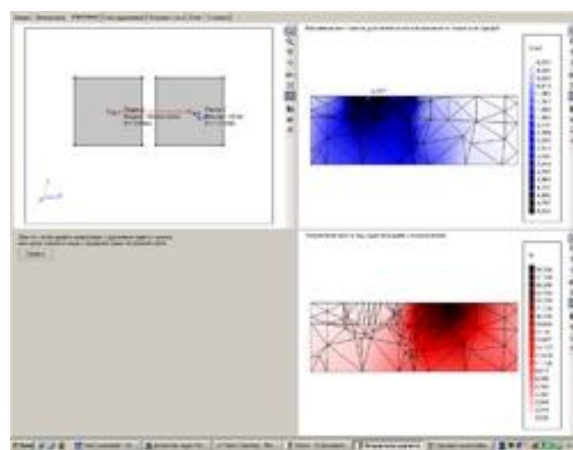
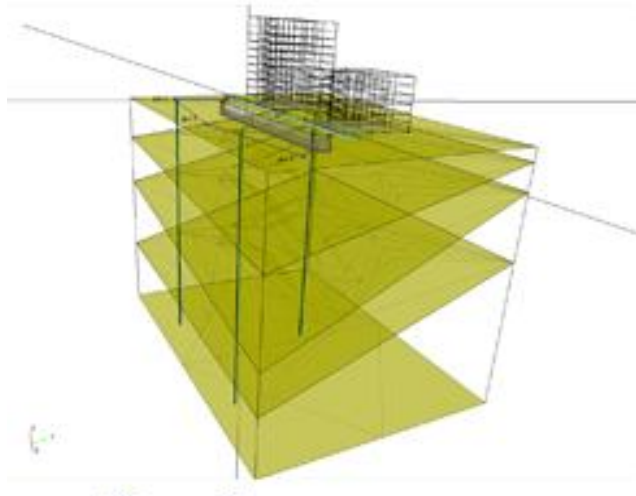
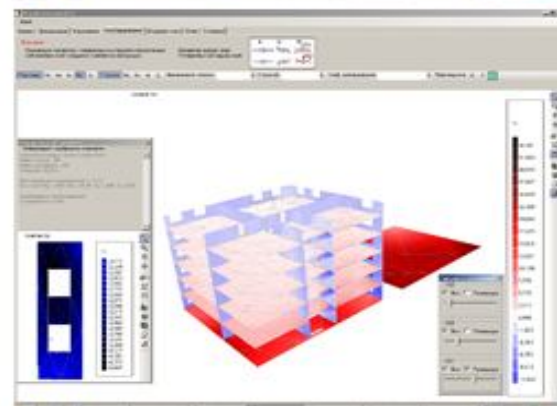
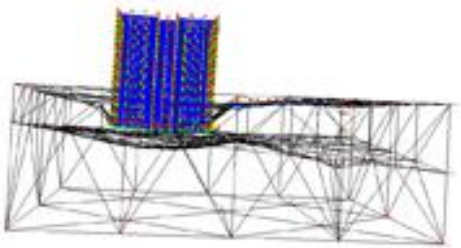
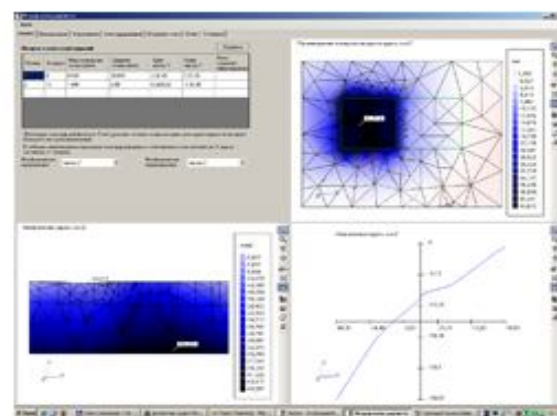
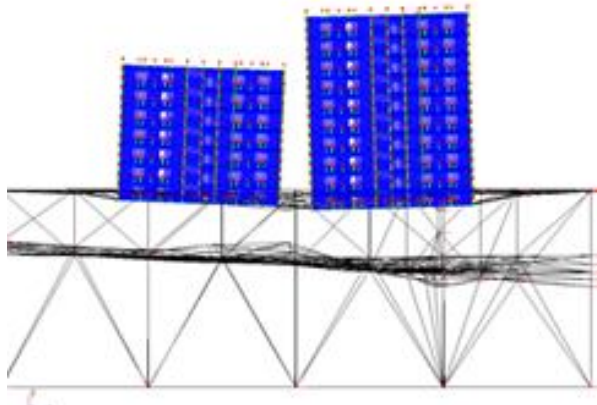


Рис. 6. Графический интерфейс программы «Платон»



Одним из достоинств версии «Платон 5.0» является **графический интерфейс**. На экране пользователь «Платона» в реальном масштабе может увидеть трехмерную модель конструкции с применением текстуры материалов. Удобный графический интерфейс для возможности копирования, перемещения, поворота отдельных частей конструкции. Всё это позволяет задавать сложные конструкции легко и быстро.

При задании конструкции в программе «Платон» вам поможет инструмент «плоскость отсечения» – пользователь может скрыть часть конструкции для редактирования ее отдельных частей, невидимых за остальными частями конструкции.

Также разработан новый инструмент формирования отчета. В отчет добавляется не вся конструкция, а интересующий пользователя элемент, либо элементы. Можно выбрать, используя функцию предварительного просмотра, дополнительные изображения для добавления в отчет, а также удалить ранее добавленные. Например, выбрать диаграммы расчетов напряжений/деформаций/полей армирования.

Расчет программы «Платон» происходит на основе *метода конечных элементов*. При этом заложено автоматическое построение конечно-элементной сетки – использование автоматического генератора сетки на базе алгоритма триангуляции DELONE позволяет получить качественную сетку без участия пользователя. Это полностью избавляет от трудности редактирования узлов.

## 2.5. Программа ФОК ПК Парус

Программа предназначена для проектирования (проверки) гравитационных подпорных стен и подпорных стен из буронабивных свай и шпунтов другой конструкции.

Расчет подпорных стен из буронабивных свай выполняется по рекомендациям издания «Основания, фундаменты и подземные сооружения». Справочник проектировщика. – М., Стройиздат, 1985. Определение давления грунта производится по изданию «Проектирование подпорных стен и стен подвалов». При этом расчет включает:

- сейсмичность района строительства до девяти баллов;
- учет грунтовой толщи по геологическому разрезу;
- учет наличия анкерных опор (до 10 шт.);
- учет примыкающих сооружений с заданной отметки;
- учет наличия грунтовых вод и воды со стороны лицевой грани;
- подвижная нагрузка на призме обрушения;
- вертикальная и моментная нагрузка на верх сваи (шпунта).

## 2.6. Программа «ФОК +ЛЕНТ-ПК»

Программа «ФОК + ЛЕНТ-ПК» (версия 2010 г.) предназначена для проектирования отдельно стоящих фундаментов под колонны каркасных зданий на естественном, свайном забивном и свайном буронабивном основании, а также для проектирования фундаментов под стены бескаркасных зданий на естественном и свайном основании на персональных компьютерах (ПК), совместимых со стандартом IBM PC. Программа реализует все возможности программ-предшественниц «ФОК-ПК» (версия 2008 г.) и «ФОК ПК Ленточные фундаменты» (версия 2006 г.)

В данной версии программы «ФОК + ЛЕНТ-ПК» реализованы следующие возможности.

1. На одном плане возможно проектирование как отдельно стоящих фундаментов под колонны, так и ленточных участков с объединением их в один комплекс, учетом их взаимного влияния. Чертежи формируются с учетом их взаимного расположения.

2. Исходная информация дополнена вводом данных по геологическим скважинам, что дает возможность путем аппроксимации автоматически формировать данные по грунтам для каждого фундамента на плане.

3. При задании взаимно пересекающихся лент или стыковке их с отдельно стоящими фундаментами производится автоматическая разбивка лент на участки с их перенумерацией.

4. Новый редактор исходных данных по фундаментам и ленточным участкам снабжен удобными ссылками на справочную систему.

5. Новый редактор базы данных дополнен эскизами.

6. Реализована возможность импорта плана из dxf-файлов.

7. При наличии просадочных грунтов несущая способность свай определяется с учетом негативного их влияния.

8. Ввод и распечатка исходных данных и вывод результатов проектирования возможен как в системе СГС, так и в системе СИ.

Проектирование (подбор) фундаментов включает:

- критерий решения – минимальная стоимость конструкции;
- сейсмичность района строительства до девяти баллов;
- просадочные и вечномёрзлые грунты, грунтовые воды, многослойное основание;
- до четырех разнотипных колонн на подколоннике;
- нагрузки от колонн, дополнительные нагрузки, нагрузки на грунте;
- определение по СНиП 2.02.03-85 или СП 50-102-2003 допускаемой нагрузки на сваю при сейсмическом воздействии;
- ограничения на развитие плитной части фундамента в плане, подвал;
- учет отрыва части подошвы;

- свайный куст от двух свай с рядовой или шахматной расстановкой свай;
- возможность выполнения армирования фундамента отдельными стержнями;
- монолитное или сборное решение плитной части ленточного фундамента;
- устройство монолитных поясов или армированных швов в ленточном фундаменте;
- раскладка фундаментных блоков при сборном стеновом элементе;
- расстановка свай в ленточном свайном фундаменте;
- возможность использования арматуры серповидного профиля классов А400С и А500С;
- выполняется проверка раскрытия нормальных трещин в буронабивных сваях и забивных сваях без предварительного напряжения;
- армирование арматурными сетками;
- открытая пользовательская база фундаментов, создание базы по данным расчета;
- контроль разности осадок фундаментов здания с учетом взаимного влияния;
- унификация отдельно стоящих фундаментов здания и плитной части ленточных фундаментов на естественном основании;
- унификация используемых для армирования диаметров арматурных стержней.

Чертежи в формате dxf:

- план фундаментов здания с раскладкой фундаментных балок;
- свайное поле, кусты свай;
- план и сечения ленточного фундамента;
- раскладка фундаментных подушек в случае сборного решения ленточного фундамента;
- схема раскладки арматурных сеток со спецификацией монолитного ленточного фундамента;
- схемы раскладки фундаментных блоков со спецификацией;
- схемы армирования ленточных ростверков;
- отдельные фундаменты с размещением анкерных болтов;
- арматурные сетки для фундаментов здания;
- буронабивные сваи и каркасы к ним для фундаментов здания.

Имеется возможность импорта исходных данных из расчетных программ ЛИРА, МОНОМАХ, SCAD.

Дружественный интерфейс, визуализация, руководство пользователя.  
Программа для NT, Me, 2000, XP, Vista, Windows 7.

## 2.7. Программа «ОТКОС»

Программа расчета устойчивости земляных откосов по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения разработана для расчета земляных откосов произвольной конфигурации.

Коэффициент запаса устойчивости откоса определяется по следующим трем методам расчета.

1. Метод Г. Крея (иначе – метод А.В. Бишопа).
2. Метод К. Терцаги.
3. Метод «Весового давления» (метод Р.Р. Чугаева).

В программе можно: определить область центров и радиусы, рекомендуемые по методу В.В. Аристовского, задать необходимое для расчета количество центров поверхностей скольжения и радиусов, определить наиболее опасную поверхность в автоматизированном или ручном режиме расчета.

Авторами предусмотрена как программная комплексная проверка исходных данных, так и визуальная, с помощью графической схемы вашего откоса, области центров и радиусов скольжения.

Предусмотрен расчет откоса с учетом действия сейсмических сил. Исходные данные по откосу можно записать в файл и использовать их в последующих расчетах. Графическую схему откоса можно распечатать. Результаты в текстовой табличной форме можно как распечатать на принтере и записать в текстовый файл, так и оформить в виде документа Microsoft Word и т.д.

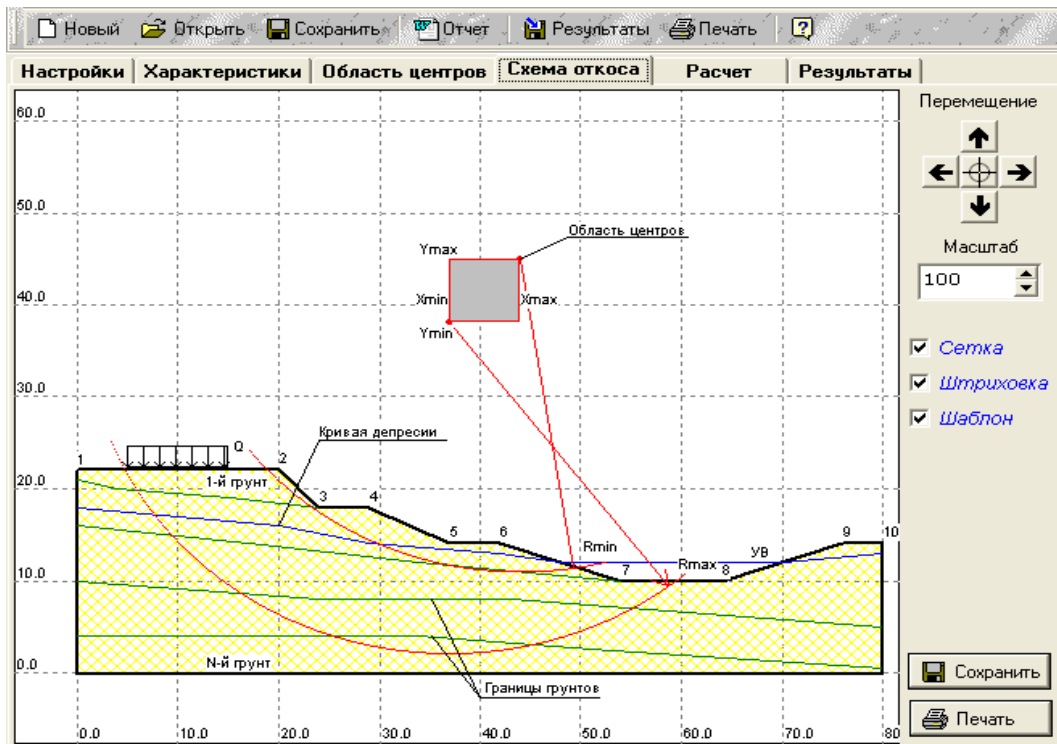


Рис. 7. Графический интерфейс программы «Откос»

## 2.8. Программы для геотехнических расчетов GEOSOFТ

Комплекс программ GEOSOFТ предназначен для расчета различных видов подземных сооружений: расчет на прочность и устойчивость ограждений котлованов с анкерами и распорками, расчет на устойчивость откосов, склонов, а также расчет осадки свайно-плитных фундаментов.

### 2.8.1. Alterra – конечноэлементная программа для геотехнических расчетов

Программа Alterra предназначена для определения напряженно-деформированного состояния системы «здание – фундамент – грунтовое основание», оценки прочности и устойчивости геотехнических сооружений методом конечных элементов в плоской и осесимметричной постановке. Расчет ведётся как в упругой, так и в упругопластической постановках.

Программа Alterra предназначена для решения сложных геотехнических задач, связанных с возведением, эксплуатацией и реконструкцией строительных объектов.

Реализованная в программе нелинейная модель Кулона-Мора основана на параметрах грунта, определяемых стандартными инженерно-геологическими изысканиями.

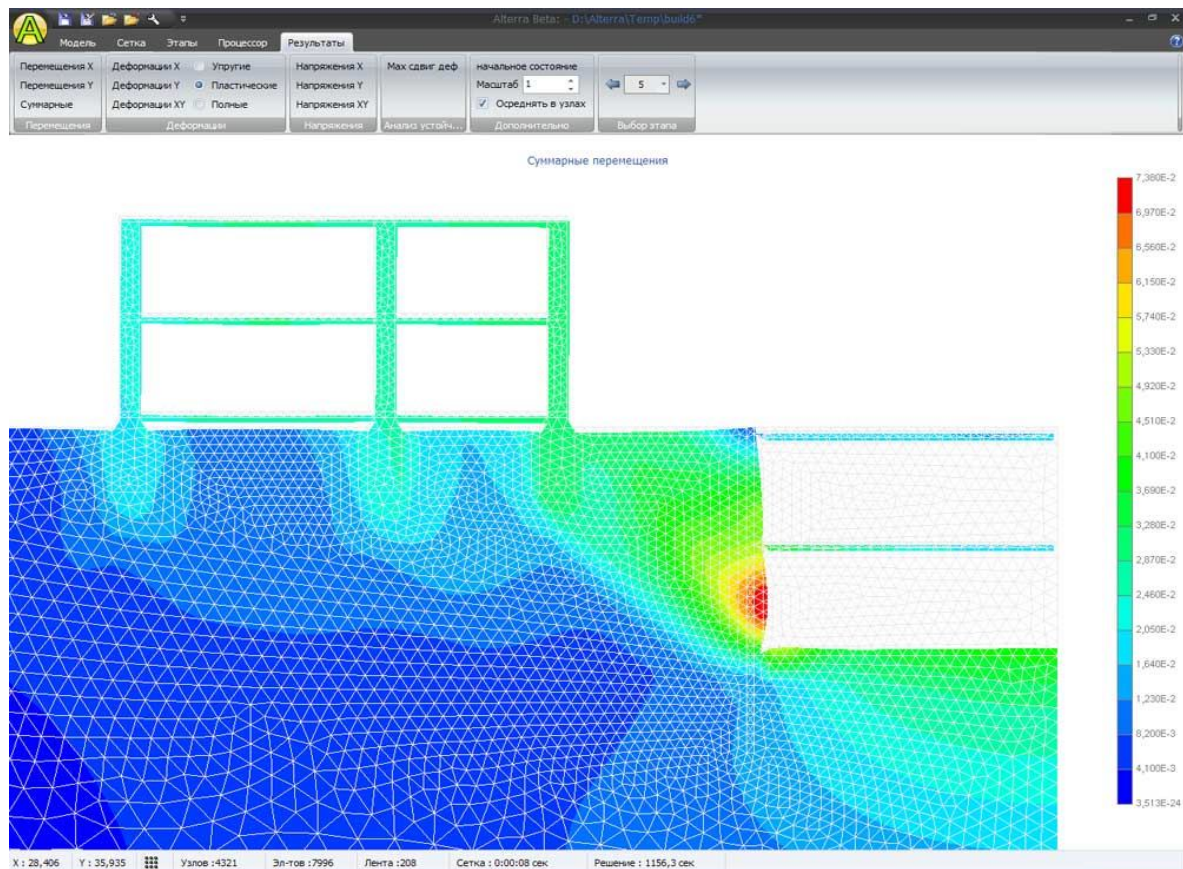


Рис. 8. Графический интерфейс программы Alterra

Программа Alterra позволяет решать следующие задачи:

- комплексное моделирование системы основание–фундамент–сооружение с учетом их совместной работы;
- расчет напряженно-деформированного состояния грунтового массива с учетом пластических деформаций;
- расчет внутренних усилий в ограждающих конструкциях (момент, перерезывающая сила, осевая сила);
- учет поэтапного возведения сооружений и устройства котлованов;
- определение осадок зданий и сооружений;
- расчет оползневых склонов, определение призм обрушения;
- расчет осадки поверхности при проходке тоннелей;
- расчет напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений;
- расчёт несущей способности сваи.

### **2.8.2. GeoWall – расчет ограждения котлованов**

Программа GeoWall предназначена для расчета на прочность и устойчивость ограждений котлованов, таких как, «стена в грунте», ограждение из буровых свай, шпунта, труб и двутавров, а также ограждение из грунтоцементных свай (Jet свай).

Отличительной особенностью программы является расчет ограждений котлованов на прочность, состоящих из отдельно стоящих или взаимно пересекающихся буровых свай с возможностью армирования различными элементами (каркасом из арматур, трубами или двутаврами).

Расчет выполняется по методу предельного состояния грунта. Расчет давления грунта может выполняться по теории Кулона или по коэффициенту бокового давления грунта в состоянии покоя.

Методика расчета на прочность ограждающей конструкции основана на численном решении задачи изгиба балки, защемленной одним концом в упругопластическом грунте и удерживаемой связями (анкеры, распорки). Для моделирования упругого изгиба стены используется метод конечных элементов.

При расчете ограждений с анкерами или распорками выполняется поэтапный расчет, т.е. имеется возможность определить моменты перемещения и усилия в анкерах на каждом этапе разработки грунта котлована. Кроме того, имеется возможность учитывать поэтапное водопонижение.

Программа позволяет выполнять следующие виды расчетов:

- расчет давления на ограждающую конструкцию с учетом геологического строения грунтового массива и уровня грунтовых вод;
- расчет изгибающего момента и продольного усилия в ограждении;
- расчет горизонтального перемещения ограждающей конструкции;



- расчет на прочность ограждающей конструкции с учетом разрушения бетона;
- расчет устойчивости ограждения котлована по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения;
- расчет усилий в анкерах и распорных системах;
- расчет несущей способности анкера по грунту (4 методики);
- расчет эффективных характеристик сечения (момент инерции, модуль упругости, площадь) для «стены в грунте», буровых свай.

Программа позволяет учитывать разработку «пионерного» котлована и различные типы распределенных нагрузок.

Программа имеет следующие встроенные справочники.

- Справочник физико-механических свойств грунтов в соответствии с СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений».

- Справочник труб, двутавров и арматурных каркасов.
- Справочник по бетону.

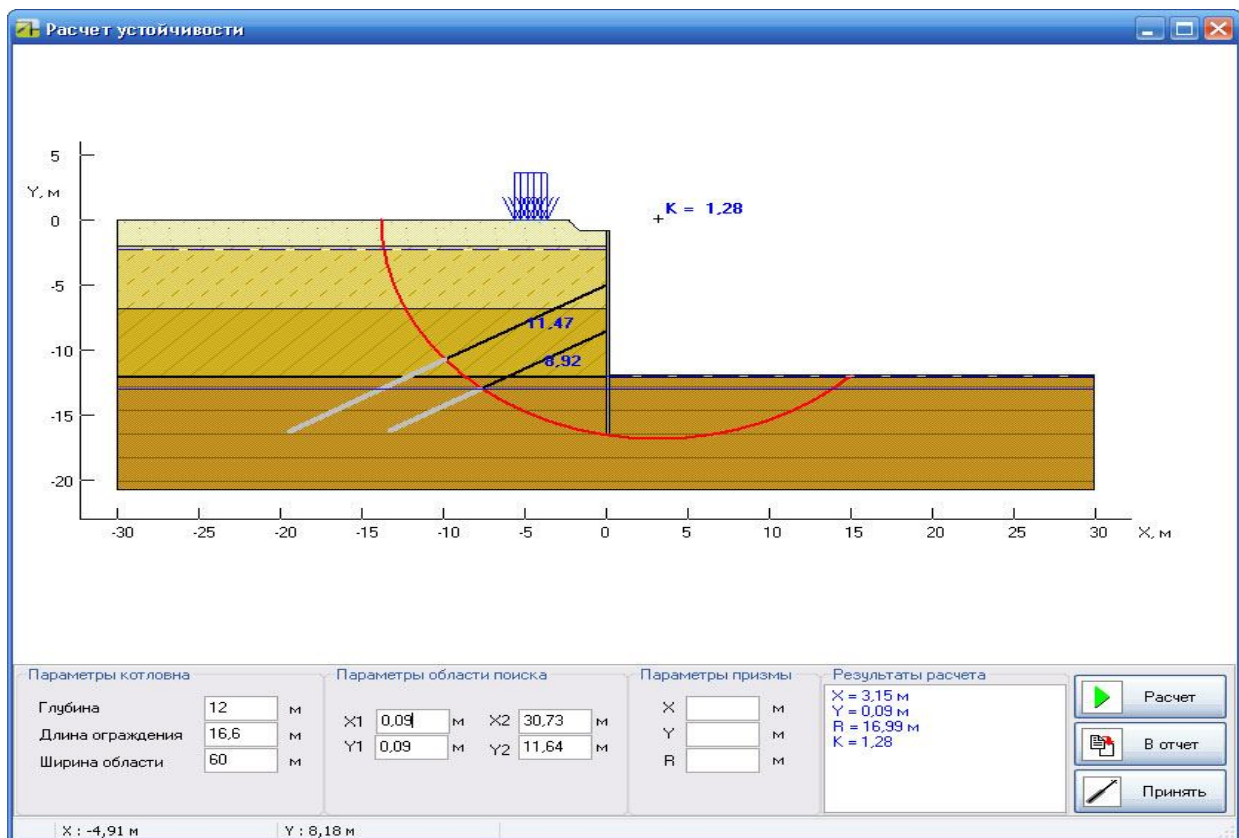


Рис. 9. Графический интерфейс программы GeoWall

### 2.8.3. GeoAnchor – расчет несущей способности анкеров

Программа GeoAnchor предназначена для расчета анкеров по несущей способности по грунту по четырем методикам: ЦНИИС МинТрансСтроя, ФундаментПроекта МинМонтажСпецСтроя, ВСН 506-88 и DIN 1054-2005.

Программа позволяет выполнять следующие виды расчетов:

- расчет несущей способности анкера по грунту;
- расчет несущей способности анкера по материалу;
- расчет жесткости анкера;
- подбор длины корня анкера по расчетной нагрузке.

Программа позволяет выполнять расчет в разных единицах измерения.

Имеется возможность импорта свойств грунтов из файлов проекта GeoWall.

Программа GeoAnchor также имеет встроенный справочник физико-механических характеристик грунтов.

Результат расчета можно сохранить в виде графического отчета в формате Word.

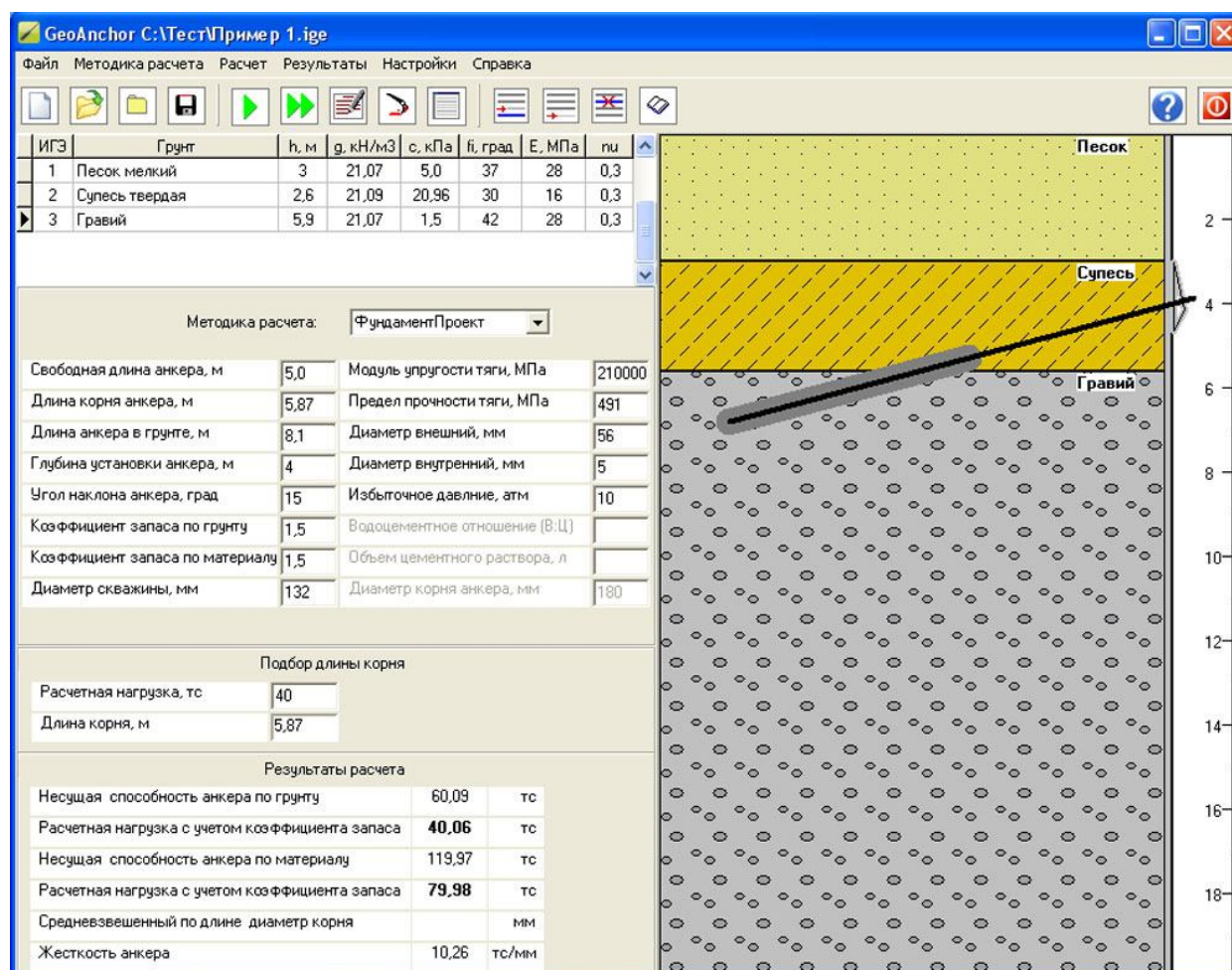


Рис. 10. Графический интерфейс программы GeoAnchor



## 2.8.4. GeoStab – расчет устойчивости откосов и котлованов

Для оценки общей устойчивости откосов или котлованов в условиях сложной геологии разработана программа GeoStab. Расчет выполняется по двум методам: 1) круглоцилиндрические поверхности скольжения; 2) произвольные поверхности призмы обрушения (скольжения).

С помощью программы GeoStab можно определить положение поверхности скольжения с минимальным коэффициентом устойчивости, а также с минимальным коэффициентом устойчивости и максимальным объемом.

Программа позволяет определить оползневое давление на предполагаемую ограждающую конструкцию по методу Шахунянца. Программа может быть использована для расчета свободной длины анкеров с целью расположения корня анкера за границей призмы обрушения. Кроме того, программа позволяет достаточно быстро задать расположение слоев по отсканированному геологическому разрезу. Программа GeoStab также имеет удобный справочник физико-механических характеристик грунтов и позволяет сохранять результаты расчета в виде графического отчета в формате Word.

Простота интерфейса и высокая скорость создания расчетной модели являются приоритетами при разработке всей линейки программ GeoSoft.

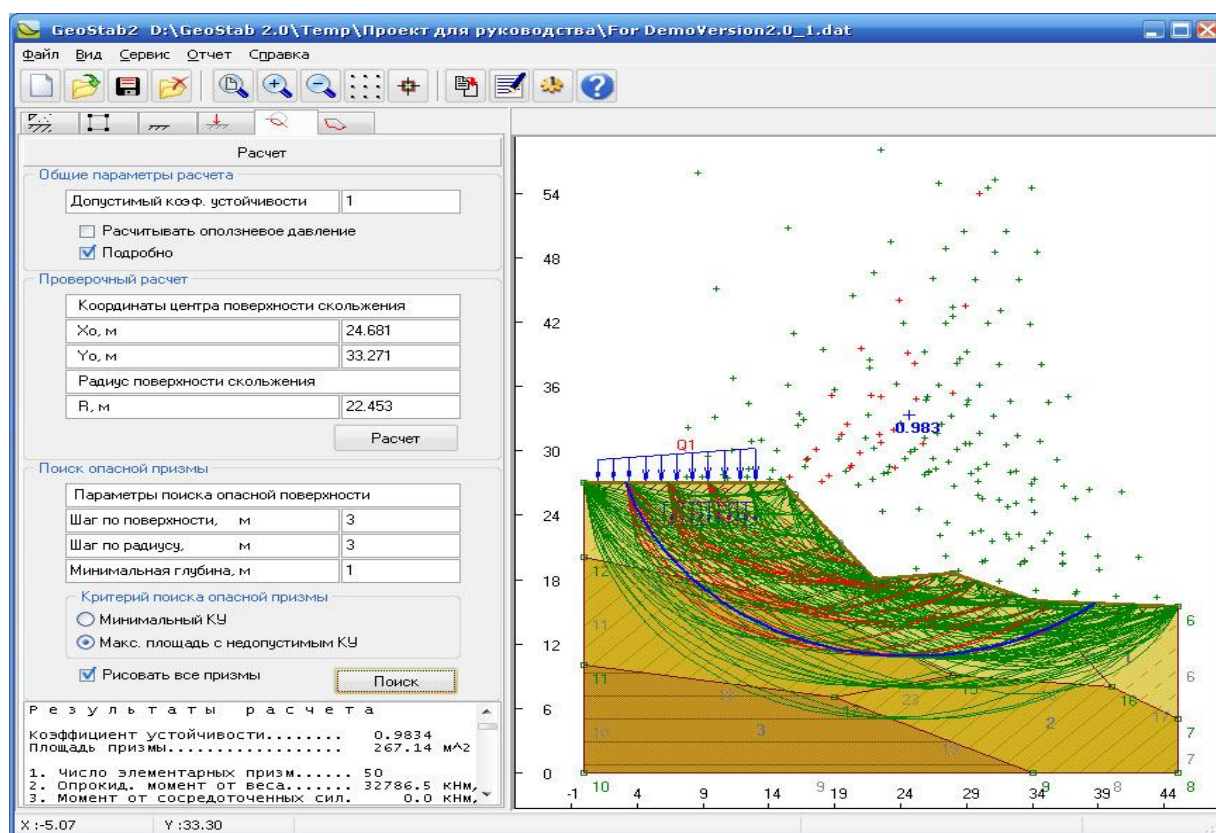


Рис. 11. Графический интерфейс программы GeoStab

## 2.8.5. GeoPlate – расчет осадки свайно-плитных фундаментов

Программа GeoPlate была разработана на основе методики расчета комбинированных свайно-плитных фундаментов, приведенной в СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов».

Отличие от методики в СП в том, что методика в программе GeoPlate позволяет учитывать жесткость каждой сваи, неравномерное расположение свай, а также вычислять усилия в каждой свае.

Программа позволяет выполнять следующие виды расчетов:

- расчет осадки фундаментной плиты;
- расчет осадки свайно-плитного фундамента;
- расчет продольных усилий в каждой свае;
- расчет крена фундаментной плиты;
- расчет осадки комбинированного свайно-плитного фундамента по СП 50-102-2003;
- расчет осадки фундамента методом послойного суммирования по СНиП 2.02.01-83\* и СП 50-101-2004;
- расчет коэффициента постели грунтового массива;
- расчет жесткости свай по СП 50-102-2003;
- определение равнодействующей силы от всех видов нагрузок.

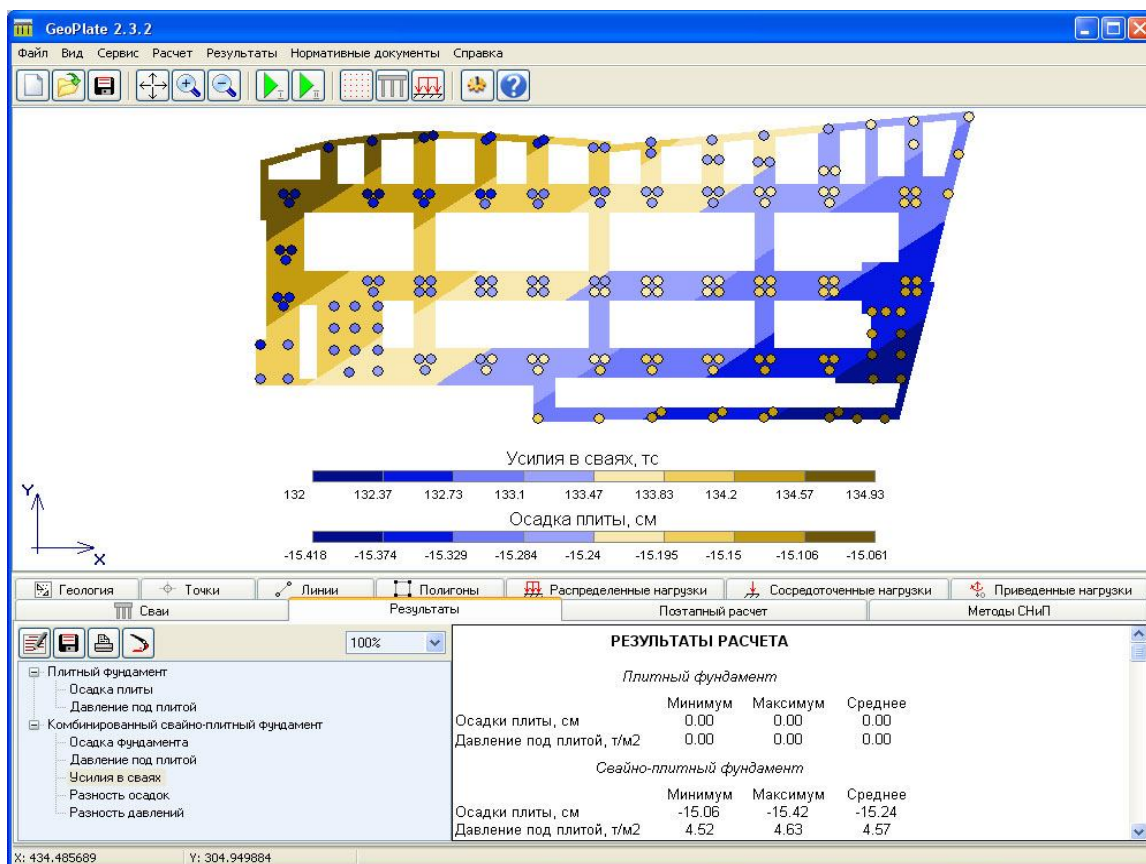


Рис. 12. Графический интерфейс программы GeoPlate

Программа GeoPlate имеет возможность выполнения поэтапного расчета с учетом поэтапного устройства свай и изменения нагрузок на фундамент.

Визуализация результатов расчета позволяет проанализировать, например, как распределились усилия в сваях.

### 2.8.6. GeoPile – расчет несущей способности свай по грунту

Программа GeoPile предназначена для расчета несущей способности свай по грунту.

В настоящее время программа позволяет выполнять расчет свай Титан и Атлант.

Программа GeoPile имеет возможность подбора длины сваи по заданной расчетной нагрузке на сваю.

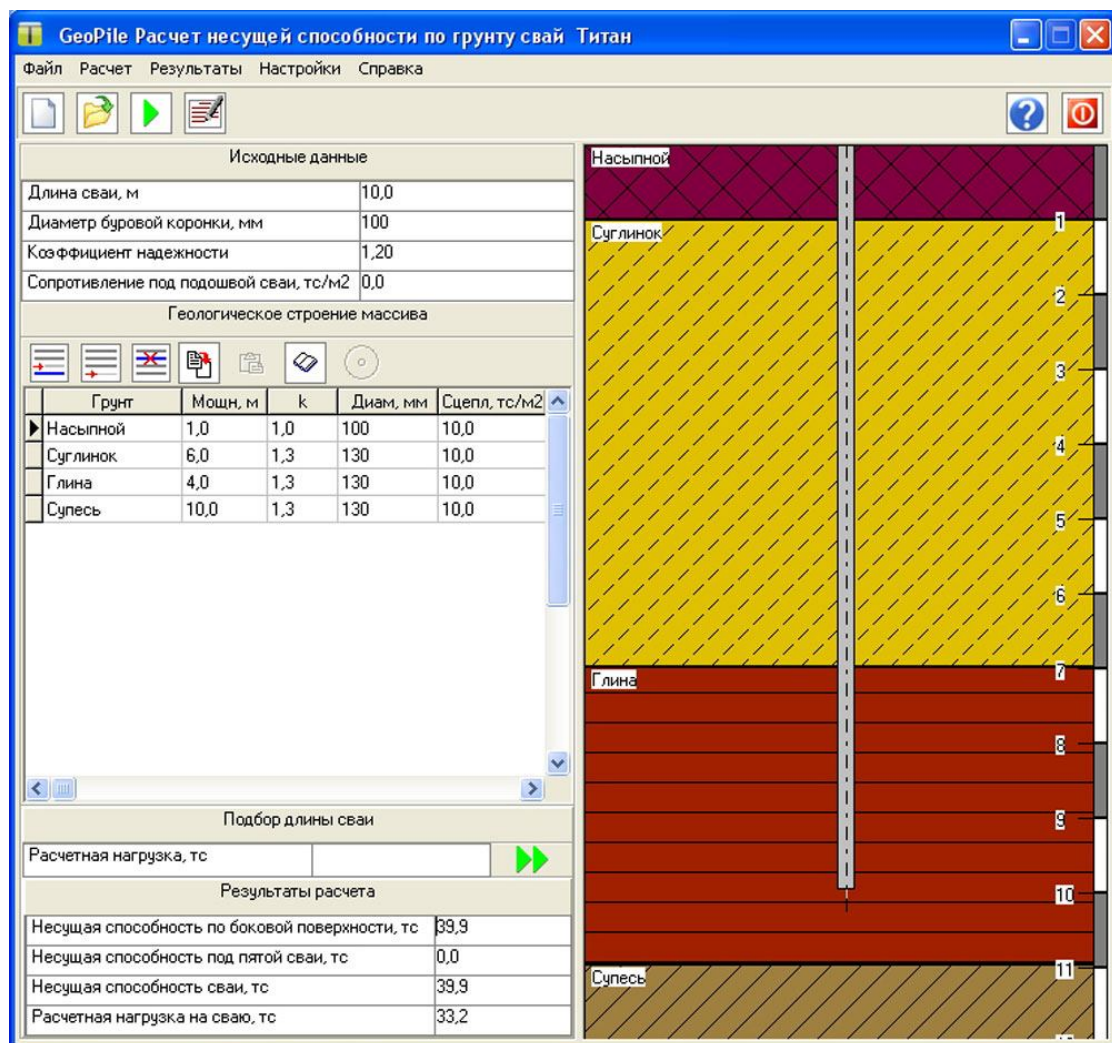


Рис. 13. Графический интерфейс программы GeoPile

## 2.9. Электронный справочник-калькулятор СпИн (ЕВРОСОФТ)

Инженерно-строительный справочник *СпИн* (ЕВРОСОФТ) представляет собой набор специализированных калькуляторов с единообразным интерфейсом. В программе дается достаточно полный ассортимент справочной информации, таблиц и формул, необходимых при обычных вычислениях, встречающихся в практике проектирования и строительства. Охватывает области элементарной и высшей математики, сопротивления материалов и строительной механики. Реализует методики норм и правил проектирования строительных конструкций. Все промежуточные результаты доступны на любом этапе. Вывод результатов осуществляется в *WinWord* и в специальную программу просмотра *Viewer*.

Функциональные модули электронного справочника – калькулятора следующие.

- Математика.
- Статика.
- Железобетонные конструкции.
- Стальные конструкции.
- Каменные конструкции.
- Деревянные конструкции.
- Основания зданий и сооружений.
- Теплотехника ограждающих конструкций.
- Технология строительных процессов.
- Нагрузки и воздействия.
- Информационный проводник – Парусник.
- Визуализатор карт.

Модуль «*Основания зданий и сооружений*» включает следующие разделы:

- осадка свайного фундамента с учетом взаимного влияния свай в кусте по СП 50-102-2003;
- осадка комбинированных свайно-плитных фундаментов по СП 50-102-2003;
- коэффициенты постели С1, С2 и другие характеристики многослойного основания по различным методикам;
- нормативные характеристики грунтов;
- ширина подошвы фундамента;
- каталог конструкций фундаментов;
- глубина заложения фундаментов;
- осадка и крен отдельно стоящих фундаментов;
- затухание осадок во времени;
- активное давление грунта на подпорную стену;
- шпунтовые ограждения.



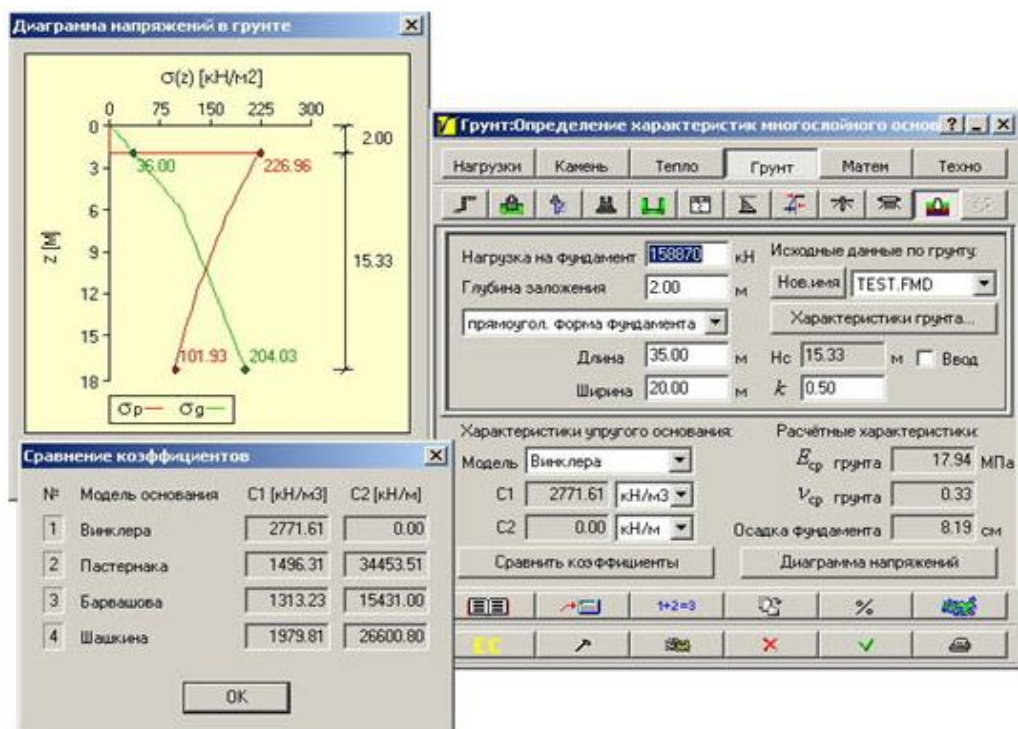


Рис. 14. Графический интерфейс программы СпИн

## 2.10. Электронный справочник инженера ЭСПРИ (ЛираСофт)

ЭСПРИ представляет собою электронный справочник инженера и содержит серию справочных и расчетных программ повседневного 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. Необходимость в решении указанных задач возникает как при выработке 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. ЭСПРИ помогает инженеру и исследователю в повседневной работе и обеспечивает им поддержку в принятии оптимального конструктивного решения.

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.

Состав ЭСПРИ следующий.

1. Раздел «Математика для инженера» (6 программ).
2. Раздел «Сечения» (4 программы).
3. Раздел «СтаДиУс» (13 программ).
4. Раздел «Стальные конструкции» (7 программ).
5. Раздел «Железобетонные конструкции» (8 программ).
6. Раздел «Каменные и армокаменные конструкции» (4 программы).
7. Раздел «Деревянные конструкции» (3 программы).
8. Раздел «Основания и фундаменты» (8 программ).
9. Раздел «Нагрузки и воздействия» (7 программ).
10. Раздел «Мостовые конструкции» (5 программ).
11. Программа «Прогибы».
12. Программа «Эллипсоид».
13. Программа «Шпунт».
14. Программа «Диафрагма».
15. Раздел «Продавливание» (2 программы).
16. Программа «Тостер».
17. Программа «Преднапряжение».

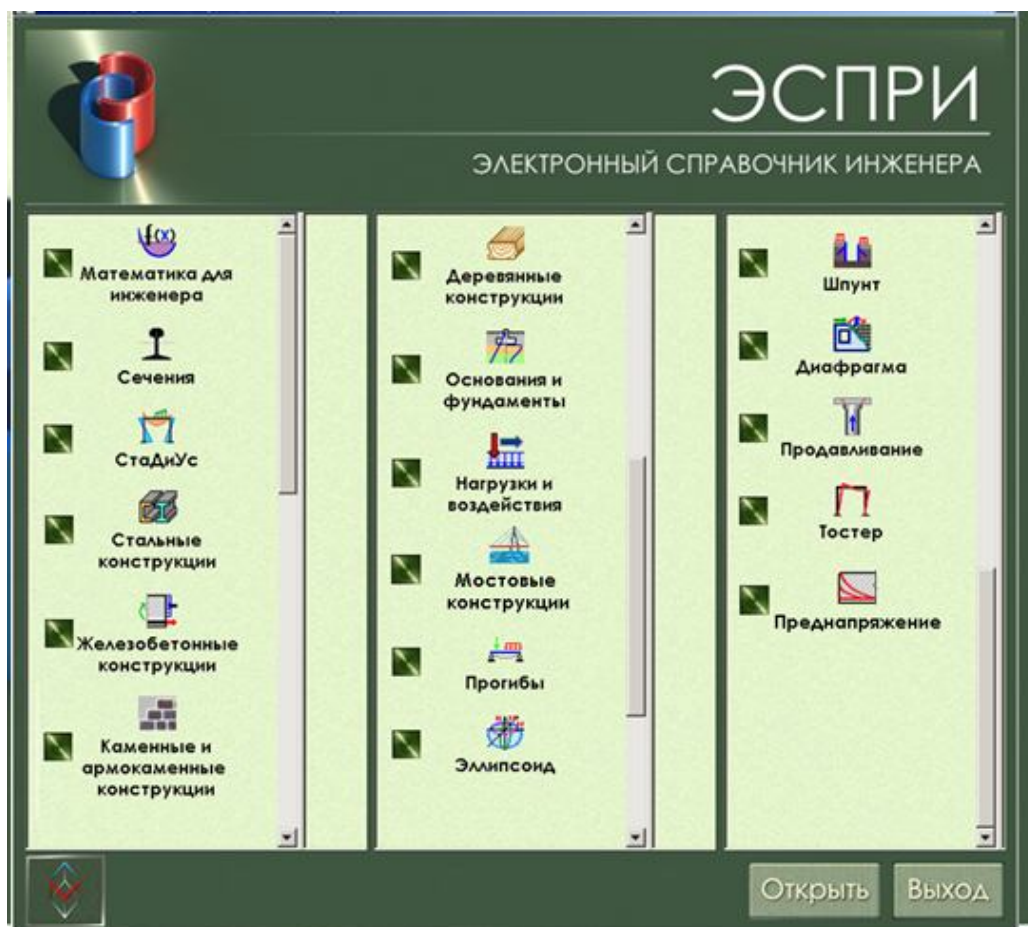


Рис. 15. Интерфейс программы ЭСПРИ

Раздел «**Основания и фундаменты**» ЭСПРИ включает 8 программ.

### 1. Параметры упругого основания C1, C2

Программа предназначена для определения осадки и коэффициентов постели C1 и C2 под центром фундамента или фундаментной плиты по заданным грунтовым условиям и нагрузке. Вычисление осадки производится по схемам линейного полупространства и линейно деформированного слоя. В расчетах реализованы положения, изложенные в СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений» и СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений». В соответствии с вычисленной осадкой определяются коэффициенты постели C1 и C2 по нескольким методикам для моделей грунта Винклера-Фусса и Пастернака. Реализована возможность определения коэффициентов постели при динамических воздействиях.

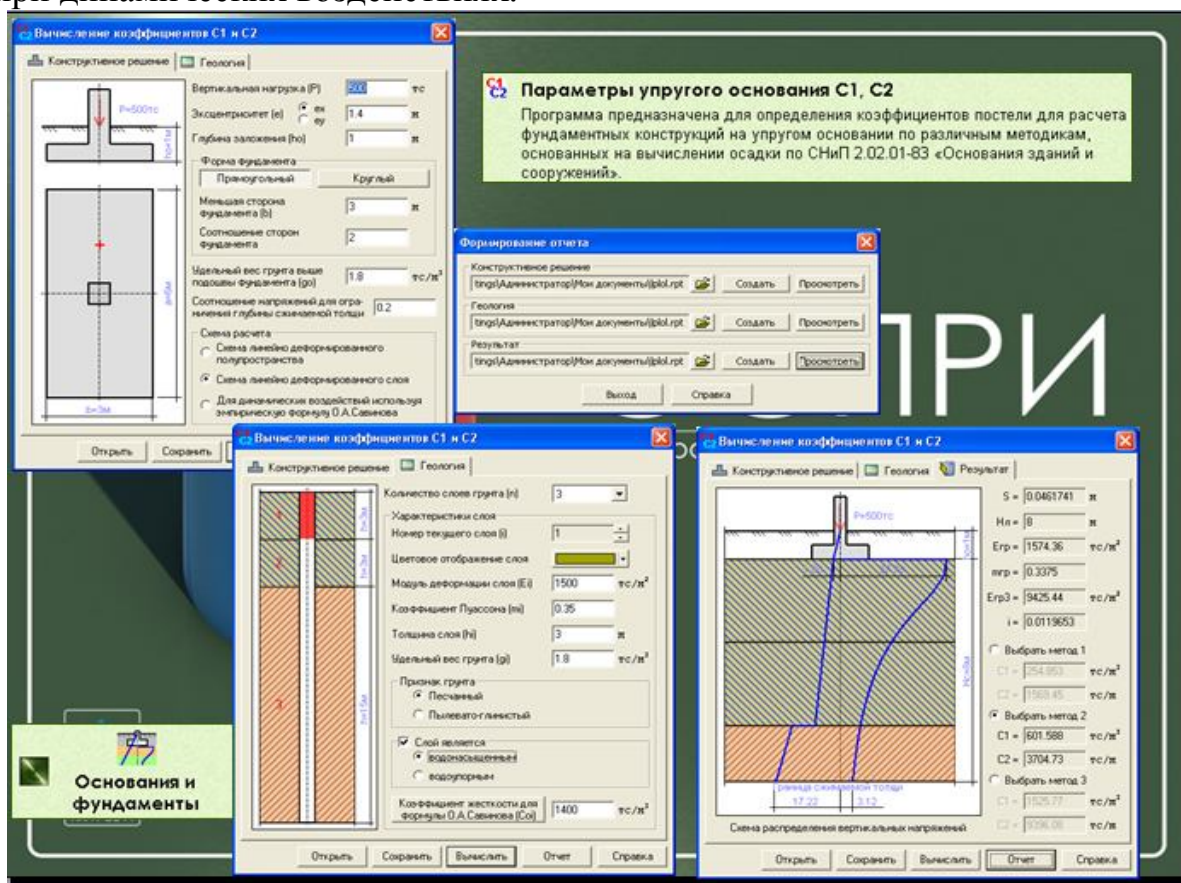


Рис. 16. Программа ЭСПРИ

### 2. Определение C1 и C2 на основе модели грунтового основания

Программа предназначена для определения коэффициентов постели C1 и C2 исходя из трехмерной модели грунта. Грунтовый массив моделируется по заданному набору скважин, их геологии и расположению. Контуры заданных нагрузок как от фундаментов проектируемого здания, так и от близлежащих зданий могут иметь произвольные очертания. Глубина сжимаемой толщи, коэффициенты постели C1 и C2 определяются в преде-



лах заданных контуров нагрузок. Выполняется построение изополей осадок, коэффициентов постели и других вспомогательных характеристик. Определение  $C_1$  и  $C_2$  может производиться по нескольким методикам для моделей грунта Винклера-Фусса и Пастернака.

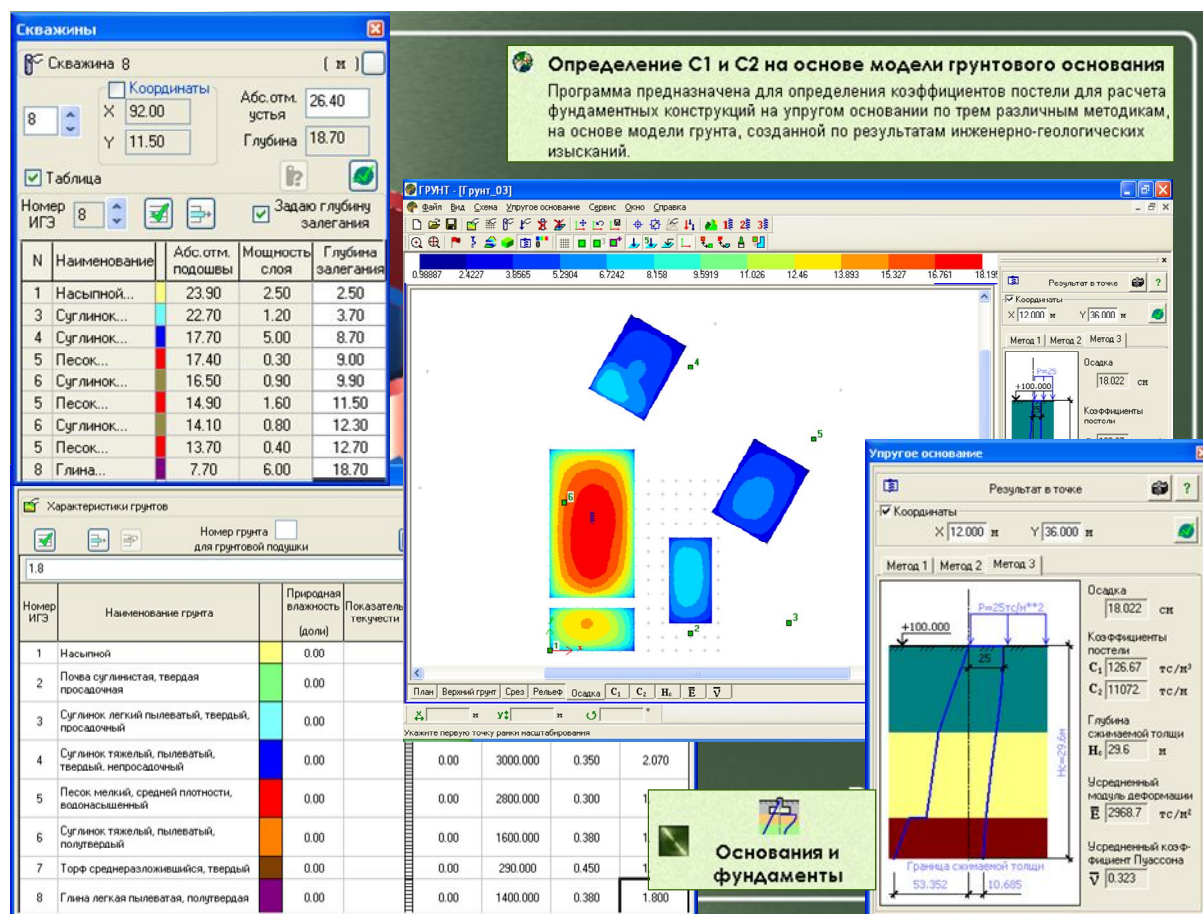


Рис. 17. Программа ЭСПРИ

### 3. Расчет одиночной сваи

Программа предназначена для определения осадки и жесткости одиночной сваи (с учетом взаимовлияния в группе свай) в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» и МГСН 2.02-01 «Основания, фундаменты и подземные сооружения».

### 4. Расчет сваи на совместное действие нагрузок

Программа предназначена для расчета одиночной сваи на совместное воздействие вертикальной, горизонтальной сил и момента в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» с учетом развития первой и второй стадии напряженно-деформированного состояния «свая-грунт».

### 5. Осадка условного фундамента

Программа предназначена для определения осадки свайного фундамента из висячих свай в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».



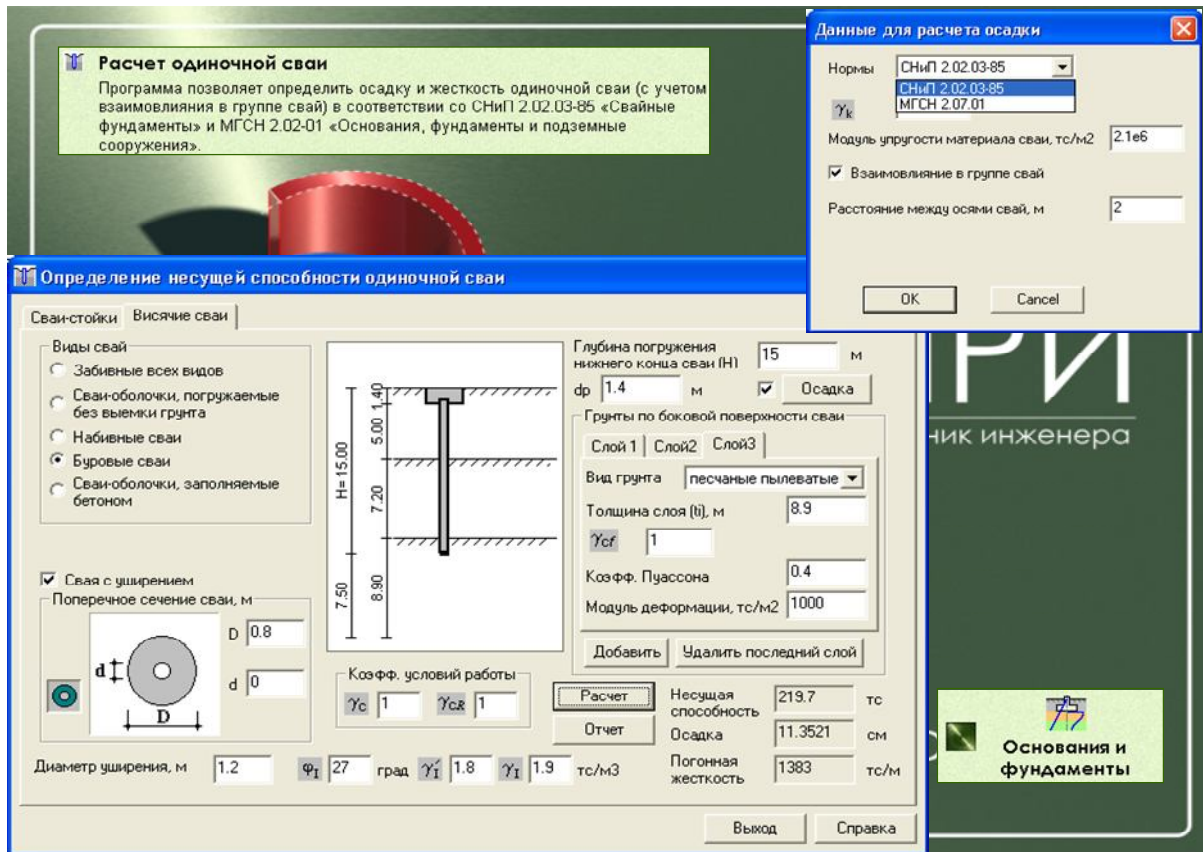


Рис. 18. Программа ЭСПРИ

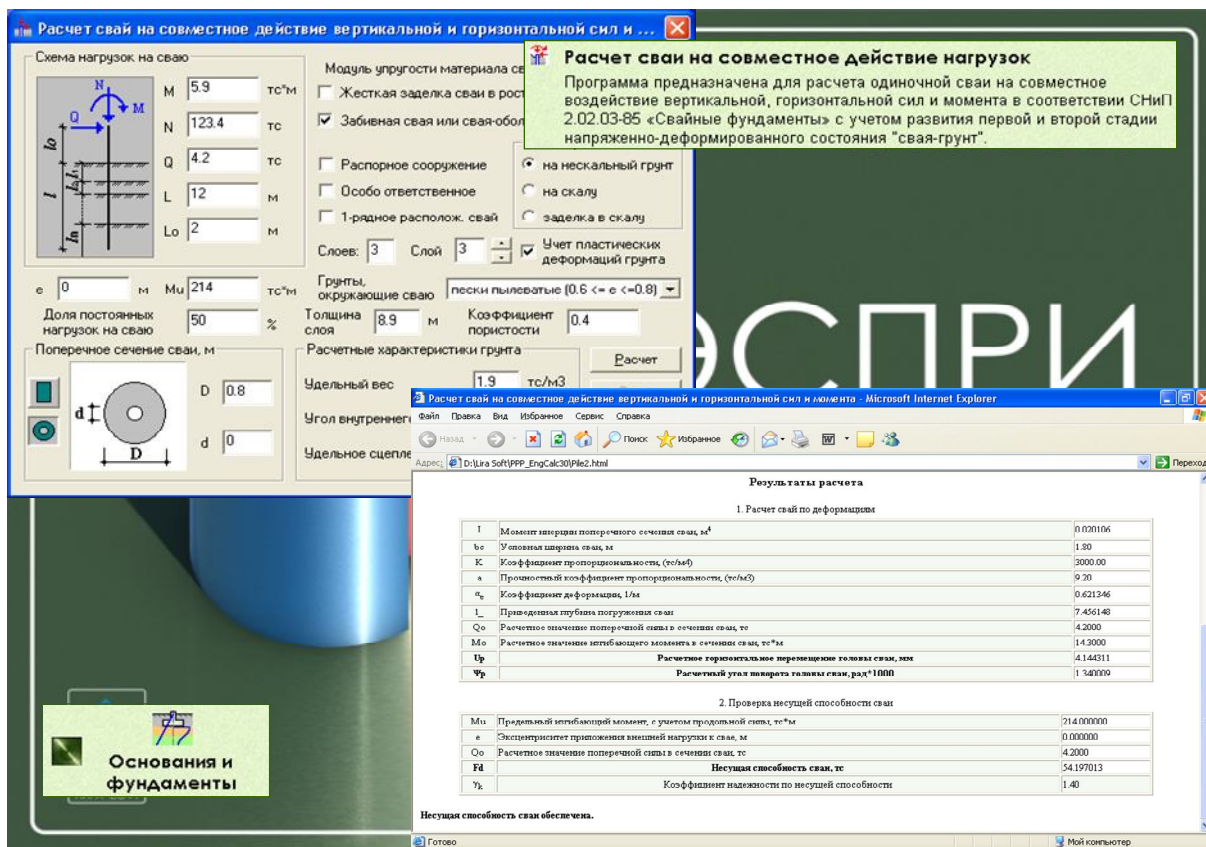


Рис. 19. Программа ЭСПРИ

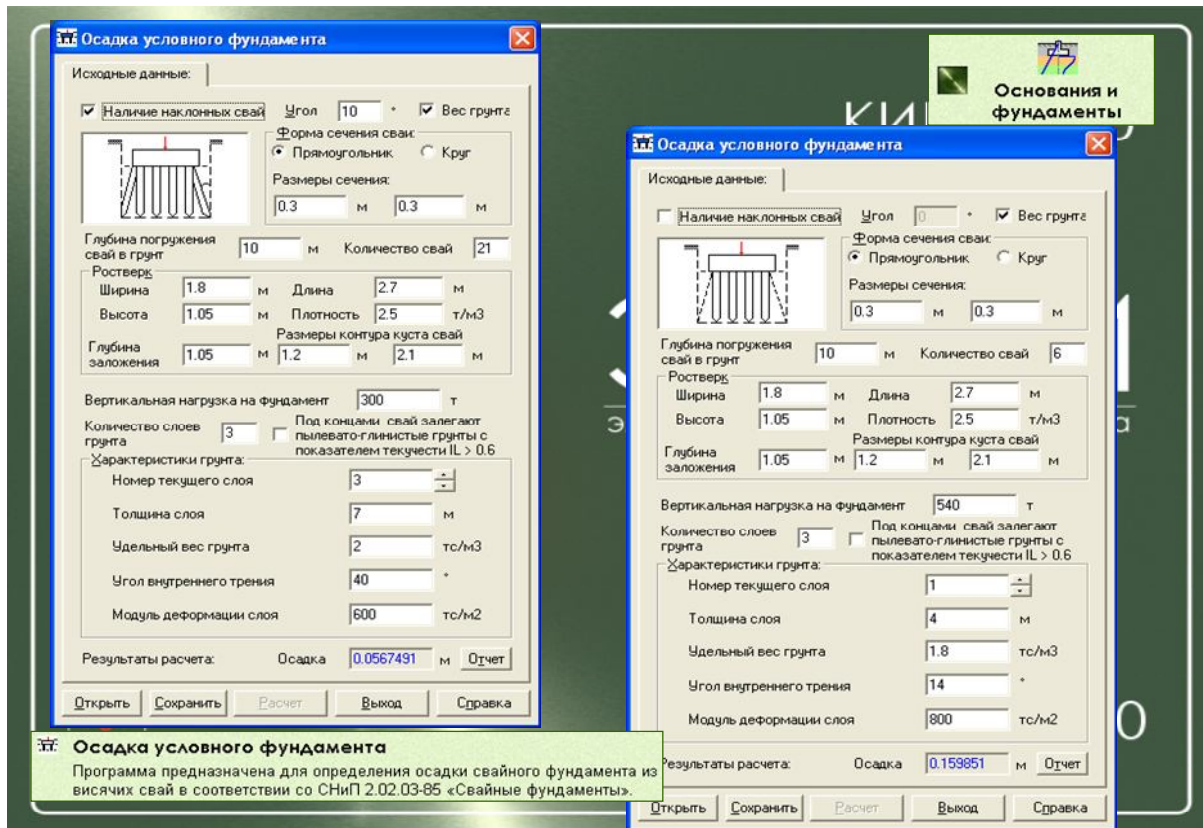


Рис. 20. Программа ЭСПРИ

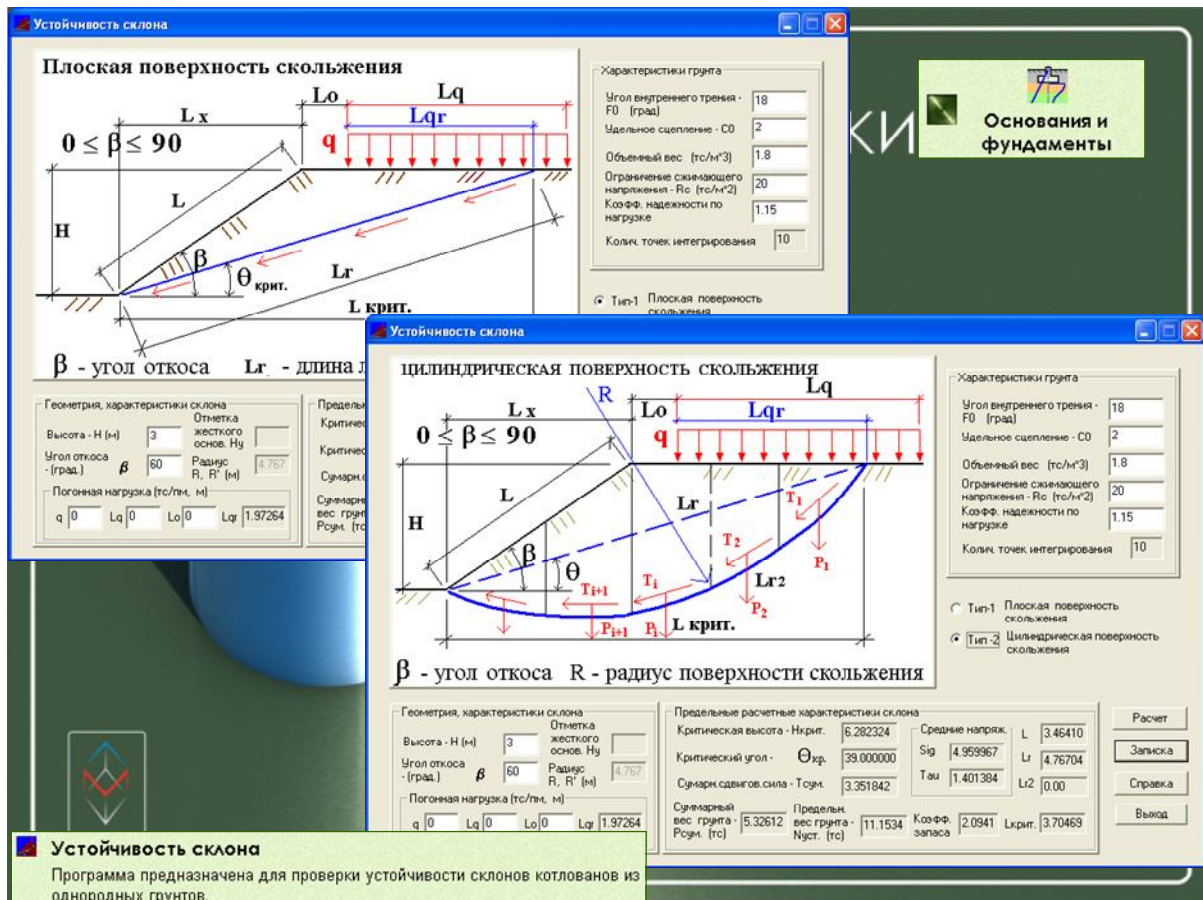


Рис. 21. Программа ЭСПРИ



## 6. Главные и эквивалентные напряжения в грунте

Программа предназначена для вычисления главных и эквивалентных напряжений по различным теориям прочности, применяемых для грунтов.

## 7. Устойчивость склона

Программа предназначена для проверки устойчивости склонов котлованов из однородного грунта по плоской и цилиндрической поверхности скольжения.

## 8. Устойчивость многослойного склона

Программа предназначена для определения устойчивости многослойного грунтового склона по цилиндрической поверхности скольжения. Расчет производится методом, разработанным Шведским обществом геомеханики. В результате расчета определяются: координаты оползневой поверхности, оползневое давление, а также коэффициенты запаса при статической и динамической нагрузках. Кроме того вычисляются суммарная активная нормальная сила, активная составляющая сдвиговых сил, реактивная составляющая от сцепления и радиус поверхности скольжения.

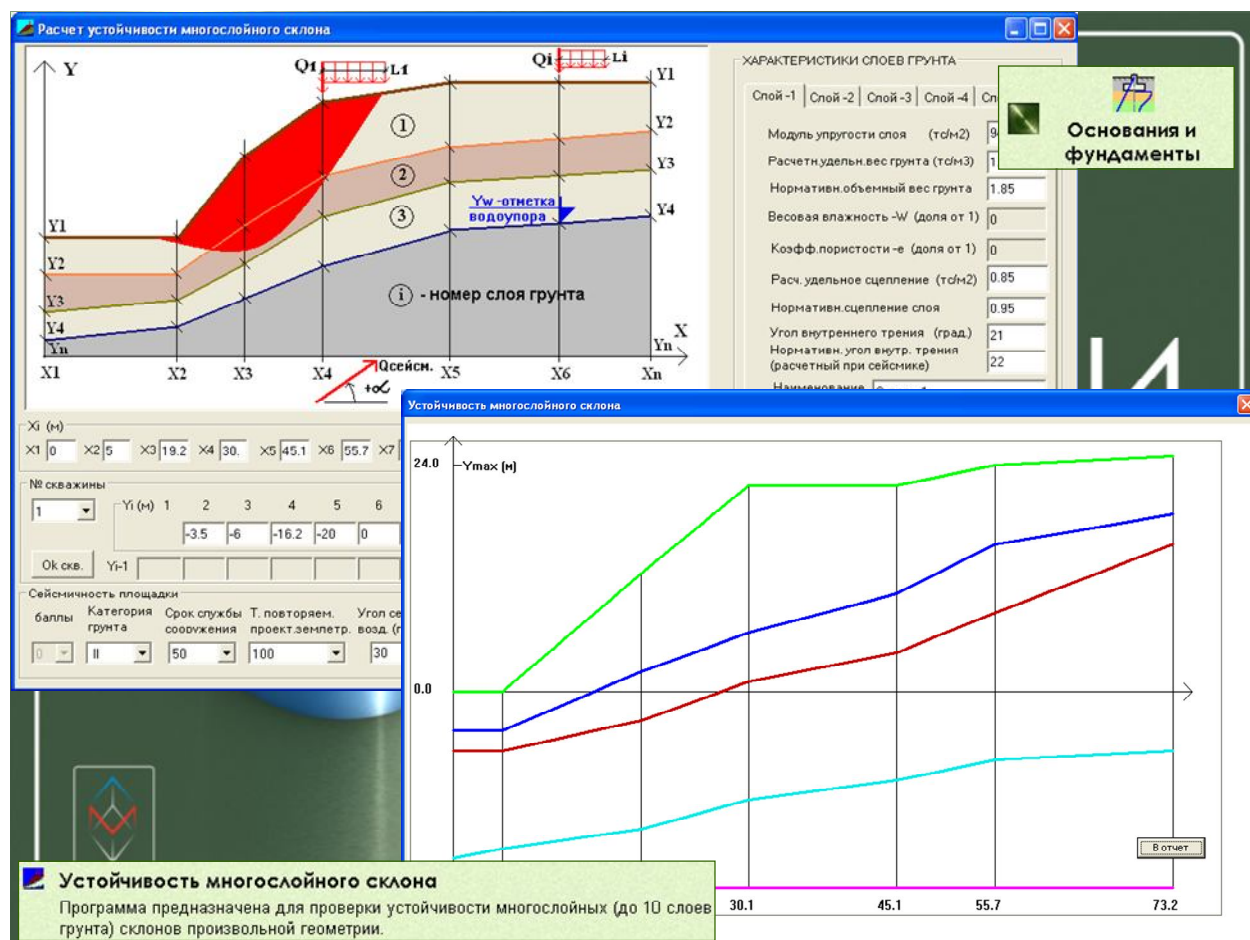


Рис. 22. Программа ЭСПРИ

### 3. ПРОГРАММЫ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ РЕШАТЬ ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

#### 3.1. Программа PLAXIS

Программа **PLAXIS** представлена в двух вариантах 2D и 3D.

PLAXIS 2D предназначена для комплексных расчётов напряжённо-деформированного состояния и устойчивости геотехнических объектов различного назначения методом конечных элементов в условиях плоской задачи. Этот программный комплекс разработан для расчётного обоснования проектируемых сооружений на стадиях строительства, эксплуатации и реконструкции. Программа **PLAXIS** позволяет эффективно решать сложные геотехнические задачи современного высокотехнологичного строительства.

Программа PLAXIS 3D Tunnel предоставляет дополнительные возможности для более сложного проектирования тоннелей с учетом особенностей проходки, а также решает большинство задач, рассматриваемых в программе PLAXIS, в объемной модели. В PLAXIS 3D Tunnel существует только расчет пластического состояния – расчет упругопластических деформаций без учета эффекта больших деформаций.

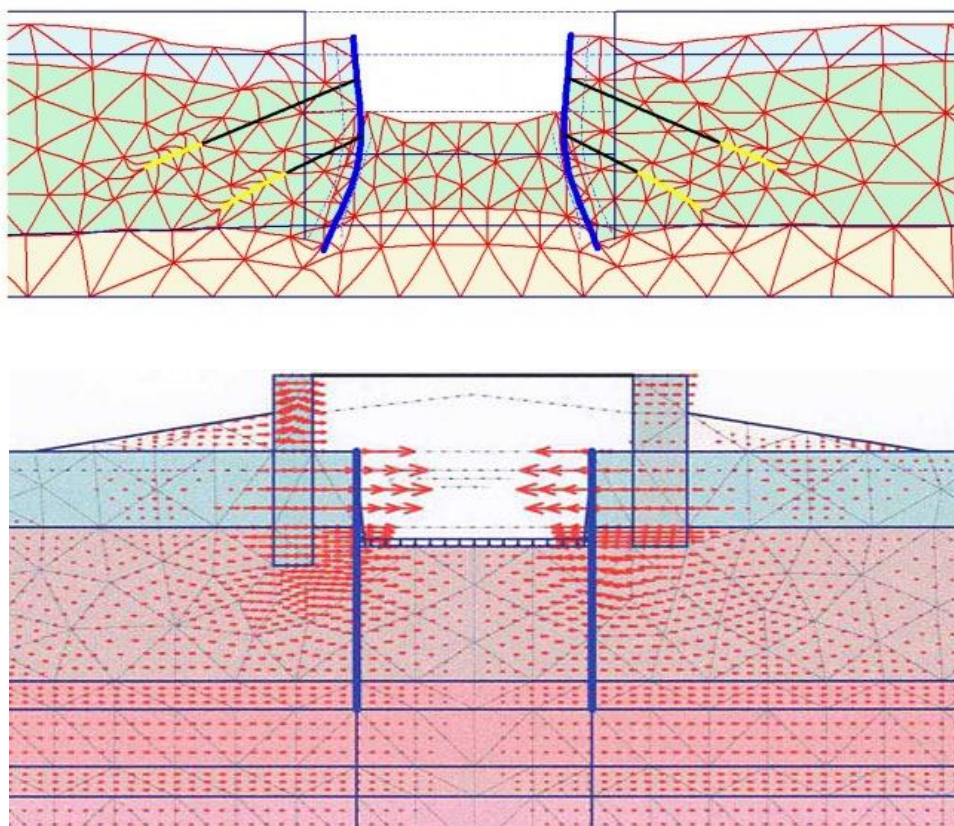


Рис. 23. Программа **PLAXIS 2D**

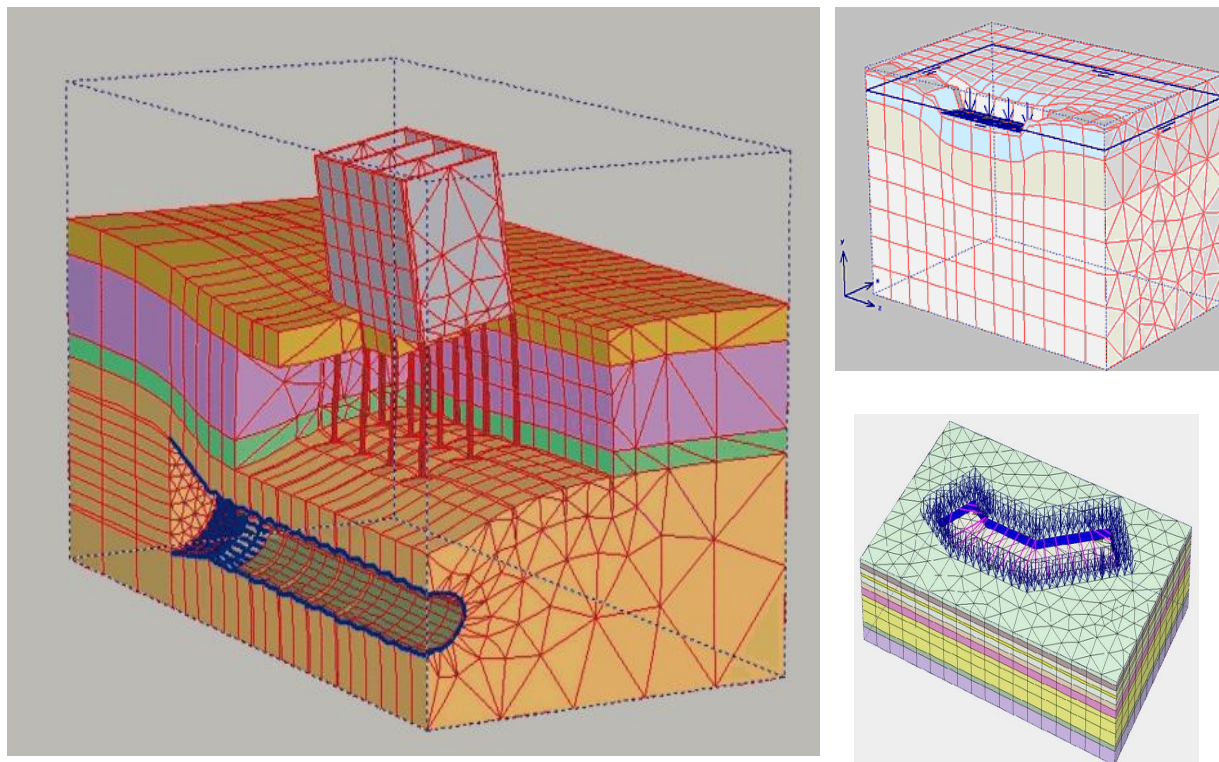


Рис. 24. Программа **PLAXIS 3D Tunnel**

### 3.2. Программа ANSYS

**ANSYS** – универсальная программная система конечно-элементного анализа, существующая и развивающаяся на протяжении последних 30 лет является довольно популярной у специалистов в сфере автоматических инженерных расчётов (CAE, Computer-Aided Engineering) и КЭ решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей. Моделирование и анализ, в некоторых областях промышленности, позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование – изготовление – испытания».

Программный комплекс ANSYS с использованием CivilFEM позволяет выполнять весь спектр строительных задач, стоящих перед современными проектировщиками – от расчета сложных пространственных надземных конструкций до решения геотехнических задач, таких как расчет крепления котлованов, различных фундаментов, устойчивости склонов и откосов, фильтрационные расчеты и пр.



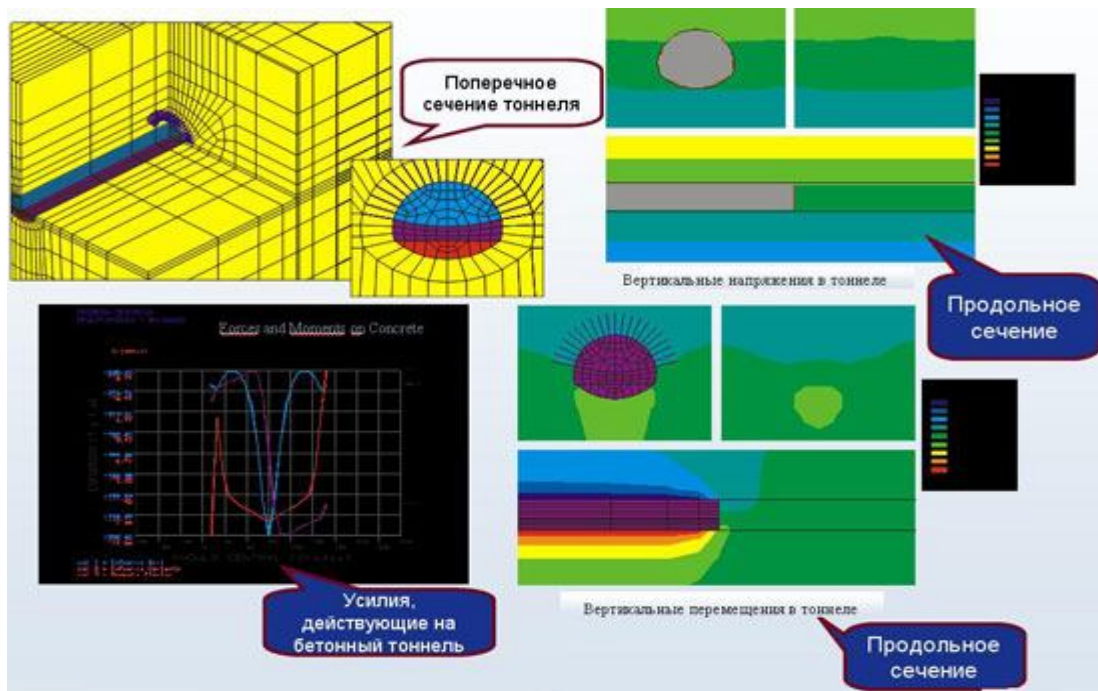


Рис. 25. Программа ANSYS CivilFEM

### 3.3. Программа LS-DYNA

LS-DYNA – многоцелевая программа, использующая явную постановку метода конечных элементов (explicit finite element program) - предназначена для анализа нелинейного динамического отклика трехмерных неупругих структур. Полностью автоматизированный процесс решения контактных задач, а также множество функций по проверке получаемого решения позволяют инженерам во всем мире успешно решать сложнейшие задачи удара, разрушения и формования, также позволяет решать геотехнические задачи.

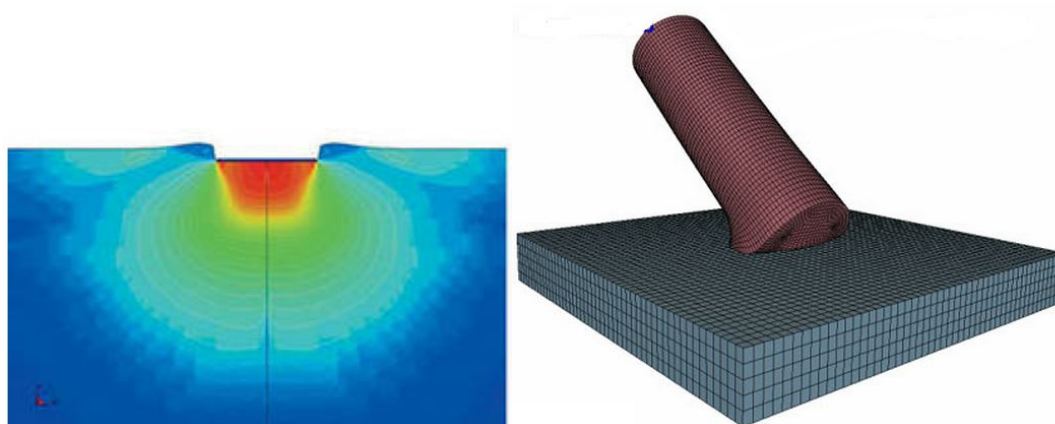
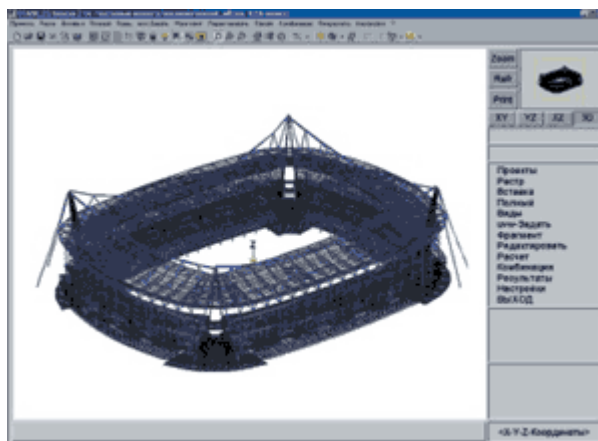


Рис. 26. Программа LS-DYNA

## 4. ПРОГРАММЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СОВМЕСТНЫХ РАСЧЕТАХ ЗДАНИЙ С ГРУНТОВЫМ ОСНОВАНИЕМ

### 4.1. ПК STARK ES (ЕВРОСОФТ)

Программный комплекс для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания.



#### Возможности комплекса

Расчеты на основе метода конечных элементов:

- линейный и нелинейный статический расчет;
- расчет на собственные колебания в произвольном диапазоне частот, а также относительно деформированного состояния с учетом односторонней работы канатов, связей, шарниров;
- расчет на вынужденные колебания при силовой динамической нагрузке и кинематическом возбуждении основания (землетрясении);
- расчет на устойчивость с учетом растянутых элементов, в том числе при сложном нагружении и с учетом односторонней работы канатов, связей, шарниров;
- спектральный анализ матрицы жесткости;
- предельный жесткопластический анализ;
- оценка точности расчета.

Конструктивные расчеты:

- определение опасных расчетных сочетаний усилий в сечениях элементов и опорных реакций по различным критериям, в том числе с учетом возможной изменчивости расчетной схемы (вариации моде-

ли) и с учетом последовательности возведения/монтажа конструкции;

- расчет армирования и проверка элементов железобетонных конструкций в соответствии со СНиП 52-01-2003, СП 52-101-2003, СП 52-103-2007 и СНиП 2.03.01-84\*, в т.ч. с учетом требований по трещиностойкости и ограничению ширины раскрытия трещин;

Расчеты на сейсмические воздействия:

- определение сейсмических нагрузок линейно-спектральным методом для произвольного спектра ответа и произвольного направления сейсмического воздействия в соответствии с нормами России, Азербайджана, Армении, Казахстана, Узбекистана, Украины, а также «Рекомендациями по определению расчетной сейсмической нагрузки для сооружений с учетом пространственного характера воздействия и работы конструкций» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко;
- учет поступательного и вращательного движения основания на основе применения интегральной модели воздействия;
- учет взаимных перемещений опор пространственных и линейно-протяженных сооружений на основе применения дифференцированной модели воздействия;
- учет геометрической и конструктивной нелинейности;
- динамический расчет во времени на многокомпонентные акселерограммы, в том числе с учетом ротации основания, с анализом несущей способности конструкций;
- определение опасного направления сейсмического воздействия;
- определение значимых форм колебаний, обеспечивающих требуемую сумму модальных масс, и исключение несущественных форм на этапе расчета на собственные колебания и на этапе расчета сейсмических нагрузок.

Расчет на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки:

- расчет в соответствии со СНиП 2.01.07-85\* и «Рекомендациями по уточненному динамическому расчету зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко;
- учет геометрической и конструктивной нелинейности;
- определение ускорений колебаний конструкции.



## Возможности моделирования:

- автоматическая генерация конечно-элементных моделей многоэтажных зданий, ферм, рам, поверхностей вращения и поверхностей, заданных аналитически;
- стержневые конечные элементы для плоских и пространственных задач, в том числе с учетом поперечного сдвига;
- специальные стержневые элементы для моделирования ребер жесткости и канатов;
- высокоточные изотропные и ортотропные пластинчатые и объемные конечные элементы (гибридные и метода перемещений);
- универсальные элементы для расчета тонких и толстых плит;
- многослойные стержневые и пластинчатые элементы;
- жесткие и упругоподатливые опоры в произвольно ориентированных системах координат, в том числе односторонние;
- одно- и двухпараметрические упругие основания, включая односторонние;
- моделирование естественного грунтового основания на основании данных инженерной геологии с построением модели упругого основания или пространственной модели массива грунта из объемных конечных элементов;
- идеальные и упругие шарниры в стержневых и пластинчатых элементах, в том числе односторонние и нелинейные;
- учет физической нелинейности работы материалов пластинчатых элементов по билинейной и криволинейной диаграммам, в том числе в железобетонных плитах и стенах;
- формирование произвольных, в том числе тонкостенных сечений элементов и расчет их характеристик;
- возможность выполнять расчеты пофрагментно и с учетом изменения расчетной схемы в процессе нагружения;
- возможность учета различных свойств конструкций и оснований при статических и динамических воздействиях;
- различные способы моделирования работы конструкций в узлах сопряжений, в том числе несоосных;
- абсолютно твердые тела и объединение перемещений узлов;
- учет начального искривления осей стержней;
- силовые и кинематические сосредоточенные и распределенные нагрузки по любому направлению, в том числе независимые от КЭ сетки;
- температурные нагрузки и нагрузки предварительного напряжения.

Возможности интерфейса:

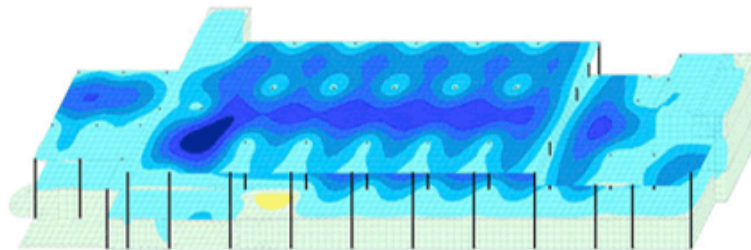
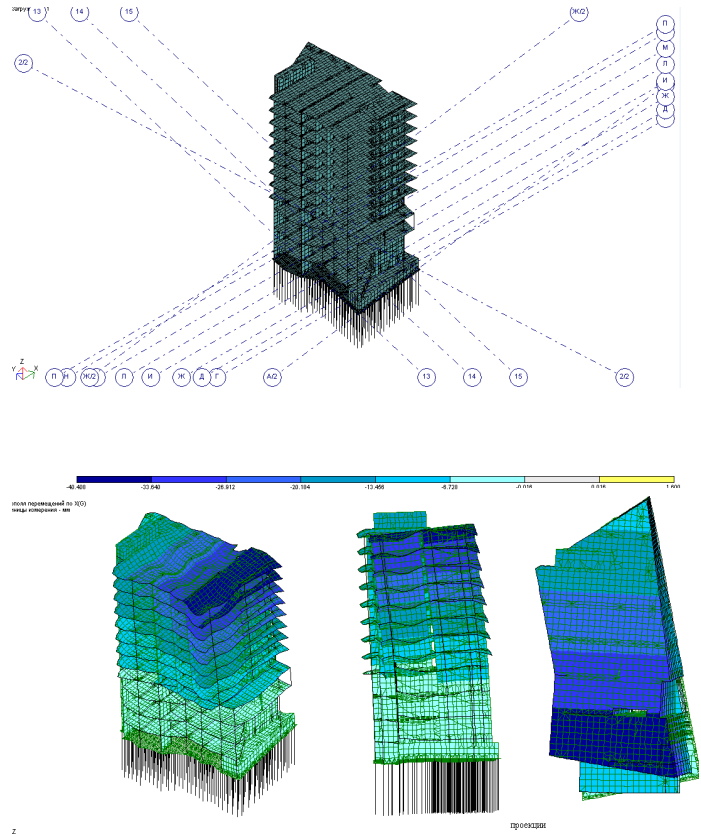
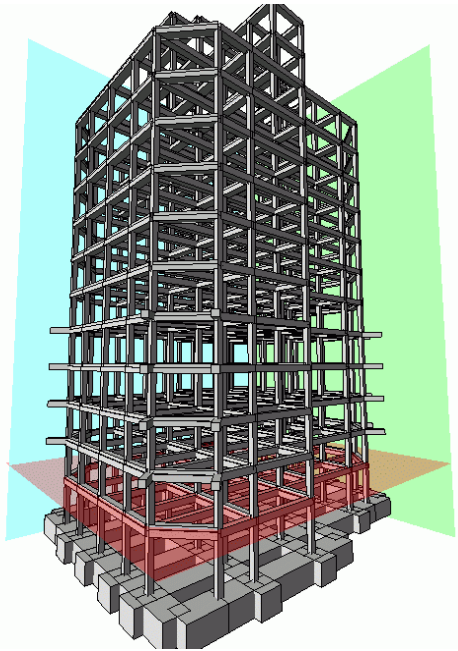
- формирование сложных расчетных моделей путем сборки из отдельных частей;
- графический или табличный ввод модели и вывод результатов расчета;
- преобразование плоских и пространственных изображений из DXF-файлов в КЭ модель;
- оценка качества КЭ сетки и ее оптимизация;
- работа со всей расчетной схемой или с ее фрагментом;
- широкий набор средств графического контроля характеристик расчетной схемы;
- передача перемещений, реакций и нагрузений из проекта в проект, интерполяция деформационных нагрузок;
- изображение результатов посредством деформированных схем, изолиний, изоповерхностей, цифровых значений или эпюр по произвольным сечениям;
- поиск экстремальных значений расчетных параметров внутри определенного фрагмента расчетной схемы как при отдельном нагружении, так и среди заданных комбинаций нагружений;
- анимация форм колебаний и потери устойчивости;
- вывод исходных данных и результатов расчета в MS Word и файлы формата dxf, csv;
- связь с программами ПРУСК, Металл, СпИн, Одиссей, ЛИРА, ЛИРА-САПР, БЕТА, ArCon, AutoCAD, ArchiCAD, Glaser isb-cad, Конструктор здания.

#### **4.2. ПК ЛИРА (ЛИРА Софт)**

Программный комплекс для проектирования и расчет строительных и машиностроительных конструкций.

Программный комплекс **ЛИРА** является современным инструментом для численного исследования прочности и устойчивости конструкций и их автоматизированного проектирования.

050.134



**ПК ЛИРА включает следующие основные функции:**

- развитую интуитивную графическую среду пользователя;
- набор многофункциональных процессоров;
- развитую библиотеку конечных элементов, позволяющую создавать компьютерные модели практически любых конструкций: стержневые плоские и пространственные схемы, оболочки, плиты, балки-стенки, массивные конструкции, мембраны, тенты, а также комбинированные системы, состоящие из конечных элементов различной мерности (плиты и оболочки, подпертые ребрами, рамно-связевые системы, плиты на упругом основании и др.);
- расчет на различные виды динамических воздействий (вибрационные нагрузки, импульс, удар, ответ-спектр);
- расчет на ветровые нагрузки с учетом пульсации и сейсмические воздействия по нормативам стран СНГ, Европы, Африки, Азии и США;

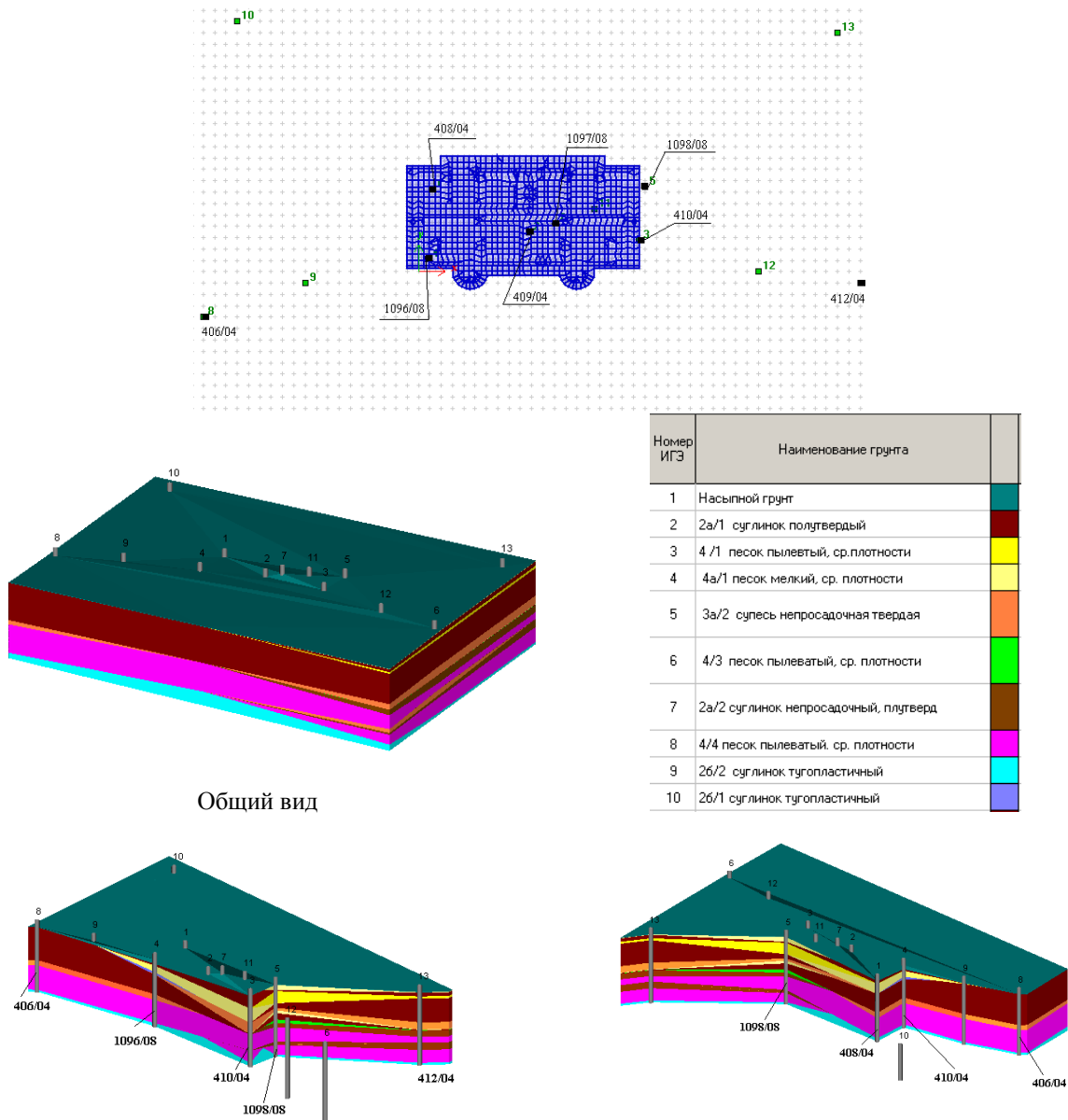
- конструирующие системы железобетонных и стальных элементов в соответствии с нормативами стран СНГ, Европы и США;
- редактирование баз стальных сортаментов;
- связь с другими графическими и документирующими системами (**AutoCAD**, **Allplan**, **Stark**, **ArchiCAD**, **MS Word**, **HyperSteel**, **AdvanceSteel**, **Bocad**, **Revit** и др.) на основе **DXF**, **MDB**, **IFC** и др. файлов;
- развитую систему помощи, удобную систему документирования;
- возможность изменения языка (русский/английский) интерфейса и/или документирования на любом этапе работы;
- различные системы единиц измерения и их комбинации.

### ***Специальные возможности ПК ЛИРА:***

- быстродействующие алгоритмы составления и решения систем уравнений без ограничения на количество узлов и элементов;
- суперэлементное моделирование с визуализацией на всех этапах расчета, позволяющее в ряде случаев ускорить решение задачи и снизить влияние плохой обусловленности большеразмерной матрицы;
- модули учета физической нелинейности на основе различных нелинейных зависимостей **s-e**, обеспечивающие возможность компьютерного моделирования процесса нагружения как моно-, так и биматериальных конструкций, с прослеживанием развития трещин, проявлением деформаций ползучести и текучести, вплоть до получения картины разрушения конструкции;
- модули учета геометрической нелинейности, позволяющие рассчитывать как конструкции изначально геометрически неизменяемые (гибкие плиты и балки, гибкие фермы и др.), так и конструкции изначально геометрически изменяемые, для расчета которых необходимо вначале определить равновесную форму под заданный вид нагрузки (отдельные канаты, вантовые фермы, вантовые покрытия, тенты, мембраны и др.);
- большой набор специальных конечных элементов, позволяющих составлять адекватные компьютерные модели для сложных и неординарных сооружений. Например: конечный элемент, моделирующий податливость узлов; конечный элемент, моделирующий работу грунта за пределами конструкции; конечный элемент, моделирующий натяжное устройство (фаркоп) и позволяющий обеспечивать заданное первоначальное натяжение конструкции или находить необходимое натяжение, обеспечивающее заданную геометрию (например, тента или вантовой сети);
- специализированный процессор **МОСТ**, позволяющий строить поверхности влияния в назначенных пользователем элементах мостовой

конструкции от подвижной нагрузки, определяет невыгодные сочетания усилий и перемещений;

- специализированный процессор **МОНТАЖ-плюс**, позволяющий отслеживать напряженное состояние сооружения в процессе его возведения, как-то: многократное изменение расчетной схемы, установка и удаление временных опор и т.п. Этот процессор позволяет также проводить компьютерное моделирование возведения высотных зданий из монолитного железобетона с учетом изменений жесткости и прочности бетона, вызванных временным замораживанием уложенной смеси и другими факторами;
- специализированный процессор **Динамика плюс**, реализующий метод прямого интегрирования уравнений движения по времени и позволяющий производить компьютерное моделирование поведения конструкции под динамическими нагрузками, в том числе с учетом нелинейности;
- специализированная система **ЛИРА-КМ**, позволяющая в автоматизированном режиме получать рабочие чертежи КМ (маркировочные схемы, ведомости элементов, узлы, спецификации). В отличие от многочисленных графических систем (AdvanceSteel, StruCad, Vocad, RealSteel и мн. др.), ориентированных только на автоматизацию графики при проектировании стальных конструкций, технологическая цепочка ЛИРА – ЛИР-СТК – ЛИР-КМ позволяет рассчитать, подобрать (проверить) и унифицировать сечения стальных элементов и конструкции узлов с последующим получением чертежей КМ;
- специализированная система **ГРУНТ**, позволяющая по данным инженерно-геологических изысканий (расположение и характеристика скважин) строить трехмерную модель грунтового основания с последующим определением переменных по области фундаментной плиты коэффициентов пастели по различным методикам;
- специализированная система **ВАРИАЦИИ МОДЕЛЕЙ**, позволяющая в рамках одной задачи варьировать жесткостными характеристиками элементов и граничными условиями (при сохранении топологии системы), что обеспечивает учет таких факторов как изменение жесткости грунтового основания при динамических (в том числе и сейсмических) воздействиях, форс-мажорный выход из строя отдельных элементов при решении задач устойчивости к прогрессирующему обрушению и др.



Общий вид

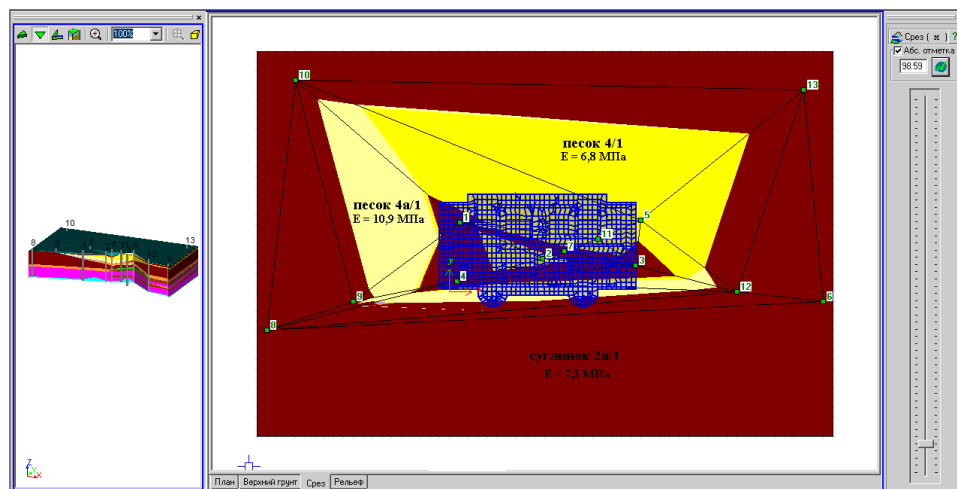


Рис. 27. Программа ЛИРА, модуль ГРУНТ

### 4.3. ПК МОНОМАХ (ЛИРА Софт)

Программный комплекс для автоматизированного проектирования железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий с выдачей эскизов рабочих чертежей.

Программный комплекс **МОНОМАХ** предназначен для расчета и проектирования конструкций зданий из монолитного железобетона, а также зданий с кирпичными стенами. В процессе работы комплекса производится расчет здания и его отдельных частей с формированием рабочих чертежей и схем армирования конструктивных элементов.

ПК **МОНОМАХ** состоит из отдельных программ – **КОМПОНОВКИ, БАЛКИ, КОЛОННЫ, ФУНДАМЕНТА, ПОДПОРНОЙ СТЕНЫ, ПЛИТЫ, РАЗРЕЗА (СТЕНЫ), КИРПИЧА**. Эти программы связаны информационно, кроме того, каждая из них может работать в автономном режиме.

**КОМПОНОВКА.** Создание модели проектируемого здания из конструктивных элементов на плане произвольной конфигурации. Автоматический сбор нагрузок, подбор и проверка сечений конструктивных элементов. Определение расхода и стоимости материалов. Формирование пространственной расчетной схемы здания и конечно-элементный расчет с возможностью анализа результатов. Экспорт данных в программы конструирования. Экспорт нагрузок на фундаменты в **ФОК-ПК**, экспорт расчетной схемы в программный комплекс **ЛИРА**.

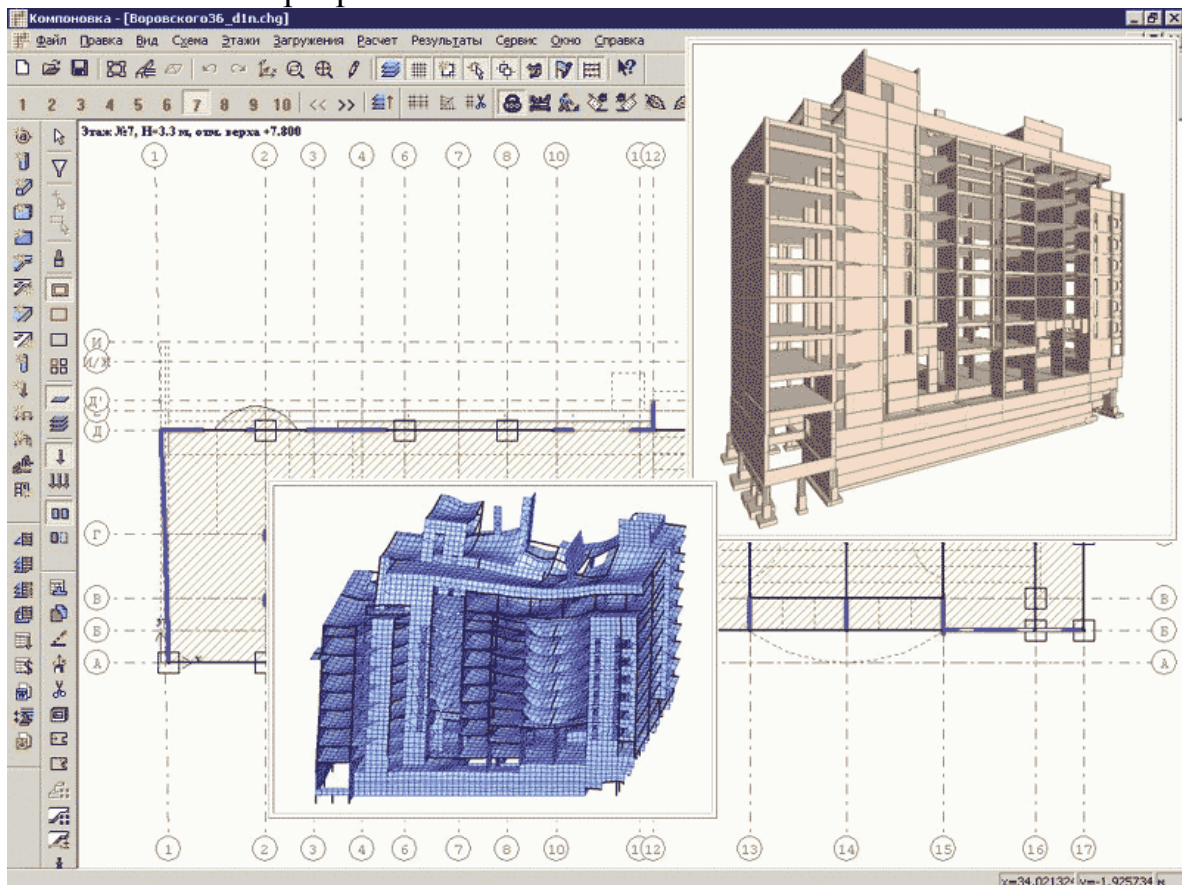


Рис. 28. Программа МОНОМАХ



Программы конструирования **БАЛКА, КОЛОННА, ФУНДАМЕНТ, ПОДПОРНАЯ СТЕНА, ПЛИТА, РАЗРЕЗ (СТЕНА), КИРПИЧ**. Работа в автономном режиме, а также работа с данными, автоматически созданными программой КОМПОНОВКА. Расчет железобетонных элементов. Представление результатов конструирования в виде рабочих чертежей. Формирование *dxg*-файлов чертежей и текстовых файлов расчетных записок.

Все программы снабжены справочной системой. Руководство пользователя поставляется на компакт-диске. Проводится обучение, даются консультации, организовываются презентации, предоставляется демоверсия комплекса.

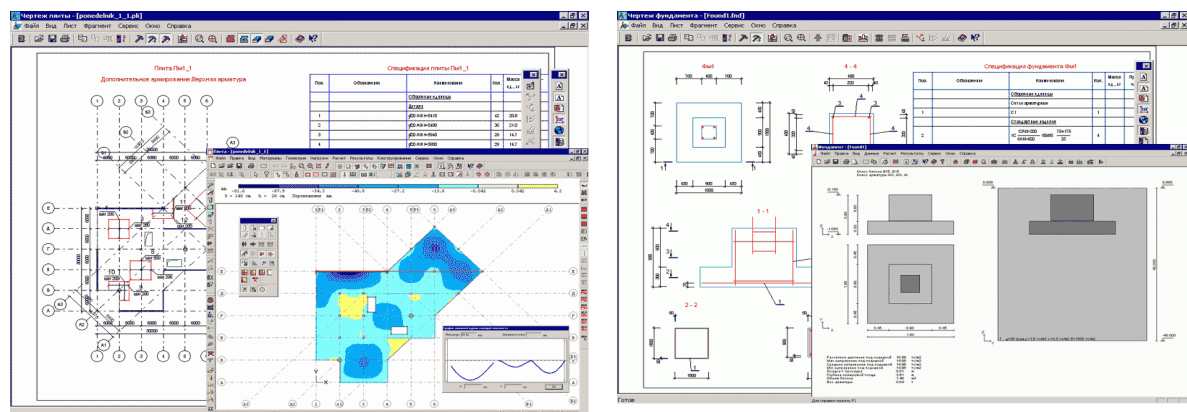
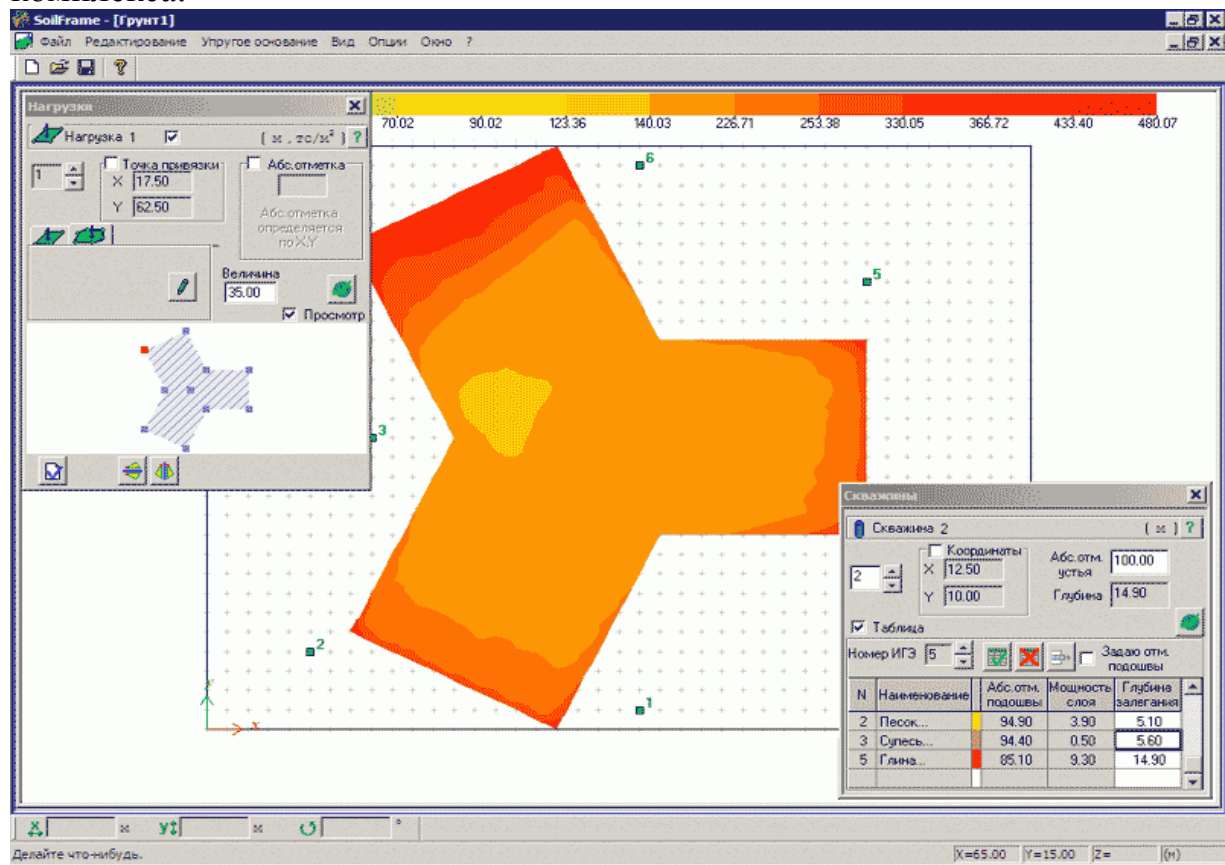


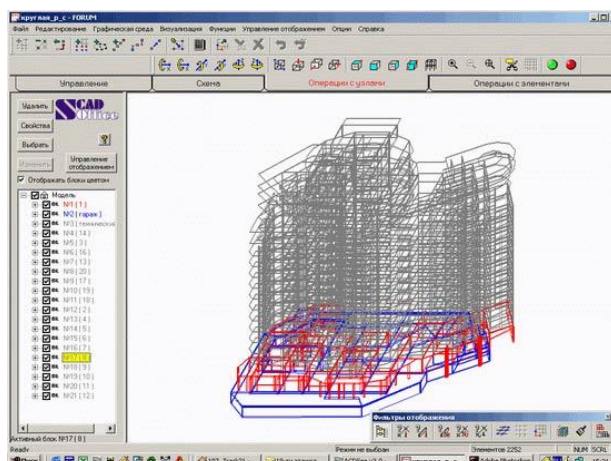
Рис. 29. Программа МОНОМАХ



## 4.4. SCAD Office

Интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций.

SCAD Office является набором программ, с помощью которых выполняются прочностные расчеты и проектируются строительные конструкции разных видов.



SCAD Office включает следующие программы:

- SCAD – вычислительный комплекс для прочностного анализа конструкций методом конечных элементов;
- КРИСТАЛЛ – расчет элементов стальных конструкций;
- АРБАТ – подбор арматуры и экспертиза элементов железобетонных конструкций;
- КАМИН – расчет каменных и армокаменных конструкций;
- ДЕКОР – расчет деревянных конструкций;
- ЗАПРОС – расчет элементов оснований и фундаментов;
- ОТКОС – анализ устойчивости откосов и склонов;
- ВЕСТ – расчет нагрузок по СНиП «Нагрузки и воздействия» и ДБН;
- МОНОЛИТ – проектирование монолитных ребристых перекрытий;
- КОМЕТА, КОМЕТА-2 – расчет и проектирование узлов стальных конструкций;
- КРОСС – расчет коэффициентов постели зданий и сооружений на упругом основании;
- КОНСТРУКТОР СЕЧЕНИЙ – формирование и расчет геометрических характеристик сечений из прокатных профилей и листов;
- КОНСУЛ – построение произвольных сечений и расчет их геометрических характеристик на основе теории сплошных стержней;
- ТОНУС – построение произвольных сечений и расчет их геометрических характеристик на основе теории тонкостенных стержней;
- СЕЗАМ – поиск эквивалентных сечений;
- КоКон – справочник по коэффициентам концентрации напряжений и коэффициентам интенсивности напряжений;
- КУСТ – расчетно-теоретический справочник проектировщика.

## 5. ПРОГРАММЫ, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1 СтройКонсультант

СтройКонсультант – сборник нормативных документов по строительству, действующих на территории Российской Федерации.

Информационная Система (ИС) СтройКонсультант содержит реквизиты (сведения о документах) и тексты следующих документов:

- \* Документы «Системы нормативных документов в строительстве»:
  - СНиП – строительные нормы и правила Российской Федерации;
  - ГОСТ – межгосударственные стандарты в области строительства;
  - ГОСТ Р – государственные стандарты Российской Федерации в области строительства;
  - СП – своды правил по проектированию и строительству;
  - РДС – руководящие документы Системы;
  - СЭВ (СТ СЭВ) – стандарты СЭВ, введенные в действие на территории Российской Федерации в качестве государственных стандартов;
  - ТСН – территориальные строительные нормы;
  - РСН – нормативные документы, утвержденные Госстроем РСФСР;
  - СН – нормативные документы, утвержденные Госстроем СССР, применяемые в качестве рекомендуемых документов;
  - ВСН – нормативные документы, утвержденные подразделениями Госстроя СССР, применяемые в качестве рекомендуемых документов;
  - Нормативные документы органов надзора в области строительства, согласованные Госстроем России.
- \* Документы органов надзора: Госархстройнадзора России; Государственной противопожарной службы и вневедомственной охраны МВД России; Государственного энергетического надзора России; Госгортехнадзора России; Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ; Госсанэпиднадзора и Минздрава России; Госстандарта России.
- \* Государственные стандарты, утвержденные Госстандартом России: ГОСТ, ГОСТ Р на материалы, изделия, машины, оборудование и виды работ, по пожарной и промышленной безопасности, охране природы, системам контроля и качества, системам конструкторской документации и др., утвержденные Госстандартом России.

\* Справочные пособия к строительным нормам (СНиП, ВСН, СН, СП и др.), справочные нормативные документы, рекомендации, руководства, методические документы Госстроя России.

\* Распорядительные документы Госстроя России — приказы, постановления, распоряжения, директивные письма.

\* Нормативно-технические и нормативные методические документы по строительству других министерств и ведомств по направлениям: проектирование и строительство автомобильных дорог, железных дорог, сооружений на дорогах, тоннелей и метрополитенов; проектирование и строительство объектов связи, объектов нефтяной и газовой промышленности, энергетических объектов и др.

\* Нормативные документы субъектов Российской Федерации: нормативные документы города Москвы; нормативные документы Московской области.

ИС «СтройКонсультант» рекомендована Госстроем России к применению в учебных, проектных, строительных организациях и предприятиях, лицензионных и сертификационных центрах, органах надзора в области строительства письмом Госстроя России от 01.06.99 №ЛБ-1870/9 и принята в качестве информационной системы Госстроя России по нормативно-технической документации письмом Госстроя России от 05.11.99 № ЛБ-3874/9.

ИС «СтройКонсультант» удобна в использовании, не требует специальных навыков владения компьютером:

- позволяет осуществлять выборку и сортировку документов непосредственно в окне интерфейса;
- осуществляет быстрый поиск документов по реквизитам: типу документа, его номеру, датам введения в действие и (или) утверждения, по названию документа;
- производит поиск документов по вольно сформулированному смысловому запросу, наряду с традиционным поиском, по словам из названия или текста;
- дает возможность выводить на печать или сбрасывать в файл документы целиком или их фрагменты.

## **5.2. NormaCS**

Программа предназначена для хранения, поиска и отображения текстов и реквизитов нормативных документов, а также стандартов, применяемых на территории Российской Федерации и регламентирующих деятельность предприятий различных отраслей промышленности.

## ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1.	<a href="http://www.shareware.com">http://www.shareware.com</a>	Служба поиска свободно распространяемого программного обеспечения
2.	<a href="http://www.intuit.ru/">http://www.intuit.ru/</a>	Сайт по информационным технологиям
3.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека
4.	<a href="http://library.kgasu.ru">http://library.kgasu.ru</a>	Электронная библиотечная система КГАСУ
5.	<a href="http://www.lira.com.ua">http://www.lira.com.ua</a>	Официальный сайт Лира Софт
6.	<a href="http://www.scadgroup.com">http://www.scadgroup.com</a>	Официальный сайт SCAD Office
7.	<a href="http://www.eurosoft.ru">http://www.eurosoft.ru</a>	Официальный сайт Eurosoft
8.	<a href="http://www.ansys.com">http://www.ansys.com</a>	Официальный сайт Ansys
9.	<a href="http://www.plaxis.ru">http://www.plaxis.ru</a>	Официальный сайт Plaxis
10.	<a href="http://www.ls-dyna.com">http://www.ls-dyna.com</a>	Официальный сайт компании LSTC
11.	<a href="http://www.geo-soft.ru/">http://www.geo-soft.ru/</a>	Официальный сайт ООО «ИнжПроектСтрой»
12.	<a href="http://www.enggeo.net/">http://www.enggeo.net/</a>	Официальный сайт EngGeo
13.	<a href="http://cadgeo.ru/">http://cadgeo.ru/</a>	Официальный сайт ООО «КАД-КОПИ Сер-вис»
14.	<a href="http://www.geonics.ru/">http://www.geonics.ru/</a>	Официальный сайт GeoniCS
15.	<a href="http://d-info.ru/stroyconsultant/">http://d-info.ru/stroyconsultant/</a>	Официальный сайт компании Диалог-Инфо СтройКонсультант
16.	<a href="http://www.normacs.ru/">http://www.normacs.ru/</a>	Официальный сайт NormaCS.ru

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ», «МЕХАНИКА ГРУНТОВ», «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ»**

Методические указания для студентов всех специальностей  
и направлений подготовки

Составители: Мирсаяпов И.Т., Нуриева Д.М., Хасанов Р.Р.,  
Попов А.О., Артемьев Д.А.