

Применение программного комплекса SCAD Office для расчета конструкций многоэтажного здания (построение расчетной модели, приложение вертикальных нагрузок)

Москва 2023, Сизов Д.К.

## Этап 1

## (создание геометрической модели здания)

В качетве примера рассмотрим создание МКЭ модели гостиницы с подземной автостоянкой, возведенной по адресу: Москва, Гороховский пер., д. 12, стр. 5. Характерный разрез гостиницы представлен на рисунке:



#### Анализ поэтажных планов

На первоначальном этапе построения модели здания требуется выделить несущие конструкции здания, отделить на чертежах КЖ и АР их от перегородок, определить контуры междуэтажных перекрытий. Далее приведем планы этажей: подземного этажа, включающего паркинг, а также типовых этажей здания (с учетом уникальных первого и второго этажей).





План 1-го этажа

## Планы 2-го этажа здания

План несущих конструкций 2 этажа



План 2-го этажа

## Планы типового этажа

на отм. +7,300; +10,950; +14,600; +18,250;





План типового этажа здания

## Построение геометрической модели здания

Для построение геометрической модели здания в программе Форум, входящей в состав программного комплекса SCAD в файле Автокад подготовим исходные данные в виде «средних линий» стен и пилонов, точек- центров колонн, получаемых как одна из точек концов отрезка, а также контуров перекрытия пола текущего этажа. Построение начнем с типового этажа здания.



## Автокад-контур модели типового этажа



Колонны заменены отрезками (для возможности импорта в ФОРУМ), важна только одна точка отрезка Стены и пилоны заменены линиями от одного угла пересечения до другого

Результаты сохраняются в файле dxf, перед этим удалив весь «мусор» из автокад-файла Файл→ Утилиты → Очистить

8

## Импорт типового этажа в Форум

При импорте в SCAD выбираем проект ФОРУМ, выбираем единицы измерений в исходном файле – мм.

Наименован	NONAME		🖌 ОК		
Организация	a [		🗙 Отмена		
Объект	<b></b>		🧼 Справка		
💮 Стандарт 🔘 Вариация	и моделей Един	ицы измерения			
💿 Монтаж 💿 Форум	Нормь	проектирования			
Козффициен	г належности по				
Козффициен ответственно Точность оце	г надежности по ости энки совпадающих уз;	1 такана и поредината и поредин			
Казффициен ответственна Точность оце Тип схемы [	г надежности по ости жки совпадающих уз. 5 - Система общего в	1 <b>▼</b> лов 0.01 м			
Козффициен ответственно Точность оце Тип схемы ( Положение в пространств е	г надежности по ости энки совпадающих уз. 5 - Система общего в Перемещения в узле по направлениям общей системы	1 ▼ лов 0.01 м зида Характерис	тики конструкций		

Далее уже в комплексе ФОРУМ производим импорт геометричекой «подложки» типового этажа здания

Файл Настройки Вид Операции Окно Сервис (	правка 🏟 🔿	
<ul> <li>Новый</li> <li>Открыть</li> <li>Прочитать проект из текстового формата</li> </ul>	Сtrl+О	<ul> <li>✓ X</li> <li>III</li> </ul>
Прочитать проект из текстового формата(версиз	7 и ранее)	
Импорт	DXF, DWG	G
Сохранить проект	Ctrl+S Графиче	ские файлы
Сохранить проект как	Ctrl+Shift+S	
Сохранить проект для SCAD 11	🛞 IFC	
Закрыть проект	Ctrl+W 🛞 IFC XML	
Открыть среду	R2S	
outperio chato in	<b>E</b> b and	

#### Результат импорта из автокада

В окне ФОРУМ появляется контуры стен и перекрытий типового этажа:



Увеличим узлы путем настройки соответствующей опции (далее построение модели произведем в ФОРУМЕ)

#### Создание стен

Выдавливание Колонн и Стен, а также задание перекрытий — все операции в ФОРУМЕ в



Выбираем высоту стен и колонн равной проектной 3650 мм (между центрами междуэтажных перекрытий, задаем материал стен, их толщину 0,3 мм, а также габариты колонн в плане:



## Внешний вид ФОРУМ-модели типового этажа

Без плиты перекрытия (только стены и колонны), включено отображение толщин стен и сечений колонн:



#### Формирование отверстий в плите пекрытия

Существует несколько способов создания отверстий в плите перекрытий, далее излагается лишь один из возможных, основанный на булевых операциях с поверхностями.

Фрагмент плиты перекрытия с контурами будущих отверстий (линии остались от Автокадзаготовки). Создадим поверх существующего перекрытия новые «перекрытия» в рамках будущих отверстий основного перекрытия:



#### Окончательный вид укрупненной молели этажа

Упрощеная модель этажа со стенами, колоннами и плитой междуэтажного перекрытия приведена ниже, видны отверстия вместо лестничных маршей, отверстия в плите перекрытия для вентиляционных и иных шахт



#### Пробное разбиение одного этажа здания на сетку

Для определения корректности геометрической модели типового этажа здания произведем разбиение фрагмента на сетку КЭ и проверим её на вырожденность. Генерация сетки производится комплексом ФОРУМ (кнопка



Проект будет сохранен в формате SCAD модели (выбраны размеры сетки всех элементов 0,5 м):



#### Анализ сетки типового этажа

В сетке конечных элементов нужно проверить следующее:

1. Стыки колонн и перекрытий (если при генерации проекта МКЭ-модели была выбрана опция «Жесткое тело в узле пересечения колонны и перекрытия», то в месте стыка колонны и плиты будет образован «подколонник» из жестких элементов, что позволит более качественно подбирать арматуру в местах сосредоточенных моментов



2. Критически важным является «сшитость сетки» стен и перекрытий в МКЭ модели, то есть узлы сетки стен и балок должны соответствовать узлам междуэтажного перекрытия—если это не так—требуется корректировка геометрической модели и новый запуск генерации сетки. Обычно сложности возникают при наличии «малых длин элементов», граничащих со стандартными для модели длинами стен и.т.д.

#### Примыкание сетки стен к сетке колонн

На слайде показан характерный вид примыкания стен и колонн здания



#### Примыкание сетки стен к сетке колонн

На слайде показан характерный вид примыкания стен и колонн здания



#### Удаление балочных элементов, которым не назначена

жесткость

При разбиении плиты перекрытия в местах расположения стен остались балочные элементы, которым не назначалась жесткость – «фиктивные балки»для дальнейшего проверочного расчета их нужно удалить, включим фильтр, отображающий только балочки и отметим, что нужно отображать поперечное сечение балок. Пластины отключим, тогда модель примет вид:



#### Пробный расчет, одного этажа на собственный вес

Целью данного расчета все также является проверка «сшитости сетки» в узлах примыкания стен к перекрытиям и колонн к плите. Закрепим верхние узлы МКЭ модели от всех перемещений, приложим собственный вес и произведем расчет. При первой попытке расчета чаще всего будут обнаружены элементы с плохой геометрией, как для треугольных, так и для четырехугольных элементов. Эта ситуация требует корректировки сетки



#### Удаление «плохих» элементов

После пробного запуска на счет обычно бывают выявлены элементы с недопустимым соотношением сторон, их нужно найти в схеме по номеру элемента (выделяя ряд близкорасположенных элементов). Затем этот элемент удаляется из схемы, а узла «хороших» элементов сдвигаются для образования единой монолитной МКЭ модели. После таких операций следует выполнить упаковку схемы для сшивки узлов с одинаковыми координатами



Вырожденные элементы

После удаления плохого элемента и сшивки узлов сетки

Также нужно проверить элементы, которые подверглись ручному изменению положения узлов на их расположение в одной плоскости, особенно это важно для четырехугольных элементов 21

#### Автоматизированный способ решения проблемы «плохих» элементов

Данную проблему можно решить и используя автоматизированную функцию «Улучшения сетки», находящуюся в меню Узлы и элементы → Элементы



# Результат расчета на собственный вес одного этажа (пробный)

Для оценки неподвижности «сшитости модели» можно посмотреть деформированую модель этажа. Видно, что суммарные перемещения будут только в центрах пролетов, то есть нигде не наблюдается «отрыв перекрытий от стен» и свободного перемещения колонн. Только в этом случае данную модель типового этажа можно использовать для дальнейшего построения расчетной модели всего здания в целом.



#### Создание КЭ модели подземного этажа

Перейдем к созданию подземного яруса с использоваем программы ФОРУМ. Использование Форума необходимо для качественного пересечения конструктивных элементов здания с различной геометрией, т.е. Модель здания должна быть полностью создана в Форуме, а не частично в Форуме, частично в SCAD, это позволит избежать неточностей стыковки этажей с различной геометрией.



Также создадим в Автокаде файл-подложку подземного яруса, проведя средние линии стен. Конструкцию фундаментной плиты будем считать без учета свесов вокруг здания (т.к. Здание возводится в окружении «стены в грунте»). Скругление плана заменяется набором элементов прямых

#### Модель подземного яруса в ФОРУМе

Также как и для надземных этажей создадим укрупненную геометрическую модель подземного этажа здания



# Создание переходной плиты между подвальным и типовыми этажами

В рамках <u>занятия принято</u>, что первый и второй этаж имеют сходную с типовыми этажами геометрию (отличия незначительны). Создадим в этом же файле Форума переходную плиту толщиной 400 мм, одновременно дополним конструкцию подвального этажа конструкцией пандуса, используя элемент «Крыша»



### Режим сборки в программе ФОРУМ

Вновь создадим пустой ФОРУМ проект, а в нем создадим единственный узел с координатами 0,0,0. Это позволит перейти в режим сборки модели:



Ось вращения

подсхемы в схемч

🛛 🗶 🔻 Угол поворота 🛛

Сборка выполняется совмешением излов стыковки и

### Последовательность сборки модели из подвального и типового этажей

Далее произведем последовательное наращивание модели вплоть до седьмого этажа. Для этого вновь активируем основную схему, в которой уже будет импортирован подвальный этаж с переходной плитой, выберем на этот раз верх колонны на пересечении осей Б-3 и вновь перейдем в присоединяемую схему кнопкой: В качестве присоединяемой схемы загрузим правление Схема Onepaper Типовой этаж, но без плиты пола и балок.

Основная схема в режиме сборки

Колонна на пересечении осей Б-3 – точка СТЫКОВКИ

Соединение подвального и первого этажей

## Продолжим наращивание этажей здания в

## ФОРУМЕ

Далее продолжим наращивание этажей здания, также везде используя низ и верх колонны на пересечении осей Б-3 в качестве тошки вставки

Два этажа





Создадим кровлю, импортировав ее из типового этажа, далее устаним отверстия в кровле

7 этажей (без кровли)





#### Внешний вид ФОРУМ модели

После устранения отверстий в кровле кнопкой \_\_\_\_

Окончательно получим здание на стилобате:



	-
ки Группы Удал	ление про



## Удаление из расчетной модели вспомогательных балочных элементов

Для удаления вспомогательных линий отобразим только балочные элементы во всей



#### Генерация результатирующего проекта

Также как и для типового этажа произведем генерацию МКЭ модели, зададим шаг сетки 0,5 м.



Использована кнопка ФОРУМА «Генерация результирующего проекта»



#### Улучшение «плохих» элементов

Далее выделяем перекрытия кнопкой 🦻 👩 📊 и подтверждая выбор кнопкой 🛛 🧿

Будем искать «плохие элементы» в пределах каждого из этажей



С ними поступают также как уже рассмотрено ранее на примере типового этажа

### Расчет на собственный вес

После корректировки неправильных элементов и элементов с нулевой жесткостью, используемых для построения становится возможным провести расчет здания на Собственный вес прикладывается после назначения коэффициента постели для элементов фундаментной плиты. Несколько узлов плиты закрепляется от перемещений по направлениям X, Y, а также поворота Uz. Коэффициент постели примем для модели Винклера равным 600 т/м3



## Изополя перемещений МКЭ модели



### Отображение усилий в балочных элементах и колоннах

В программном комплексе SCAD возможно отобразить усилия в колоннах и балках как в виде цветовых изополей, так и в виде эпюр. Воспользуемся цветным отображением. Заметим, что в наиболее нагруженной колонне от собственноговеса нагрузка будет только 361 тс. Далее, после приложения всех нагрузок, действующих на здание можно будет увидеть какой % от суммарной нагрузки дает собственный вес строительных конструкций.



#### Выравнивание локальных осей координат

Для дальнейшей корректной работы модулей армирования и документирования проверим направление локальных осей на стержневых элементах:



Локальная ось X (отображается красным цветом) должна быть направлена у колонн вверх, что соотвествует ручному вводу КЭ модели снизу вверх

Для правильного отображения результатов армирования плит перекрытий также посмотреть направление выдачи усилий:





В сторону направления красной стрелки будут отображаться усилия Мх, в перпендикулярном направлении будут отображаться усилия Му. Армирование Ах также будет направлено вдоль этого вектора

#### Нижнее и верхнее армирование в плитах

Нижнее и верхнее армирование будет определяться путем команды «Местные

оси элементов»



Ось Z синяя направлена вверх, в этом случае нижнее армирование будет как и нужно ему располагаться снизу пластины, а верхнее сверху. При генерации модели программой ФОРУМ так обычно и бывает. Чтобы не ошибиться при рассмотрении всех плит в модели можно нажать на кнопку

Правой кнопкой мыши и выбрать, в цвете будет явно видника направленность осей координат и число элементов с такой ориентацией

💿 Отображение местных осей координат элемента

🧿 Индикация направления местной оси Z элемента 👘

💿 Цветовая шкала местных осей двухузловых элементов

## Нагрузка от покрытия

Далее выберем только перекрытия путем рамки выбора элементов и нажмем кнопку Оставить во врагменте только селектированные объекты



Зададим нагрузку от покрытия в отдельном загружении, считая пирог от пола, стяжки и.т.д. На типовых этажах равным 100 кг.

истема координат нагрузки	💿 Оболочки (плиты) 🛛 🔘 Балки-стенки
🖲 Общая система координат	T V
) Местная система координат	
ид нагрузки	
) Сосредоточенная 🔜	ŦĒ
Распределенная	
🔲 По линии	Направление действия нагрузки Силы Моменты
) Трапециевидная	X Y 7 U U U
🔲 По линии	
) Собственный вес 🛛 🛄	Значение нагрузки
	P 01 74.2
) На группу элементов 🛄	1700

В подвале 120 кг, а также на кровле 120 кг (от пирога)



## Сохранение загружения от покрытия

При создании загружения учтем, что это Постоянные нагрузки, относятся к Весу бетонных конструкций, плотность которых равна или меньше 1,6 т/м3, выполненные на строительной площадке

St. Co	охранение загружения						
kle	14	Тип загружения :	Вид нагрузки:				i i i i i i i i i i i i i i i i i i i
IN-	имя.	Постоянные 🔻	Вес металль 🔻	🗾 Нормативная н	агрузка	+ Записать как новое	
	Покрытие	Коэффициент надежности по нагрузке	Вес металлически 1 Вес бетонных (пло Вес бетонных кон Вес бетонных кон Срунты в природн	их конструкций отность более 1.6т/м3) иструкций (плотность р. иструкций (плотность р. иструкций (плотность р.	, железобетонных, камен авна или меньше 1.6т/м3, авна или меньше 1.6т/м3	ных, дёревянных конструкц ), изоляционные и другие сл , изоляционные и другие сл	ий юи выполнены в заводских условиях юи выполнены на строительной площадке
N²	Загружения	Тип загружен	Грунты насыпные И Другие	ю нагрузке	and particular and		
1	Собственный вес	Постоянные наг	рузки Вес бетонны 1.	.1 1			
						🖌 ОК	
2016				🔘 Сохранить и прод	олжить задание нагрузок	🗙 Отмена	
-				🔘 Сохранить и пере	йти к созданию нового за	гружения 🛛 🧇 Справка	

#### Коэффициент надежности по нагрузке установится автоматически

N≗	Имя :	Тип загружения : Ви	д нагрузки:	1			+	Записать как новое
2	Покрытие	Козффициент надежности по нагрузке			ги 1	Ī		Заменить
N²	Загружения	Тип загружения	Вид нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Доля длительности	Нормативное загружение	5	Отменить запись
1	Собственный вес	Постоянные нагрузк	Вес бетонны	1.1	1			

40

## Задание полезной нагрузки

Полезная нагрузка действует только в пределах эксплуатируемых этажей (примем условно, что все помещения типовых надземных этажей подвергаются действию полезной нагрузки 200 кг). В действительности нагрузка зависит от типа помещений и для её более точного учета требуется производить разделение каждой плиты перекрытия каждого из рассматриваемых этажей на отдельные зоны, выделяя их границы, например, фиктивными балочными элементами. Либо использовать типовые средства работы с нагрузками программы ФОРУМ.



## Сохранение загружения от полезной нагрузки

Нагрузка кратковременная, полные нагрузки на перекрытия жилых, общественных и производственных зданий с нормативным значением большим 2,0 кПа



V.

## Нагрузка от перегородок

В рамках занятия приложим нагрузку от перегорлдок равной 0,2 т/м2. В действительном расчете лучше задавать нагрузку вдоль линии.

Данная нагрузка относится к постоянным. Выполняются на строительной площадке



## Нагрузка от наружных стен

Так как нагрузка от наружных стен в данном здании носит явно выраженный линейный характер, то для её приложения воспользуемся узлами контуров перекрытий, нагрузку будем прикладывать к каждому из перекрытий



Величину нагрузки примем равной 0,9 т/м, также сохраним загружение

N≏	Имя:	Тип загружения : Вид	нагрузки:	) —			1 2m			
		Постоянные 👻 Ве	с бетоннь 🔻	🔄 🔄 Hopr	иативная нагр	јзка	+ Jan	исать к	.ak Hoe	oe
5	Стены_наружные	Коз ффициент надежности по нагрузке	До	ля длительно	ти 1			Замени	ть	
N≠	Загружения	Тип загружения	Вид нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Доля длительности	Нормативное загружение	к∩ От	менить	запис	ь
1	Собственный вес	Постоянные нагрузки	Вес бетонны	1.1	1	111				
2	Покрытие	Постоянные нагрузки	Вес бетонны	1.3	1	101				
3	Полезная	Кратковременные на	Полные нагр	1.2	0.35	100				
4	Перегородка	Постоянные нагрузки	Вес бетонны	1.3	1	100		~	OK	
5	Стены_наружные	Постоянные нагрузки	Вес бетонны	1.3	1	100				
2016				🔘 Сохран	ить и продолж	ить задание нагру:	зок	×	Отмен	ia
				Coxpare	ить и перейти	к созданию нового	загружения	2	Справ	ка

## Формирование комбинации загружений

Для оценки суммарного воздействия загружений (получения суммарных изополей внутренних усилий), создадим комбинацию загружений. Для этого в меню проекта выберем опцию «Комбинация загружений»



Обязательно поставим галочку «Не учитывать комбинацию при расчете РСУ», иначе при расчете РСУ нагрузки будут учтены в том числе и из комбинации, то есть удвоятся Запишем комбинацию, где каждое загружение учтем с коэффициентом 1,0

## Выполним МКЭ расчет (пока еще без РСУ)

Аналогично расчету на собственный вес выполним вновь полный расчет здания На все виды нагрузок. Получены аналогичные изополя перемещений, но величины перемещений существенно возросли

Суммарные перемещения от комбинации нагрузок



Отдельно перемещения по оси Z от комбинации на грузок

Отдельно перемещения по оси Х от комбинации нагрузок



Отдельно перемещения по оси Y от комбинации нагрузок



## Нагрузки в уровне колонн подвала

Выделим отдельно конструкции цокольного этажа здания без перекрытия пола первого этажа, видим, что значение в колонне достигает 508 тс. В то время как от собственного веса в этой же наиболее нагруженной колонне усилие было 361 тс.



Т.е. нагрузки от веса составляют для этого здания (с весьма толстыми плитами перекрытий 300 мм 70% от окончательных, обычно для зданий с более тонкими перекрытиями вес составляет 55-60 % от окончательной)

## Расчет РСУ

Сформируем данные для расчета РСУ из дерева проектов и отдельно выполним расчет РСУ



## Модуль Железобетон



V	аметры	Бетон П	рогибы и	перем	нещения				
Констру	ктивное ре	ешение	•••••••		Армирование	пластин	ы		-
Коэффиц	иент наде	кности	1		Арматура	Класс	÷	Коэффициент условий работы	
по ответо	твенности	0			Продольная	A400	-	1	0
					Поперечная	A240	-	1	0
Типэлем	ента 06	олочка		•	🔲 Учитывать	минимал	тьное	армирование	
Pa	сстояние д	оц.т. арм	атуры						
a1	a2	a3	a4						
MM	MM	MM	MM						
30	30	0	0						
<ul> <li>мини</li> <li>Максима</li> <li>Дополн</li> <li>Нормаль</li> </ul>	мальному альный про ительные ( ных сечен	проценту хцент козффици наботы ий при сей	армиров енты усл ісмі ()	ания 10 овий	<u>57</u>	N <sub>X1</sub>		$a_{a_{a_{a_{a_{a_{a_{a_{a_{a_{a_{a_{a_{a$	
Козффи	ых сечения	ения гран	мик о ичні 0.95						
Eerous a	ри особых	(не сейсм	иче 1						
Deronan	ы при особ	ых (не сей	юмі 1.1						
Арматур		жающий р	асч 1						
Арматурі Коэффи	иент пони					-		lar .	
Арматурі Ксэффиц	Конс	труктивна:	я группа	Пол_1	_го_этажа			+ Добавить 📉 !	Удалить
Арматурі Коэффи	Конс Список ко	труктивна: нечных эл	я группа ементов	Пол_1 23544	_го_этажа I-23565 23571-23	653 2365	59 <del>-</del>	+ Добавить X	Удалить Справка

Для каждой плиты назначим свою конструктивную группу, зададим бетон и арматуру.

Далее воспользуемся кнопкой «Подбор арматуры»



## Результаты подбора арматуры

Далее можно отобразить результаты подбора арматуры в плитах здания

Нижняя по Х



Верхняя по Х



Верхняя по Ү



Нижняя по Ү



## Подбор арматуры в колоннах

Также создадим конструктивную группу для колонны сечением 500х500



## Некоторые вспомогательные вопросы

#### 1. Формирование дверных проемов в модели здания

При построении уточненных моделей зданий требуется осуществить формирование дверных проемов в монолитных ж/б стенах. С этой целью возможно также использовать программу ФОРУМ. Последовательность действий ясна из следующего примера:



Стена в которой необходимо создать дверной проем 2100х900 мм На расстоянии 300 мм от левого края



# Некоторые дополнительные вопросы формирования МКЭ модели

Откроется окно программы «Консул», в котром возможно воспользоваться кнопкой «Многоугольный внешний контур», а далее нарисовать контуры двери по сетке, включив соответствующий шаг



Далее на поверхности стены создадим контур будущей двери





Поверхность стены без двери с включенной сеткой 300х300 мм

Поверхность стены без двери с дверью в программе «Консул» При закрытии окна «Консул» в «Форуме» уже стена с дверью **53** 

2. Создание отверстий в плитах перекрытий. Также рассмотрим на примере плиты, в которой необходимо предусмотреть отверстия для лестничной клетки, отличием от ситуацией с дверью является тот момент, что геометрия отверстия относительно плиты перекрытия неизвестна. Поэтому последовательность действий следующая:



Вид модели здания с отверстием в плите в «Форуме» после закрытия «Консула». Включив прозрачность модели совместим кнопкой «Замена узла в элементе»



После передвижки отверстия в плите важно не забыть воспользоваться кнопкой «Сведение совпадающих

![](_page_54_Picture_4.jpeg)

![](_page_54_Picture_5.jpeg)

3. Упругое основание. Ранее в модели использовалась простейшая модель упругого основания. Коэффициент постели может быть получена с использованием данных о модуле деформативности, коэффициенте Пуассона, а также толщине слоя грунта

іп ) Изотропный ) Ортотропный	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>2Y</sub> C <sub>XY</sub> C <sub>1UV</sub> T/m <sup>3</sup> T/m T/m T/m T/m <sup>3</sup>	IMR	рунты	Наименование	Модуль деформации	Козффициент Пуассона	Толщина слоя	Цвет
Анизотропный	1 600 0 0 0 0 9npyr	ость	1 0		T/M <sup>2</sup>	0.0	M	
			2 0	унесь Эланнок твераний	2440.40	0.2	1	
лое основание по оси 21			2 0	углинок твердом Тесок граведистый	2440.403 Enge 0200E022E20	0.2	10	
пругое основание в плоскости JV 0 Т/м <sup>3</sup>					/			
пругое основание в плоскости <sub>2V</sub> 0 Т/м <sup>3</sup> кчет козффициентов постели Расчет козффициентов упругого основания	Имя		<b>+</b> Да	обавить 🗙 Уда	ањ 🐧	Результаты Козффициен	т сжатия С <sub>1</sub> 32	18.502 T/m <sup>3</sup>
ругое основание в плоскости V 0 Т/м <sup>3</sup> учет козффициентов постели Расчет козффициентов упругого основания Расчет козффициентов деформативности основания	Имя		+ Да Модели	обавить X Уда ь Пастернака	ль <u>а</u>	Результаты Козффициен Коэффициен	т сжатия С <sub>1</sub> 34 ит сдвига С <sub>2</sub> 47	18.502 T/m <sup>3</sup> 713.483 T/M
гое основание в плоскости	Имя		+ Да Модели	обавить 🗶 Уда ь Пастернака	ль 🐧	Результаты Коэффициен Коэффициен	т сжатия С <sub>1</sub> 32 ит сдвига С <sub>2</sub> 47	18.502 T/m <sup>3</sup> 713.483 T/M

Данные из инженерно-геологических изысканий

4. Использование программы «Кросс» для определения характеристик упругого основания. Для этого подготовим исходные данные для расчета: - В комбинациях загружений создадим загружение, учитывающее долю длительности и коэффициент надежности, поставив соотвествующие

![](_page_56_Picture_2.jpeg)

Далее после выполнения расчета на данную комбинацию на вкладке Поля напряжений можно увидеть изополе Rz, соответствующее данной комбинации, именно на эти значения и будет считать программа «Кросс» упругое основание

![](_page_57_Figure_2.jpeg)

#### Далее переходим в расчетную схему

![](_page_58_Picture_2.jpeg)

При выделенном фрагменте в виде плитынажимаем кнопку «Определение коэффициентов упругого основания», выбираем плиту и, далее, учитываемую комбинацию загружений

🐒 Выбор загружения		
Укажите номер загружения или комбинации, реакции от которого будут использоваться.		
C1 - "0.909091%1+0.769231%2+0.291667%3+0.769231%4+0.769231% -	🕵 Выбор площадки	
ОК Х Отмена Продолжить без учета реакций	Файл	
	+ Добавить	🗙 Удалить
	Продолжить без площадки	Продолжить с выбранной площадкой
		🗙 Отмена
		59

Окно программы «Кросс» с внешним видом плиты с приложенными к ней нагрузками, полученными из SCAD/

![](_page_59_Figure_2.jpeg)

Далее создаем скважины, а потом и данные по грунтам. Скважины размещаем в соответствии с данными инженерногеологических исследований площадки строительства

Кнопка создать скважину

![](_page_59_Figure_5.jpeg)

Заполним данные по каждой скважине вводим параметры грунтов

![](_page_60_Picture_2.jpeg)

Далее задаем нажимаем на кнопку "

	æ
_	

Нагрузка			ntanta 🗾
Нагрузка	0	T/m <sup>2</sup>	🖌 ОК
Отметка подошвы	150	м	🗙 Отмена

Выполняем расчет, нажимая на кнопку со знаком кругового интеграла:

![](_page_61_Picture_5.jpeg)

	295 925	T 4.3	
Максимальное значение козффициента постели	2345 583	T/M	
Паксилальное значение козффициента постели	464 034	T/M	r coynerarel pacacia
Среднек вадратичное отклонение к саффициента постеди	0.017	T/M	
Браднона дарани кое ополононию кое ффиционта постоли. Максимальная осалка	3.842	CM	
Средняя осадка	2.391	CM	
	0.026	град	
Суммарная нагрузка	26708.420	T	
Эбъем извлеченного грчнта	3569.197	M <sup>3</sup>	
Градации 10 <b>т</b>	<u>C</u> <sub>2</sub>	ļ	данные для SCAD
T/m³         T/m³           1         295.925         500.891           2         500.891         705.857			Е Кросс (64-6 ■ Файл Ред
3         705.857         910.822           4         910.822         1115.788           5         1115.788         1320.754			
6 1320.754 1525.72			Соуран
7 1525.72 1730.686			
8 1730.686 1935.651	-1	www.www.	
9 1935.651 2140.617 🚽 🦑 Справка	🖌 🖌 При	именить	А из просс файла удалить саму
		-	
			плиту и сохранить фаил с
			ЛАННЫМИ ГОУНТОВ И СКВАЖИН

После возврата в SCAD коэффициенты постели могут быть назначены каждому элементу, либо определенное количество коэффициентов постели (выбираем данную опцию при 10 коэффициентах постели)

	азначение ин	дивидуального з	значения в каждом элеме	енте
H	азначение за	аданного количес	тва коэффициентов	$\leftarrow$
]	азначить С,	"=µС₁ (согласно г	n. 6.1.3 CTI 26.13330)	
				Оредние значения
олі	ичество коэф	фициентов	10 💌	🔘 Минимальные значения
	Значения коз	ффициентов	Вычислить	🕐 Максимальные значения
	Начало	Значение		<b>A</b>
	T/m <sup>3</sup>			
		391.019		
1	296.211	301.010		
1 2	296.211 465.826	550.633		
1 2 3	296.211 465.826 635.441	550.633 720.248		
1 2 3 4	296.211 465.826 635.441 805.056	550.633 720.248 889.864		

Можно увидеть изображение найденных коэффициентов постели

![](_page_62_Figure_4.jpeg)

## Литература

- Карпиловский В.С., Крискунов Э.З., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А., Трофимчук А.Н. SCAD для пользователя. – Киев.: ВВП «Компас», 2000. – 332 с.
- Семенов А.,А., Габитов А.И. Проектно-вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Часть 1. Статический расчет : Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2005. 152 с.
- 3. Шапошников Н.Н., Кристалинский Р.Е., Дарков А.В. Строительная механика. М.2012. 703 с. Доступ из ЭБС «Лань».
- 4. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Электронный ресурс]/ Перельмутер А.В., Сливкер В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2009.— 456 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/7880.— ЭБС «IPRbooks».
- SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD.:[учеб.пособие по направлению 653500 «Стр-во» /В.С. Карпиловский и др.] М.: Изд-во Ассоц. Строит. Вузов, 2008