



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ

# в Project Studio<sup>CS</sup> Фундаменты 4

### Введение

Project Studio<sup>CS</sup> Фундаменты входит в разработанную российской компанией Consistent Software архитектурно-строительную линейку проектирования, которая также включает модули Project Studio<sup>CS</sup> Архитектура, Project Studio<sup>CS</sup> Конструкции и Project Studio<sup>CS</sup> Электрика.

"Фундаменты" работают в стандартной среде Project Studio<sup>CS</sup> (на базе AutoCAD 2002/2004/2005/2006), располагающей множеством полезных функций, которые отслеживают масштабы, автоматически настраивают форматы, размерные и текстовые стили. Пользователь обеспечен удобным набором сервисных функций для образмеривания, оформления чертежа, обслуживания слоев, а также создания, маркировки и образмеривания строительных осей и т.д.

Основным отличием от предыдущей версии, которое превратило модуль "Фундаменты" из чертежного приложения AutoCAD в мощный расчетно-чертежно-проектирующий комплекс, стало появление в его составе пакета команд для расчета, проектирования и вычерчивания столбчатых фундаментов на естественном и свайном основании под одиночные или сдвоенные колонны зданий и сооружений (включая проектирование соответствующих армированных изделий).

Получили развитие команды проектирования и вычерчивания многорядных свайных линейных и круго-

вых ростверков, усовершенствованы инструменты проектирования сборных ленточных фундаментов на естественном основании и разверток стен из фундаментных блоков различных типов.

Отличительной особенностью современного модуля "Фундаменты", которой не обладает ни один аналогичный пакет, является полная интеграция его расчетных и проектирующих компонентов в среду AutoCAD: процесс подготовки данных, расчета, проектирования и вычерчивания происходит в единых временных рамках, без обращения к программам, не являющимся приложениями к AutoCAD, и без операций импорта DXF-файлов, созданных в других программах.

Расчетные модули "Фундаментов" активно используют информацию графической среды при получении данных, извлекаемых из объектов-аналогов, координат мест расположения, ориентации, привязок и т.д.

Подготовка данных к расчету производится в едином диалоговом боксе — с одновременным контролем формальных ошибок пользователя. Результаты расчета и проектирования мгновенно отображаются на чертеже.

Ключевой концепцией "Фундаментов" стала разумная минимизация исходных данных при максимальных объемах получаемых результатов. Акцент сделан на использовании гибких

диалоговых режимов, при которых постоянно генерируются подсказки, сообщения о состоянии программы. В ответ на неудачную попытку проектирования программа выдает подробную информацию о причинах неудачи, некорректные действия пользователя блокируются. На любом этапе расчета или проектирования существует возможность вернуться к предыдущим этапам.

Пакет располагает удобным сервисным аппаратом, позволяющим легко добиваться желаемых результатов при расстановке свай в многорядных ростверках, раскладке стеновых блоков в развертках стен подвалов, раскладке плит ленточных фундаментов сплошной или прерывистой раскладки или при размещении фундаментных балок на схеме расположения.

Маркировка всех элементов, размещаемых на схеме расположения столбчатых фундаментов, стеновых блоков, фундаментных плит, рандбалок и т.д., выполняется автоматически с созданием необходимых спецификаций и подсчетом объема бетона монолитных заделок.

Программа нумерует сваи в одном из трех возможных режимов, автоматически выполняет визуальную индикацию свай различных марок, генерирует спецификацию и таблицу отметок.

Пакет "Фундаменты" разделен на две части: фундаменты на естественном и свайном основании.

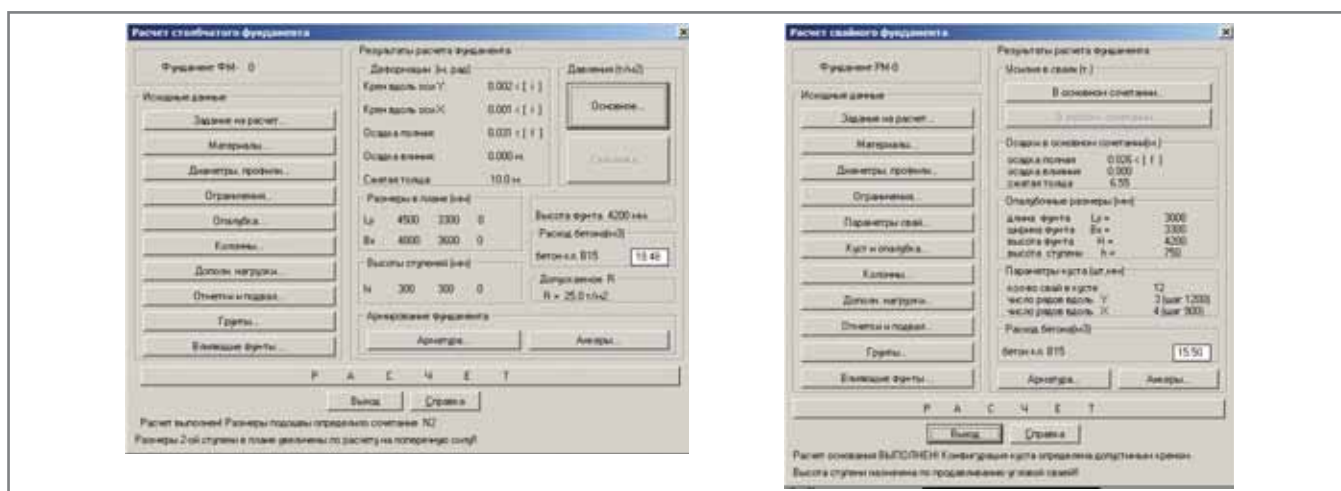


Рис. 1. Головной бокс "Фундаменты"

Для фундаментов на естественном основании:

- рассчитываются и проектируются столбчатые фундаменты;
- рассчитываются и проектируются ленточные фундаменты;
- проектируются развертки стен подвалов из стеновых блоков различных типов:
  - с автоматическим переносом элементов с плана на боковую проекцию развертки,
  - с автоматической маркировкой блоков, созданием спецификации и подсчетом объема бетона монолитных заделок;
- выполняется раскладка рандбалок на схеме расположения.

Для фундаментов на свайном основании:

- рассчитываются и проектируются столбчатые фундаменты;
- проектируются однорядные и многорядные линейные ленточные свайные ростверки;
- проектируются однорядные и многорядные круговые и дуговые ленточные свайные ростверки;
- проектируются прямоугольные и круглые свайные поля при различных способах расстановки свай;
- проектируются одиночные забивные и буронабивные сваи;
- выполняются автоматическая нумерация и визуальная индикация свай;
- формируются таблицы отметок и спецификация свай;
- выполняется раскладка рандбалок на схеме расположения.

### Набор команд для расчета и проектирования столбчатых фундаментов на естественном и свайном основаниях

Наиболее мощным компонентом пакета "Фундаменты" является набор команд для расчета фундаментов на естественном и свайном основаниях под колонны зданий и сооружений, а также для проектирования и конструирования соответствующих арматурных изделий, подготовки полного комплекта чертежных документов.

В состав набора входят четыре команды: *Расчет фундамента*, *Маркировка фундаментов*, *Конструирование фундамента*, *Специфицирование фундаментов*.

#### Команда *Расчет фундамента*

Команда позволяет подобрать оптимальные опалубочные габариты фундамента под одиночную или сдвоенные железобетонные<sup>1</sup> или металлические колонны произвольного положения и ориентации в плане — в режиме прямой или обратной задачи.

Осадка определяется с учетом множества влияющих фундаментов при использовании различных моделей грунтового основания (упругое полупространство или упругий слой конечной мощности).

Особенности программы позволяют определять требуемое количество арматуры в фундаменте как в бесконечно жестком бруссе, лежащем на упругом основании, из расчета его на выгиб реактивным давлением грунта в сечении между далеко разнесенными колоннами — как, например, в фундаменте под опору транспортер-

ной галереи при расстоянии между ветвями, равном 6 метрам.

Программа выполняет конструктивный расчет "тела" фундамента с определением продольного и поперечного армирования, диаметра анкерных болтов и номера профиля упоров для баз металлических колонн.

Подготовка исходных данных производится в головном боксе (рис. 1): левая его часть содержит клавиши вызова соответствующих разделов данных, а в правой выводится информация о результатах расчета. При формировании данных широко используются принципы "по умолчанию" и "по аналогу".

Данные о материалах формируются в диалоговом боксе "Материалы". Пользователю предлагаются на выбор марки бетона, классы рабочей и монтажной арматуры, анкерных болтов, собранные в выпадающих списках.

Для управления результатами расчета существует продуманный аппарат ограничений, позволяющий накладывать ограничения на развитие подошвы, задавать желаемое соотношение ее сторон, а также смещение подошвы, указывать граничные величины расчетного давления, осадки и крена.

В диалоговом боксе "Колонны" (рис. 2) можно выбрать тип колонны, задать или указать на чертеже ее положение и ориентацию, параметры колонны и расчетные сочетания нагрузок. Предусмотрен и случай полного отсутствия колонн на фундаменте.

Для металлической колонны также выбираются тип анкерной груп-

<sup>1</sup>Возможно отсутствие колонны.

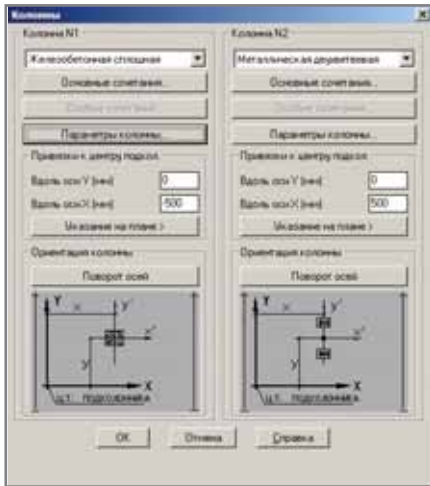


Рис. 2. Бокс "Колонны"



Рис. 3. Бокс "Металлическая колонна"

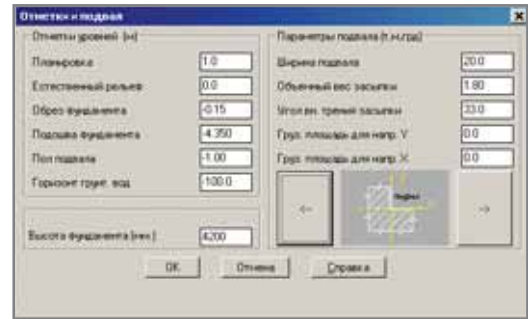


Рис. 4. Бокс "Отметки и подвал"

пы, габариты плиты базы и расстояния анкеров (рис. 3).

При наличии подвала (в любых четвертях) программа выполняет сбор вертикальных и горизонтальных нагрузок от вертикального и бокового давления обводненного грунта с учетом полезной нагрузки на поверхности (рис. 4). Возможна блокировка автоматического сбора горизонтальных нагрузок или регулировка их величин.

Параметры грунтовых напластований (не более десяти) задаются в боксе "Грунты" (рис. 5) и могут заимствоваться при указании на фундамент-аналог. Любой из слоев замораживается без обнуления характеристик при задании его мощности, равной нулю.

Данные о фундаментах, влияющих на осадку рассчитываемого, задаются в боксе "Влияющие фундаменты", причем для их формирования доста-

точно указать на маркер фундамента, расположенного рядом, и задать число однотипных. В результатах расчета дифференцированы собственная осадка фундамента и осадка влияния.

Расчет основания выполняется с учетом проверки кровель подстилающих слоев, учитывается и дополнительное давление влияющих фундаментов.

Когда расчет успешно завершен, на схеме расположения вычерчиваются опалубочные габариты подошвы и — по заказу пользователя — подколонтник, анкерные болты и упоры. Итоговая информация отображается в области результатов (с формированием сообщения о характеристике критерия, определившего развитие подошвы и высот ступеней).

При неудачной попытке запроектировать фундамент программа выдает сообщение о причине неудачи.

В обоих случаях формируется подготовленный для печати файл с исчерпывающим набором выходной информации, включающей сведения о компонентах расчетных сочетаний, формах эпюр давлений под подошвой — с отображением форм неполного касания при отрыве от расчетных и нормативных нагрузок.

#### Команда Маркировка фундаментов

Команда *Маркировка фундаментов* предназначена для маркировки в полуавтоматическом режиме однотипных фундаментов или их групп. Программа автоматически распознаёт одинаковые фундаменты, но позволяет пользователю начинать маркировку с произвольного номера, принудительно присваивать номера марок отдельным фундаментам, произвольно размещать или удалять на чертеже фундаменты, появившиеся в перерыве процесса маркировки.

Эти особенности позволяют пользователю полностью переложить на программу контроль над маркировкой, диктуя лишь ее последовательность.

Программа единожды запрашивает начальный номер маркировочной последовательности и многократно — положение места маркировочной выносной линии.

#### Команда Конструирование фундамента

Возможности команды наглядно представлены на панели диалогового бокса "Конструирование фундамента" (рис. 6).

Шаг за шагом, используя функции команды в диалоговом режиме, пользователь формирует полный комплект чертежной документации и самостоятельно располагает на экране его компоненты.

Программа вычерчивает проекции опалубочного чертежа задан-

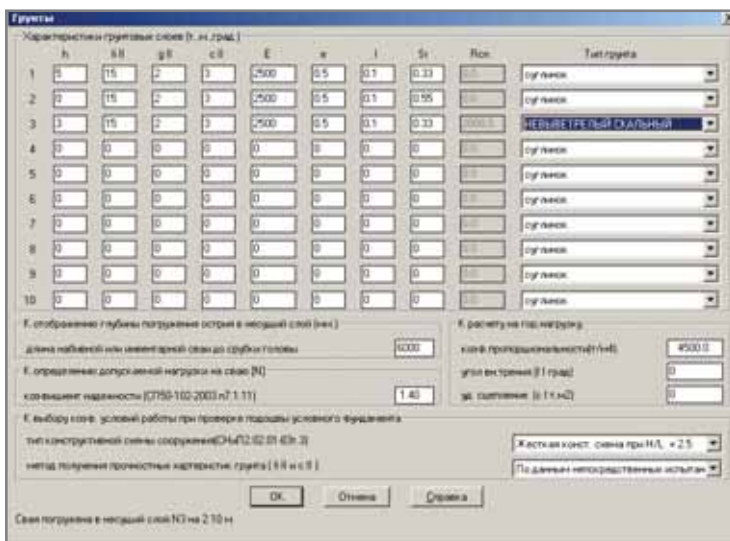


Рис. 5. Бокс "Грунты"

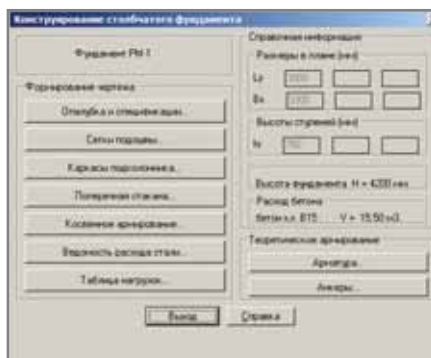


Рис. 6. Бокс "Конструирование фундамента"

ной ориентации со схемой расположения арматурных каркасов. Диаметры стержней, их привязки и расположение в "теле" фундамента в точности соответствуют реальной ситуации.

Пользователь может выбрать масштаб опалубочного чертежа, его ориентацию, изменить диаметры арматурных стержней и заказать тип армирования подошвы (сетки в один или два слоя).

Все необходимые спецификации к рабочему чертежу формируются параллельно с созданием графических фрагментов.

Заказ на вычерчивание арматурных изделий и анкерных болтов предусматривает выбор масштаба и допускает возможность изменения диаметров в большую сторону.

Возможно создание как общей ведомости расхода стали на арматурные изделия, детали, анкерные болты и закладные упоры, так и локальных ведомостей на отдельные типы арматурных изделий — например, только на вертикальные каркасы подколоники.

При разработке модуля "Фундаменты" использованы положения серии 1.412.1-6 "Фундаменты монолитные железобетонные на естественном основании" (1988 г.).

Представление о комплектности выходной чертежной документации дает фрагмент рабочих чертежей фундамента на естественном основании с железобетонной и металлической колоннами, показанный на рис. 7.

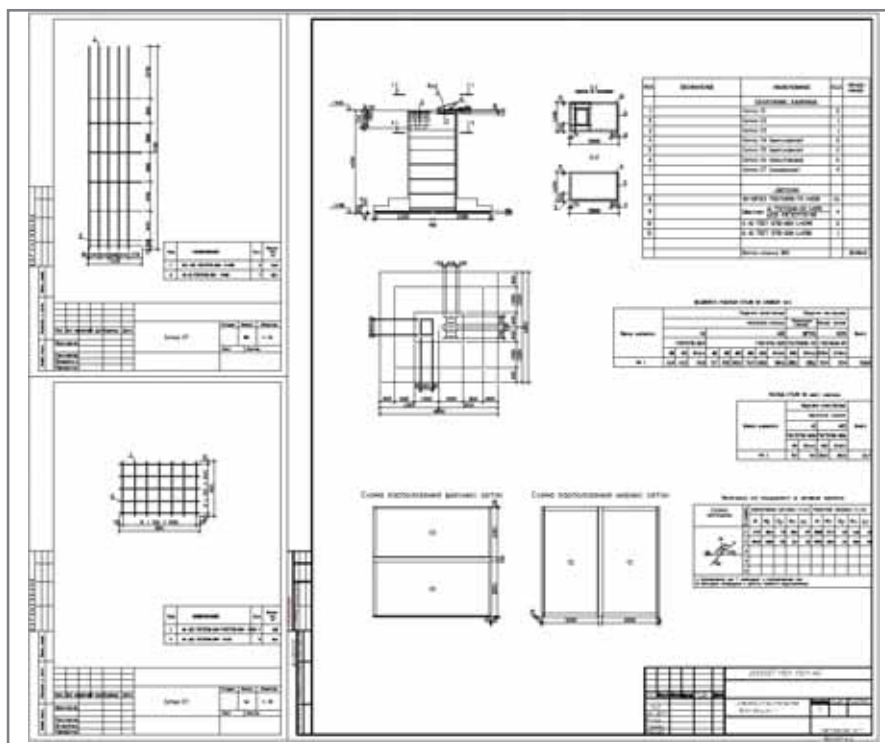


Рис. 7. План и чертежи фундамента с данными по умолчанию

### Набор команд для расчета и проектирования ленточных фундаментов на естественном основании

Одновременно с расчетом основания по деформациям программа отрисовывает контуры лент, раскладывает фундаментные плиты

сплошной или прерывистой раскладки, осуществляет перестановку плит, выполняет сбор объема монолитного бетона на заделки и их обмеривание, маркирует фундаментные плиты и создает спецификацию с записью о расходе бетона на заделки. По заказу поль-

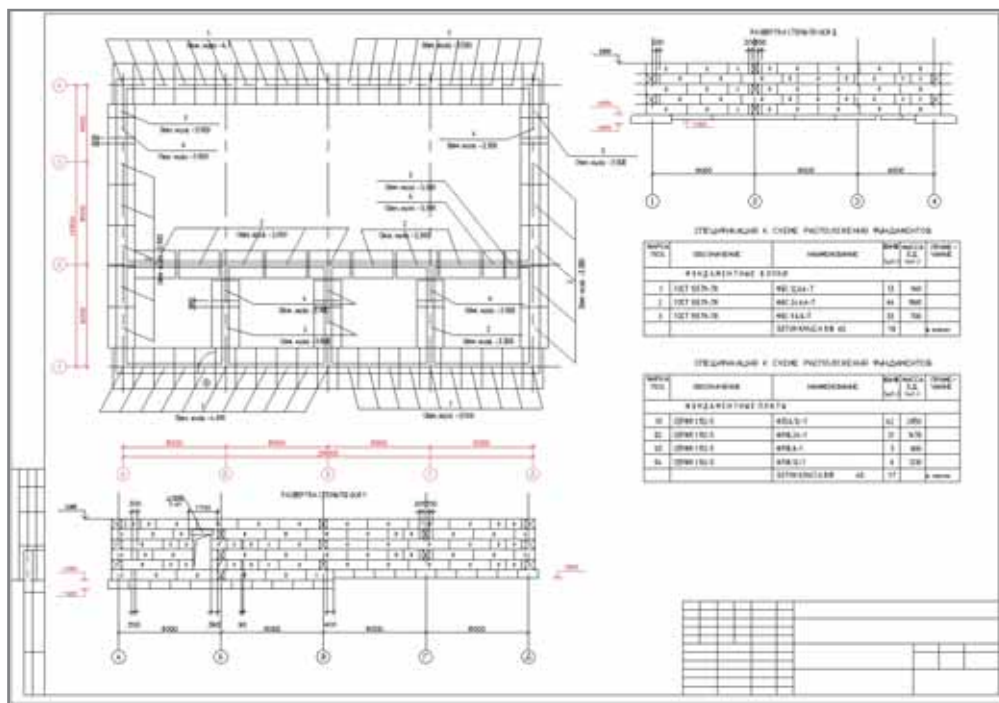


Рис. 8. План схемы расположения ленточных фундаментов

зователя формируется файл твердой копии.

Структура головного унитарного диалогового бокса напоминает структуру бокса команды *Расчет столбчатого фундамента*. Аналогичным же образом выстроен аппарат контроля формальных ошибок и генерации сообщений.

Пример результатов работы представлен на рис. 8.

### Набор команд для расчета и проектирования ленточных фундаментов на свайном основании

Программа трассирует однорядные и многорядные свайные ленты линейной, дуговой или круговой конфигурации, расставляет, нумерует и маркирует сваи, автоматически выполняет их визуальную индикацию, отрисовывает контуры ростверка, размещает на чертеже спецификацию и таблицу отметок.

При расстановке свай в рядах сервисный аппарат предоставляет пользователю следующие возможности:

- использование рядового или шахматного способа расстановки свай;
- размещение свай через заданное расстояние или через равные промежутки при заданном их числе;
- широкие возможности манипулирования "остатком";
- выбор типа начала ряда при шахматном способе расстановки (первый ряд полный/неполный);
- образмеривание ряда.

Редактирование чертежей требует лишь перенумерации, при которой автоматически редактируется прежняя нумерация свай.

Результаты работы этого набора команд отображены на рис. 9.

### Набор команд для расчета и проектирования разверток стен подвалов из фундаментных блоков

Этот набор команд предназначен для проектирования и вычерчивания разверток стен из фундаментных блоков типа ФПБ и ФБС.

Программа формирует заготовку развертки, выполняя перенос с плана строительных осей, а

затем в диалоговом режиме последовательно осуществляет:

- перенос с плана на боковую проекцию стены поперечных стен, оконных, дверных и прочих проемов (возможна отрисовка по произвольным габаритам и привязкам);
- полуавтоматическую расстановку стеновых блоков в обозначаемых границах;
- перестановку и удаление стеновых блоков;
- перестановку и удаление монолитных заделок;
- маркировку стеновых блоков и создание спецификации с записью о расходе монолитного бетона заделок на всей схеме расположения.

Внесение изменений в чертеж требует лишь новой маркировки, которой сопутствует автоматическое создание спецификации, отражающей эти изменения. Предыдущая маркировка автоматически корректируется, а старая спецификация удаляется.

В процессе проектирования программа способна переносить изображения фундаментных плит с плана на проекцию стены на развертке с одновременным формированием отметок их низа.

Другие возможности Project Studio<sup>CS</sup> Фундаменты вписаны в об-

щую концепцию пакета: они представляют собой полезные и удобные инструменты проектирования элементов нулевого цикла.

В завершение — несколько слов о перспективах. Если очень коротко, то сводятся они к следующему:

- разработка модуля расчета одиночной сваи на горизонтальную нагрузку;
- разработка модуля определения несущей способности одиночной сваи на вертикальную нагрузку (что не исключает возможности уже сейчас определять эту несущую способность при использовании модуля расчета столбчатого фундамента на свайном основании);
- разработка модуля расчета, проектирования и вычерчивания линейных свайных ростверков с возможностью проектирования арматурных изделий к ним;
- разработка собственных объектов среды Project Studio<sup>CS</sup> применительно к элементам арматурных изделий (сеток, каркасов и отдельных стержней).

Разработчики будут признательны пользователям за замечания и пожелания, касающиеся развития программы Project Studio<sup>CS</sup> Фундаменты.

*Дмитрий Эсипов*

*E-mail: eds@list.ru*

*apio@arko.ru*

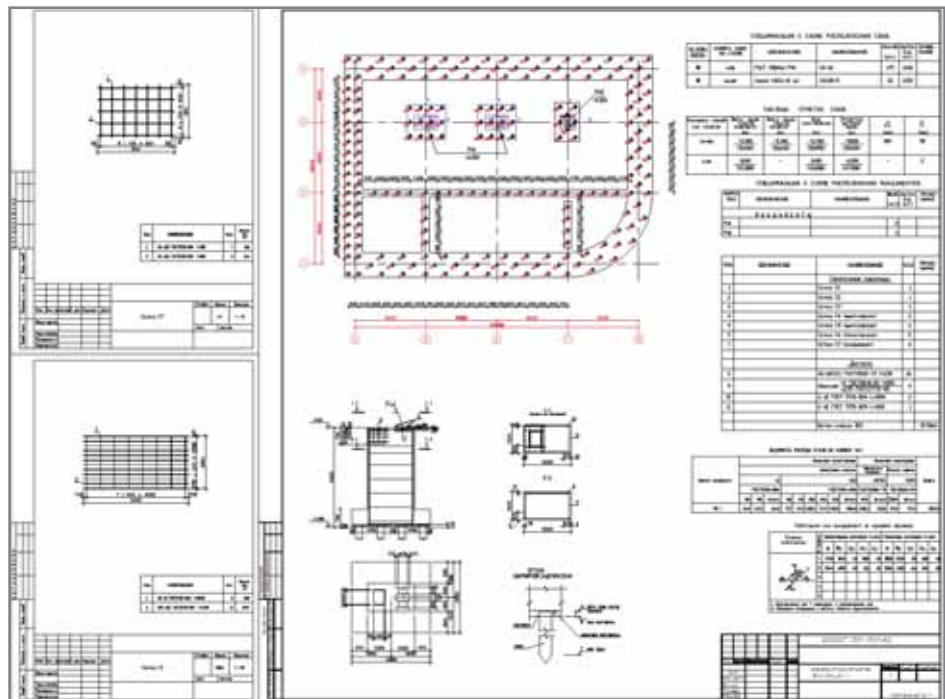


Рис. 9. План схемы расположения свайных фундаментов