

# Автоматизация комплексного проектирования ЛЭП



## GeoniCS, Model Studio CS ЛЭП, Фундамент

Давно и хорошо известно, с какими трудностями связаны передача и согласование проектных данных между отделами, каждый из которых работает со своим специализированным САПР. Процесс усложняется еще больше, если САПР выпущен разными производителями и поставлены разные поставщики: приходится решать проблемы импорта/экспорта данных из одного приложения в другое, формировать исходные данные для смежного отдела... Все это касается и проектирования ЛЭП.

Специалистами компании ЗАО "Си-Софт" разработано комплексное решение для сквозного проектирования воздушных линий электропередач (ВЛЭП) всех классов напряжения (0,4-750 кВ) на базе сертифицированных программных

комплексов GeoniCS, Model Studio CS ЛЭП и программы Фундамент (рис. 1-3).

GeoniCS представляет собой программный продукт, работающий на платформе AutoCAD/AutoCAD Civil 3D. Он позволяет автоматизировать проектно-исследовательские работы, а его основными пользователями являются специалисты отделов изысканий и генплана.

Model Studio CS ЛЭП — единый программный комплекс, обеспечивающий расчет и выпуск комплекта документов при проектировании воздушных линий электропередач всех классов напряжений (0,4-750 кВ) и применяющийся на стадиях строительства, реконструкции и ремонта.

Фундамент — специализированное программное обеспечение для специалистов строительного отдела. С его помощью рассчитываются фундаменты лю-

бых конструкций, в том числе и опор ЛЭП.

Рассмотрим на примере реального проекта, как при сквозном проектировании ЛЭП эти программные продукты взаимодействуют друг с другом.

## Отдел изысканий

По результатам полевых изысканий проводится камеральная обработка данных. На этом этапе были выполнены все измерения, получены координаты точек и ведомости оценки измерений, благодаря чему исправлены грубые ошибки полевых измерений. Для обработки измерений применялся расчетный модуль **GeoniCS Изыскания (RGS, RGS\_PL)**, входящий в состав технологической цепочки GeoniCS (рис. 4).

В модуле **GeoniCS Топоплан** по полученным координатам точек и примити-



Рис. 1. Сертификат Model Studio CS ЛЭП



Рис. 2. Сертификат программы Фундамент



Рис. 3. Сертификат программного комплекса GeoniCS

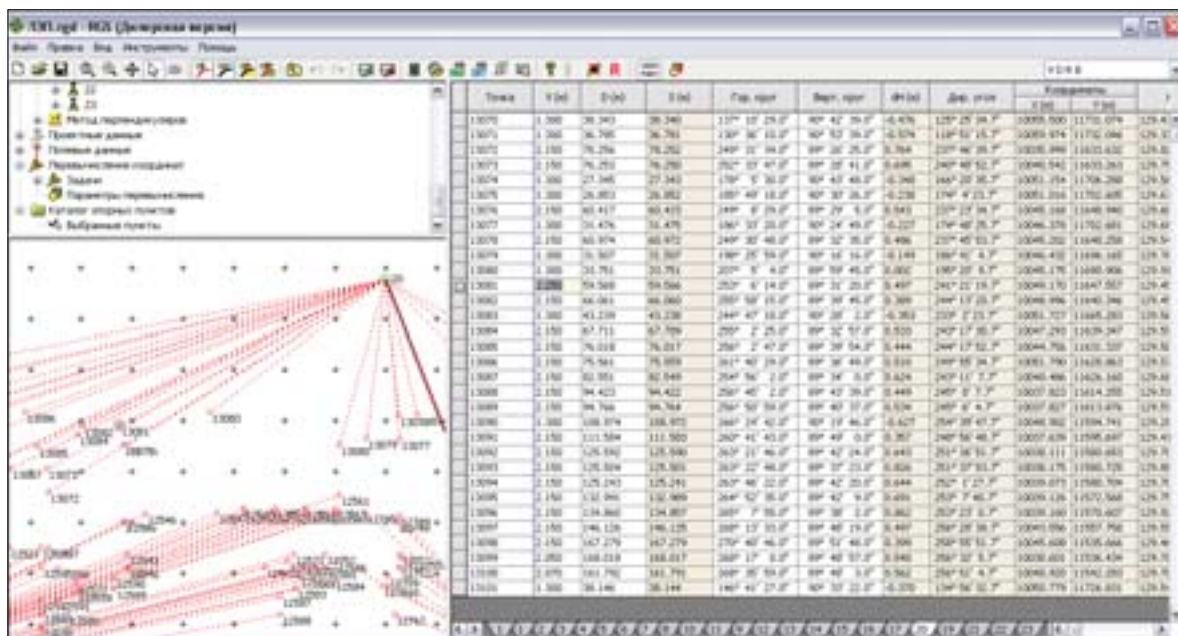


Рис. 4. Камеральная обработка данных полевых изысканий

вам на чертеж были нанесены точечные, линейные и площадные условные знаки, выделены характерные элементы рельефа местности, отрисованы топопланшеты. Использование семантической информации (описаний к съемочным точкам) и кодирования позволило автоматизировать отрисовку топонимов в чертеже (рис. 5-6).

Параллельно с отрисовкой топопланшета создана цифровая модель, на базе которой проектировщики будут расставлять опоры ЛЭП.

При анализе цифровой модели был определен характер поверхности рельефа, продуманы дополнительные меры по защите будущего объекта от воздействия окружающей среды, а также рассмотрены возможные варианты прохождения трассы, что очень важно при проектировании воздушных линий электропередачи (рис. 7). При пересечении проектируемой высоковольтной линии с другими линейными сооружениями использовались возможности GeoniCS, связанные с определением отметок в точках пересечений.

Проект, реализованный в GeoniCS, позволяет создать множество вариантов прохождения трассы. Оптимальное положение трассы в плане было подобрано средствами модуля **GeoniCS Трассы**. Еще один важный момент: при наличии параллельной трассы, чтобы не разбивать новый пикетаж при выносе, можно запроектировать новую линию в заданном пикетаже.

Согласно требований к оформлению был сформирован необходимый вид полученного профиля по рельефу, для чего использовались стили, позволяющие изменять цвета, типы линий, веса и т.д., а

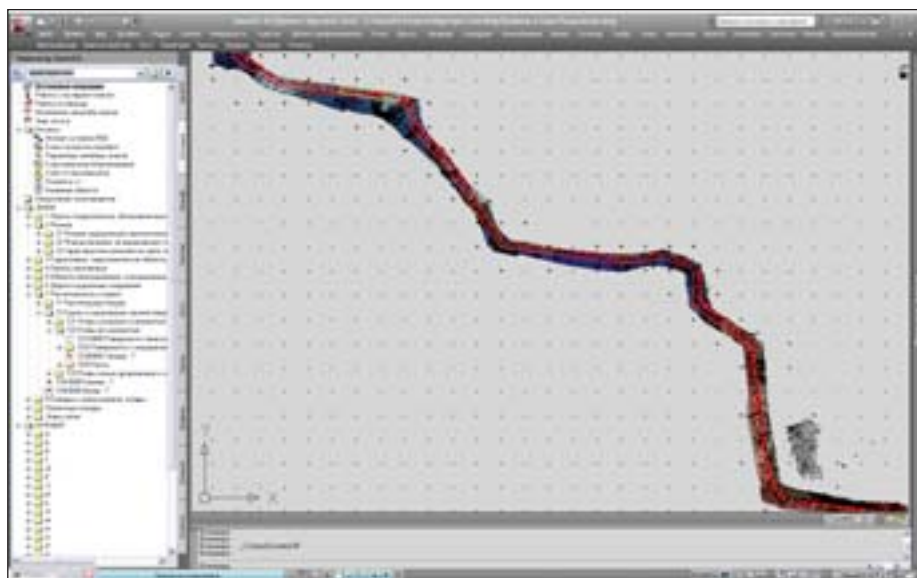


Рис. 5. Топопланшет трассы ВЛ

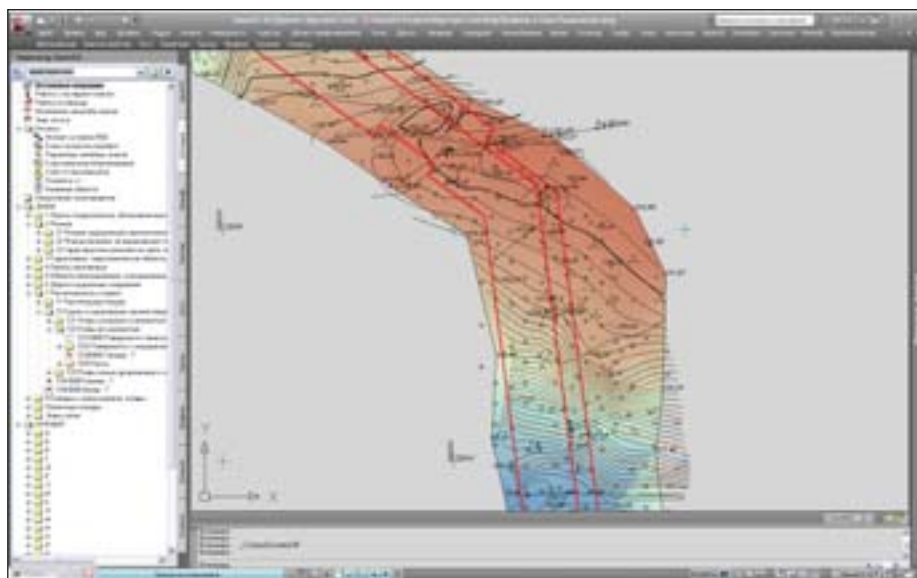


Рис. 6. Автоматическая отрисовка топонимов на плане трассы ВЛ



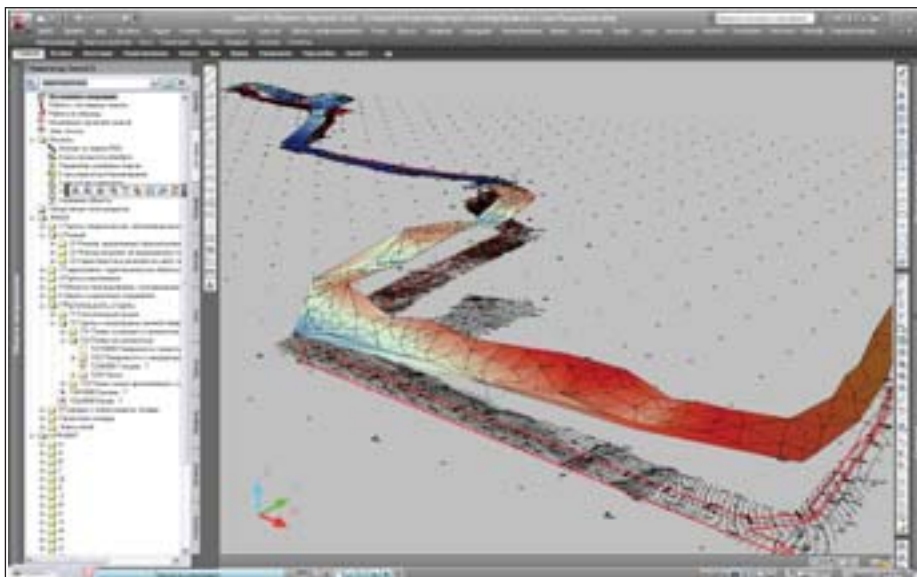


Рис. 7. Трехмерная информационная модель трассы ВЛ

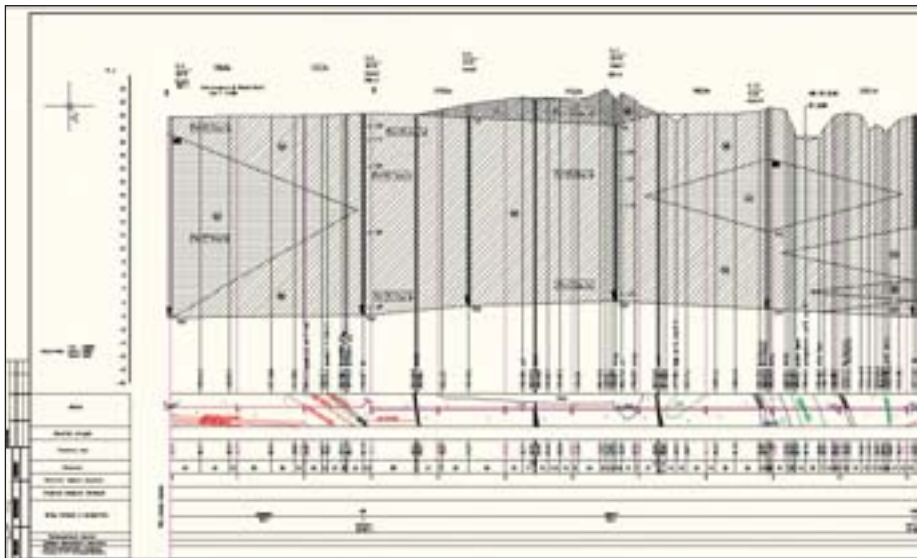


Рис. 8. Продольный разрез профиля по трассе ВЛ с данными по геологии

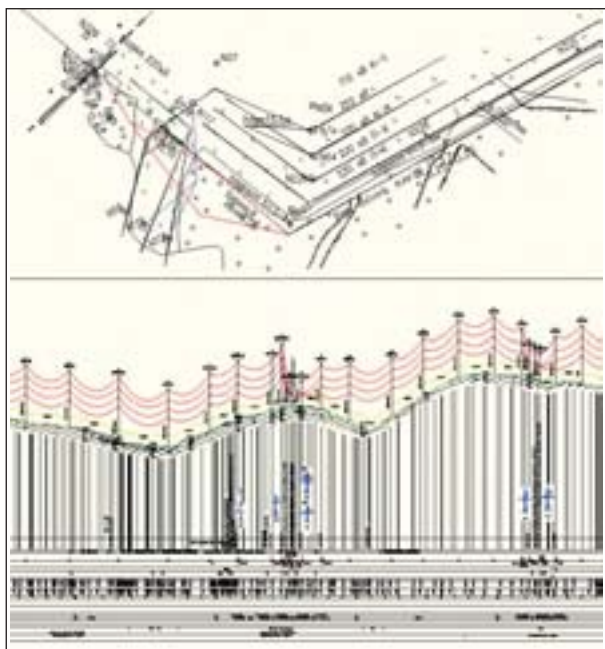


Рис. 9. Профиль и план – два представления одной трассы на 220 кВ

также подписи, которые отображают информацию о пикетаже, отметках, уклонах, пересечениях, рабочих отметках...

Работа с трассами, профилями и другими объектами — *геонами*, в отличие от примитивов AutoCAD, дает более широкие возможности настройки отображения и автоматизации инженерных задач. При взаимодействии друг с другом такие объекты позволяют получать различные динамические подписи, таблицы, новые объекты и многое другое.

К трассам и профилям были применены ограничения по геометрии в плане, при выходе за которые на объектах отображались соответствующие уведомления.

По сути в GeoniCS имеются инструменты, позволяющие сформировать очень сложные подпрофильные таблицы, которые можно сохранить в шаблон. При формировании подпрофильной таблицы ("подвала") использовалась возможность сформировать "полоски" ситуации (плана), где блоки, тополинии и контуры способны разворачиваться относительно трассы.

На полученный профиль поверхности были выгружены данные геологии из программы **GeoniCS Инженерная геология** (GeoDirect) (рис. 8).

Упомянутые модули позволили многократно сократить время создания и оформления необходимой документации, а также подготовки технического задания для отдела ЛЭП.

## Отдел ЛЭП

Полученные от отдела изысканий план и профиль с легкостью воспринимаются программным обеспечением **Model Studio CS ЛЭП** — единственным, которое поддерживает в одной модели работу с планом и профилем трассы.

Приступать к работе можно с плана трассы ВЛ — это особенно актуально для сетей напряжением 0,4 кВ. Впрочем, такая возможность востребована и при проектировании других сетей, до 750 кВ включительно.

Инструменты Model Studio CS позволяют разместить анкерные опоры на плане, а также сколоть с него (указать графически) места установки анкерных опор. В результате размещения "сколки" опоры, обозначенные на плане, автоматически переносятся на профиль. На профиле производится расстановка промежуточных опор с учетом габарита ВЛ до земли и объектов, пересекающих трассу ЛЭП. Расставленные на профиле опоры размещаются на плане. Таким образом, проектировщик получает уникальную возможность работать и с планом, и с профилем (рис. 9).

[illegible]

№ варианта	Матрица данных											Результаты расчета			
	по критерию эффективности				по критерию общего интегрального							Экспертный прогноз			
	Наименование	Единица	Значение в оценке эксперта	Плюсы качества	Минусы качества	Другие характеристики качества эксперта					Плюсы эксперта	Минусы эксперта	Индекс, С. =	Индекс, С. =	
						в % от нормы	доп.	минимум качества (%)	максимум качества (%)	в % от нормы					доп.
1	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	Исправ.		45,00	А1 - 95/29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	ИТ-21 с/б	Диагностика ПЭИ	44,00												



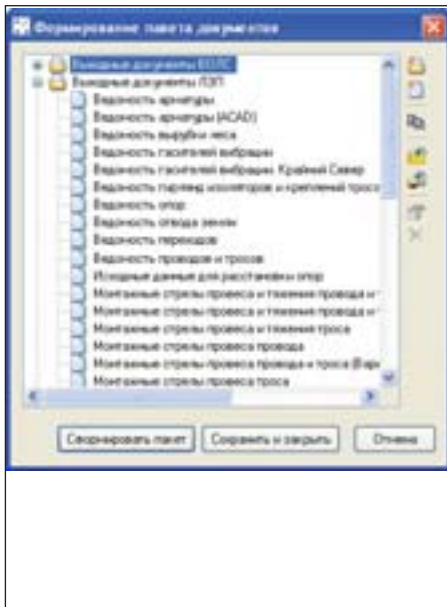


Рис. 13. Пакетный вывод документов

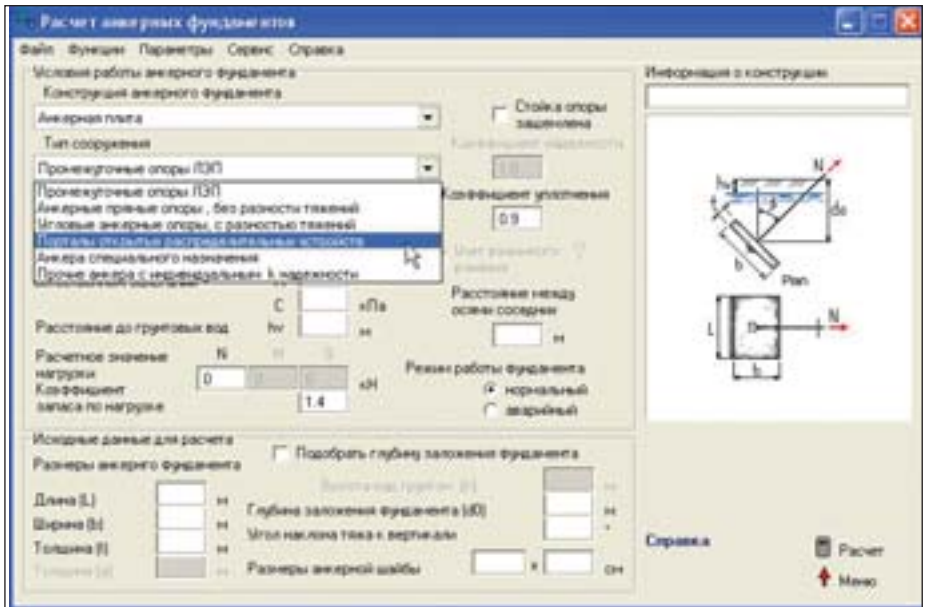


Рис. 14. Расчет анкерных фундаментов

вод как отдельных документов, так и целого пакета (рис. 13).

Очень важно и то, что выходная документация может быть настроена под требования смежного проектного отдела, которым в нашем случае является строительный отдел. По итогам работы программы было сформировано техническое задание для расчета и выбора фундаментов под опоры ВЛ.

## Строительный отдел

Информацию по расчету нагрузок на фундаменты опор ЛЭП принимает разработанное ООО ПСП "Стройэкспертиза" программное обеспечение **Фундамент**.

Специалисту строительного отдела достаточно подгрузить в программу данные по нагрузкам на фундамент, которые рассчитаны в Model Studio CS ЛЭП для каждого типа опор – анкерных, анкерно-угловых, промежуточных и т.д. Далее нажимается только одна кнопка, и программа выполняет подробный расчет – на его основе делаются выводы о возможности применения выбранного типа фундамента для данной климатической зоны и данного типа опоры.

В программе Фундамент 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 вечномёрзлых грунтах",

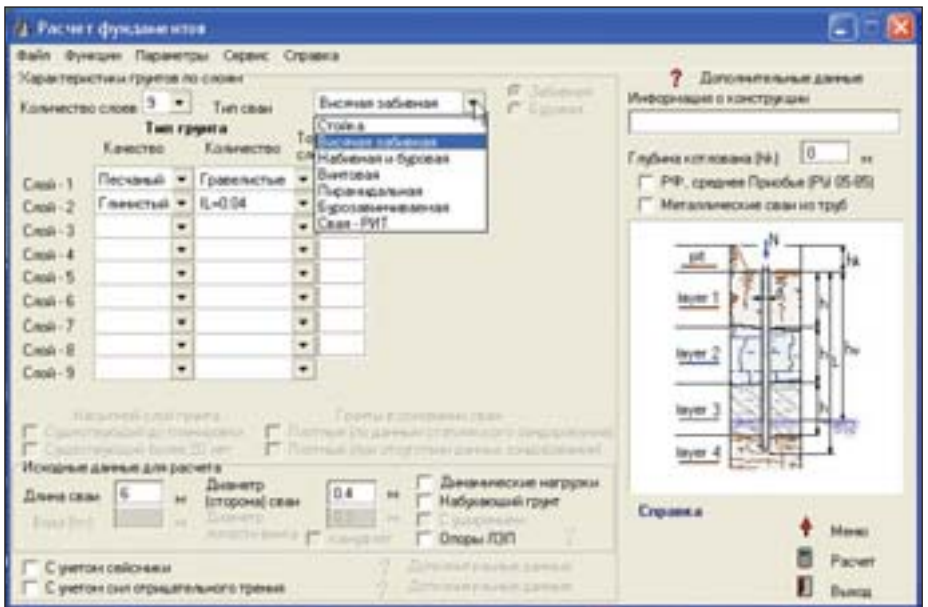


Рис. 15. Расчет свайных фундаментов

в том числе теплотехнические. Кроме того, осуществляется ряд востребованных расчетов, не входящих в СНиП (рис. 14-15).

## Заключение

Решения компании CSoft Development и ее партнеров, выстроенные специалистами ЗАО "СиСофт" в гармоничную технологическую линейку, позволяют комплексно автоматизировать сложную задачу проектирования ЛЭП: от изысканий до выпуска всей необходимой проектной документации.

В этой статье мы рассмотрели лишь инженерные инструменты, обеспечивающие выпуск проекта, но было бы несправедливо не упомянуть, что комплексные решения CSoft Development охватывают и документооборот: все про-

дукты могут интегрироваться в систему TDMS.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что комплексные решения на базе Model Studio CS ЛЭП позволяют существенно уменьшить число ошибок, возникающих при передаче информации из модуля в модуль, из программы в программу. Так обеспечивается по-настоящему высокое качество всего проекта.

Степан Воробьев,  
Юрий Курило  
CSoft

**Тел.: (495) 913-2222**  
**E-mail: vorobev@csoft.ru,**  
**kurilo@csoft.ru**