

Программные средства для расчета ограждений глубоких котлованов

А.Г. Малинин, П.А. Малинин, С.А. Чернопазов, Воробьев А.В, Гладков И.Л.
ЗАО «ИнжПроектСтрой»

Выход компании «ИнжПроектСтрой» на рынок программного обеспечения вызван острой нехваткой доступных и понятных расчетных программ в одной из самых сложных областей инженерной деятельности – подземном строительстве. Именно по этому компания выпустила сразу комплекс программ, с одной стороны независимых, с другой - удачно дополняющих друг друга.

Ниже приводится описание программ для расчета общей устойчивости склонов откосов и бортов котлованов GeoStab, программы расчета ограждения котлованов GeoWall, и расчета анкерного крепления котлованов GeoAnchor.

В настоящее время существует множество методик, позволяющих решать задачи устойчивости откосов и расчета ограждений котлованов. Между тем все существующие методы основаны на «ручных» вычислениях, требующих значительного времени и определенной подготовленности специалистов.

Другой подход основан на применении универсальных «тяжелых» расчетных комплексов, например, таких как PLAXIS или ANSYS, которые основаны на конечно-элементных моделях и обладают большими вычислительными возможностями, но также требуют значительного времени для подготовки исходных данных и еще большей подготовленности специалистов-расчетчиков.

К сожалению оба подхода вряд ли могут быть применены при необходимости оперативного анализа эффективности той или иной технологии крепления котлованов, а также в скоротечных условиях проведения многочисленных тендеров, в которых постоянно приходится участвовать строительным предприятиям.

Все программы основаны на использовании инженерных методик, которые достаточно хорошо зарекомендовали себя на практике, адекватно отражая механизм разрушения и деформирования грунтового массива, хотя в некоторых случаях, безусловно, можно получить более точные решения с применением конечно-элементных моделей.

Программы позволяют выполнять расчеты с применением практически всех типов ограждений – из буронабивных свай, труб большого диаметра, двутавровых и железобетонных балок, металлического шпунта.

Кроме того, впервые в отечественной практике появилась возможность расчет ограждающих элементов, устроенных с применением струйной



технологии. Так, например, программа позволяет рассчитывать ограждение котлованов, состоящих из отдельно стоящих, касательных или взаимно пересекающихся грунтоцементных свай, армированных металлическими трубами. Все расчетные зависимости, заложенные в программы, основаны на результатах экспериментов и опытных работ, проведенных сотрудниками предприятия на многочисленных реальных объектах.

Отличительной особенностью программ является возможность комплексного решения задач прочности и устойчивости ограждения котлована, позволяющая оперативно оценивать общую устойчивость подземных сооружений – склонов, откосов насыпей, бортов котлованов, а также рассчитывать несущую способность анкеров по различным методикам расчета. Простота и удобство интерфейса программ способствует быстрой адаптации пользователя.

Совместимость программ позволяет использовать одни и те же исходные данные (геологическое строение грунтового массива, свойства грунтов, геометрию сооружения) для всех программ, а также обмениваться между ними результатами расчета. Это особенно важно при комплексном решении задачи устойчивости и прочности ограждения котлована. Так, например, таблица физико-механических свойств грунтов, заполненная на основе результатов инженерно-геологических изысканий, является единой для всех программ и ее можно редактировать из любой программы.

Для предварительной оценки общей устойчивости ограждения котлована применяется программа *GeoStab*.

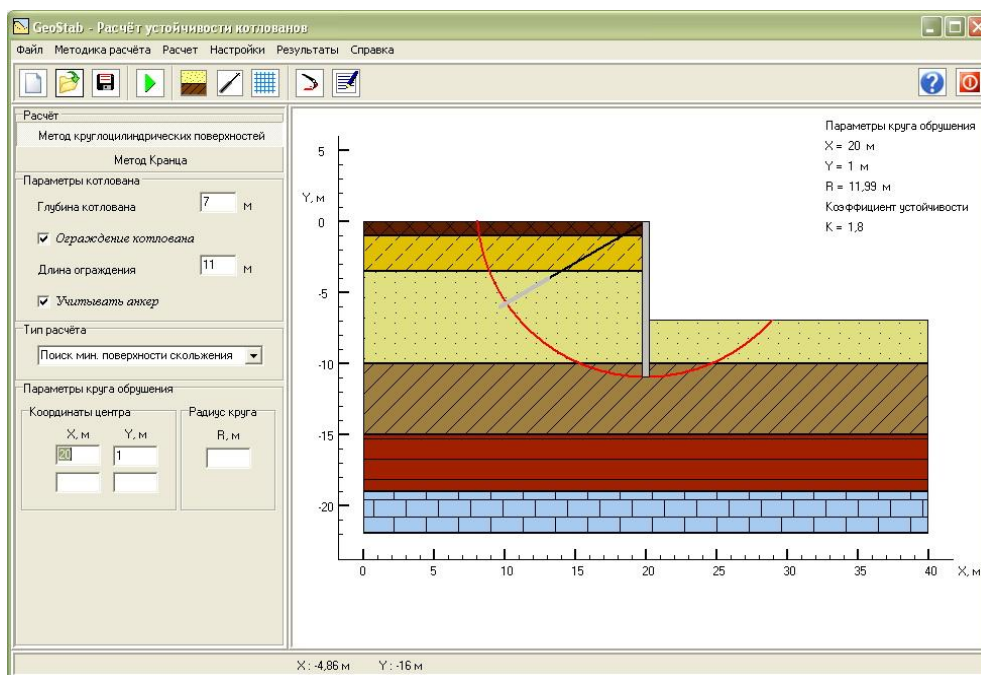


Рис.1 Внешний вид графических окон программы GeoStab

С помощью данной программы можно определить положение поверхности скольжения с минимальным коэффициентом запаса устойчивости. Решение такой задачи необходимо, в первую очередь, для расчета длин тяг анкеров с целью расположения корня анкера за границей призмы обрушения.

Кроме того, программа может быть использована самостоятельно для расчета устойчивости склонов насыпей, оврагов, бортов выемок и т.д.

Компьютерная программа *GeoWall* позволяет выполнять поэтапный расчет прочности ограждающей конструкции котлована.

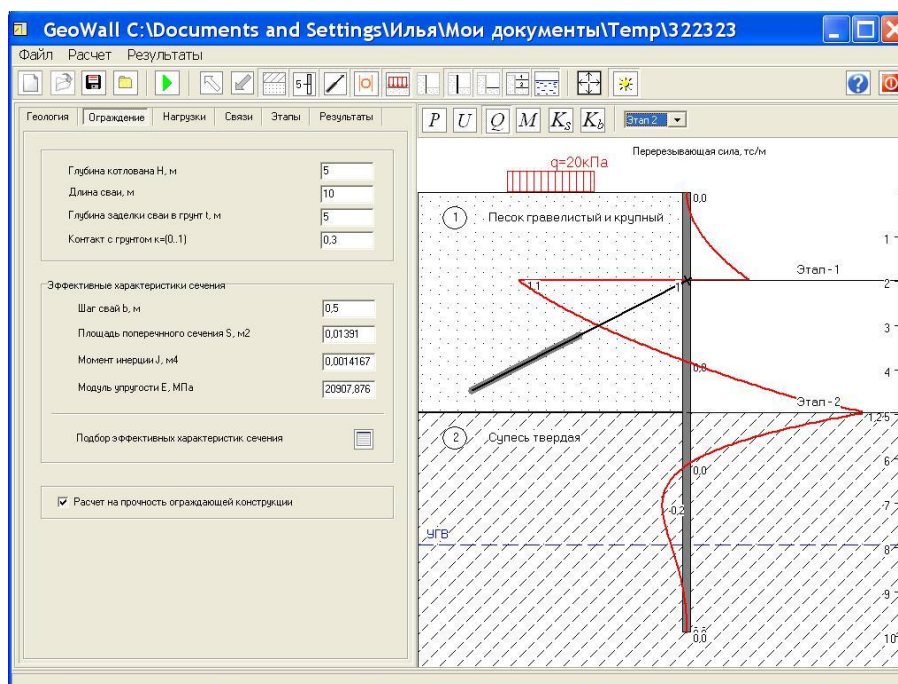


Рис.2. Внешний вид программы GeoWall

Программа позволяет выполнять следующие виды расчетов:

- расчет давления на стену ограждения с учетом геологического строения грунтового массива и уровня грунтовых вод;
- расчет устойчивости ограждающей конструкции;
- расчет эффективных значений площади поперечного сечения, момента инерции и модуля продольной жесткости ограждающих элементов различного типа – буронабивных сваях, трубах, двутавровых и железобетонных балках, грунтоцементных сваях и т.д.;
- расчет изгибающего момента и продольного усилия в ограждающих элементах;
- расчет реакций жестких и упругих связей в местах установки распорных систем или анкеров;
- расчет усилий, действующих в анкерах.

Программа имеет встроенный электронный справочник по физико-механическим характеристикам грунтов в соответствии с данными СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений», а также электронный справочник по сортаменту труб и профилей.

Компьютерная программа *GeoAnchor* предназначена для расчета анкеров крепления бортов котлованов, выемок, склонов откосов и т.д.

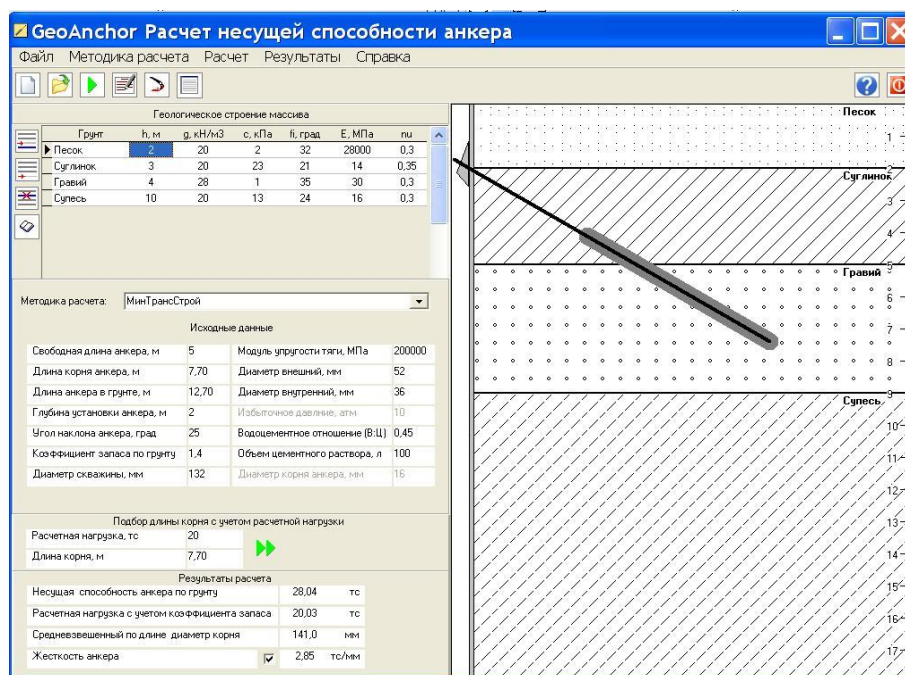


Рис.3 Внешний вид программы *GeoAnchor*

Программа позволяет выполнять следующие виды расчетов:

- расчет несущей способности анкера по грунту с использованием четырех различных методик: методики Минтрансстроя, Минмонтажспецстроя, методика Фундаментпроекта, методики, изложенной в ВСН 506-8, и методики, изложенной в немецких нормах проектирования DIN 1054 – 2005.
- расчет длины корня анкера по заданному значению расчетной нагрузки.
- расчет жесткости анкера в зависимости от геометрических и механических параметров корня анкера и его тяги.
- расчет диаметра корня анкера в зависимости геологического строения массива.

После выполнения расчетов все программы позволяют сохранять результаты расчетов в виде отчетов в электронном виде.