

# Руководство пользователя



GeoPile 3.1.0

Расчет несущей способности  
свай по грунту

ООО "ИнжПроектСтрой" оставляет за собой право на внесение изменений в данном документе без предварительного уведомления.

Никакая часть данного документа не может быть воспроизведена или передана в любой форме и любыми способами в каких-либо целях без письменного соглашения ООО "ИнжПроектСтрой"

© ООО "ИнжПроектСтрой", 2012.  
С сохранением всех прав

---

# Содержание

<b>Введение</b>	<b>4</b>
<b>Методы расчёта</b>	<b>5</b>
1 СП 24.13330.2011 .....	5
Несущая способность буровых свай .....	6
Несущая способность винтовых свай .....	8
Несущая способность забивных свай .....	10
2 DIN 1054:2005 .....	12
<b>Обзор программы</b>	<b>14</b>
1 Верхнее меню .....	14
Меню «Файл» .....	15
Меню «Расчёт» .....	15
Меню «Результаты» .....	15
Меню «Сервис» .....	16
Меню «Справка» .....	16
2 Панель инструментов .....	16
Группа «Файл» .....	17
Группа «Расчёт» .....	17
Группа «Результаты» .....	17
3 Панель ввода информации .....	18
Вкладка «СП 24.13330.2011» .....	18
Характеристики грунтов .....	19
Справочник грунтов .....	20
Параметры расчёта .....	22
Вкладка «DIN 1054:2005» .....	25
Характеристики грунтов .....	25
Параметры расчёта .....	26
<b>Пример расчета (СП 24.13330.2011)</b>	<b>28</b>
<b>Пример расчета (DIN 1054:2005)</b>	<b>32</b>
<b>Литература</b>	<b>35</b>

## Введение

Программа GeoPile предназначена для расчёта несущей способности свай по грунту.

Возможности программы:

- Расчёт несущей способности свай по методике СП 24.13330.2011 (буровые, винтовые и забивные сваи) с учётом сейсмики.
- Расчёт несущей способности свай по методике DIN 1054:2005.
- Подбор длины сваи по приложенной нагрузке (методики СП 24.13330.2011 и DIN 1054:2005).
- Построение графиков несущей способности (и её составляющих) от длины сваи.
- Вывод отчёта в формате Excel.

# Методы расчёта

## 1. СП 24.13330.2011

Расчетное продольное усилие принимается исходя из условия

$$N \leq \frac{\gamma_0 F_d}{\gamma_n \gamma_k}, \quad (7.2)$$

где

$N$  - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю (продольное усилие, возникающее в ней от расчетных нагрузок, действующих на фундамент при наиболее невыгодном их сочетании), определяемая в соответствии с 7.1.12;

$F_d$  - несущая способность (предельное сопротивление) грунта основания одиночной сваи, называемая в дальнейшем несущей способностью сваи и определяемая в соответствии с подразделами 7.2 и 7.3;

$\gamma_0$  - коэффициент условий работы, учитывающий повышение однородности грунтовых условий при применении свайных фундаментов, принимаемый равным  $\gamma_0 = 1$  при односвайном фундаменте и  $\gamma_0 = 1,15$  при кустовом расположении свай;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению (ответственности) сооружения, принимаемый равным 1,2; 1,15 и 1,10 соответственно для сооружений I, II и III уровней ответственности;

$\gamma_k$  - коэффициент надежности по грунту, принимаемый по таблице 1.

Таблица 1

1,2	если несущая способность сваи определена по результатам полевых испытаний статической нагрузкой;
1,25	если несущая способность сваи определена расчетом по результатам статического зондирования грунта или по результатам динамических испытаний сваи, выполненных с учетом упругих деформаций грунта, а также по результатам полевых испытаний грунтов эталонной сваей или сваей-зондом;
1,4	если несущая способность сваи определена расчетом, в том числе по результатам динамических испытаний свай, выполненных без учета упругих деформаций грунта;
1,4 (1,25)	для фундаментов опор мостов при низком ростверке, на висячих сваях (сваях трения) и сваях-стойках, а при высоком ростверке - только при сваях-стойках, воспринимающих сжимающую нагрузку независимо от числа свай в фундаменте.

### Несущая способность буровых свай

Несущую способность  $F_d$ , кН, набивной и буровой свай с уширением и без уширения, а также сваи-оболочки, погружаемой с выемкой грунта и заполняемой бетоном, работающих на сжимающую нагрузку, следует определять по формуле

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR}RA + \gamma_{cR}fu\Sigma f_i h_i), \quad (7.11)$$

где

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи; в случае опирания ее на глинистые грунты со степенью влажности  $S_r < 0,85$  и на лессовые грунты -  $\gamma_c = 0,8$ , в остальных случаях -  $\gamma_c = 1$ ;

$\gamma_{cR}$  - коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;  $\gamma_{cR} = 1$  во всех случаях, за исключением свай с камуфлетными уширениями и буро-инъекционных свай по 6.5 е, для которых этот коэффициент следует принимать равным 1,3, и свай с уширением, бетонируемым подводным способом, для которых  $\gamma_{cR} = 0,9$ , а также опор воздушных линий электропередачи, для которых коэффициент принимают в соответствии с разделом 14;

$R$  - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое по 7.2.7; а для набивной сваи, изготавливаемой по технологии, указанной в 6.4 а, б - по таблице 7.2;

$A$  - площадь опирания сваи, м<sup>2</sup>, принимаемая равной:

для набивных и буровых свай без уширения - площади поперечного сечения сваи;

для набивных и буровых свай с уширением - площади поперечного сечения уширения в месте наибольшего его диаметра;

для свай-оболочек, заполняемых бетоном, - площади поперечного сечения оболочки брутто;

$u$  - периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

$\gamma_{cf}$  - коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи, зависящий от способа образования скважины и условий бетонирования и принимаемый по таблице 7.6;

$f_i$  - расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта на боковой поверхности ствола сваи, кПа, принимаемое по таблице 7.3;

$h_i$  - толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;.

Таблица 7.6

Сваи и способы их устройства	Коэффициент условий работы свай $\gamma_{cf}$			
	в песках	в супесях	в суглинках	в глинах
1 Набивные по 6.4 а при погружении инвентарной трубы с теряемым наконечником или бетонной пробкой	0,8	0,8	0,8	0,7
2 Набивные виброштампованные	0,9	0,9	0,9	0,9
3 Буровые, в том числе с уширением, бетонизируемые:				
а) при отсутствии воды в скважине (сухим способом) и при использовании обсадных инвентарных труб, а также при выполнении их методом непрерывно перемещающегося шнека (НПШ)	0,7	0,7	0,7	0,6
б) под водой или под глинистым раствором	0,6	0,6	0,6	0,6
в) жесткими бетонными смесями, укладываемыми с помощью глубинной вибрации (сухим способом)	0,8	0,8	0,8	0,7
4 Бареты по 6.5 в	0,5	0,5	0,5	0,5
5 Сваи-оболочки, погружаемые вибрированием с выемкой грунта	1,0	0,9	0,7	0,6
6 Сваи-столбы	0,7	0,7	0,7	0,6
7 Буроинъекционные, изготавливаемые под защитой обсадных труб или бентонитового раствора с опрессовкой давлением 200-400 кПа (2-4 атм), а также при выполнении их с инъекцией бетонной смеси через колонну проходных полых шнеков	0,9	0,8	0,8	0,8
8 Буроинъекционные сваи, устраиваемые с использованием разрядно-импульсной технологии (РИТ) по 6.5 е	1,3	1,3	1,1	1,1

### Несущая способность винтовых свай

Несущую способность  $F_d$ , кН, винтовой сваи диаметром лопасти  $d \leq 1,2$  м и длиной  $l \leq 10$  м, работающей на сжимающую или выдергивающую нагрузку, следует определять по формуле (7.15), а при диаметре лопасти  $d > 1,2$  м и длине сваи  $l > 10$  - только по данным испытаний винтовой сваи статической нагрузкой:



$$F_d = \gamma_c [F_{d0} + F_{df}], \quad (7.15)$$

где  $\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи, зависящий от вида нагрузки, действующей на сваю, и грунтовых условий и определяемый по таблице 7.9;

$F_{d0}$  - несущая способность лопасти, кН;

$F_{df}$  - несущая способность ствола, кН.

Несущая способность лопасти винтовой сваи определяется по формуле

$$F_{d0} = (\alpha_1 c_1 + \alpha_2 \gamma_1 h_1) A, \quad (7.16)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2$  - безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице 7.10 в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне  $\varphi_1$  (под рабочей зоной понимается прилегающий к лопасти слой грунта толщиной, равной  $d$ )

$c_1$  - расчетное значение удельного сцепления грунта в рабочей зоне, кПа;

$\gamma_1$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше лопасти сваи (при водонасыщенных грунтах с учетом взвешивающего действия воды), кН/м<sup>3</sup>;

$h_1$  - глубина залегания лопасти сваи от природного рельефа, а при планировке территории срезкой - от уровня планировки, м;

$A$  - проекция площади лопасти, м<sup>2</sup>, считая по наружному диаметру, при работе винтовой сваи на сжимающую нагрузку, и проекция рабочей площади лопасти, т.е. за вычетом площади сечения ствола, при работе винтовой сваи на выдергивающую нагрузку.

Несущая способность ствола винтовой сваи определяется по формуле

$$F_{df} = u f_i (h - d), \quad (7.17)$$

где  $u$  - периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

$f_i$  - расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности ствола винтовой сваи, кПа, принимаемое по таблице 7.3 (осредненное значение для всех слоев в пределах глубины погружения сваи);

$h$  - длина ствола сваи, погруженной в грунт, м;

$d$  - диаметр лопасти сваи, м.

Таблица 7.9

Грунт	Коэффициент условий работы винтовых свай $\gamma_c$ при нагрузках
1 Глины и суглинки:	
а) твердые, полутвердые и тугопластичные	0,8
б) мягкопластичные	0,8
в) текучепластичные	0,7
2 Пески и супеси:	
а) пески маловлажные и супеси твердые	0,8
б) пески влажные и супеси пластичные	0,7
в) пески водонасыщенные и супеси текучие	0,6

### Несущая способность забивных свай

Несущую способность  $F_d$ , кН, висячей забивной и вдавливаемой свай и свай-оболочки, погружаемой без выемки грунта, работающих на сжимающую нагрузку, следует определять как сумму расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности по формуле

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR}RA + \gamma_{cf}\sum f_i h_i), \quad (7.8)$$

где

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;

$R$  - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое по таблице 7.2;

$A$  - площадь опирания на грунт сваи, м<sup>2</sup>, принимаемая по площади поперечного сечения сваи брутто или по площади поперечного сечения камуфлетного уширения по его наибольшему диаметру, или по площади сваи-оболочки нетто;

$u$  - периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

$f_i$  - расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта на боковой поверхности ствола сваи, кПа, принимаемое по таблице 7.3;

$h_i$  - толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

$\gamma_{cR}$ ,  $\gamma_{cf}$  - коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на

боковой поверхности свай, учитывающие влияние способа погружения свай на расчетные сопротивления грунта и принимаемые по таблице 7.4;

Таблица 7.4

Способы погружения забивных и вдавливаемых свай и свай-оболочек, погружаемых без выемки грунта, и виды грунтов	Коэффициенты условий работы грунта при расчете несущей способности свай	
	под нижним концом $\gamma_{cR}$	на боковой поверхности $\gamma_{cf}$
1 Погружение сплошных и полых с закрытым нижним концом свай механическими (подвесными), паровоздушными и дизельными молотами	1,0	1,0
2 Погружение забивкой и вдавливанием в предварительно пробуренные лидерные скважины с заглублением концов свай не менее 1 м ниже забоя скважины при ее диаметре:		
а) равном стороне квадратной свай	1,0	0,5
б) на 0,05 м менее стороны квадратной свай	1,0	0,6
в) на 0,15 м менее стороны квадратной или диаметра свай круглого сечения (для опор линий электропередачи)	1,0	1,0
3 Погружение с подмывом в песчаные грунты при условии добивки свай на последнем этапе погружения без применения подмыва на 1 м и более	1,0	0,9
4 Вибропогружение свай-оболочек, вибропогружение и вибровдавливание свай в грунты:		
а) пески средней плотности:		
крупные и средней крупности	1,2	1,0
мелкие	1,1	1,0
пылеватые	1,0	1,0
б) глинистые с показателем текучести $IL = 0,5$ :		
супеси	0,9	0,9
суглинки	0,8	0,9
глины	0,7	0,9
в) глинистые с показателем текучести $IL < 0$	1,0	1,0
5 Погружение молотами полых железобетонных свай с открытым нижним концом:		
а) при диаметре полости свай менее 0,4 м	1,0	1,0

б) то же, от 0,4 до 0,8 м	0,7	1,0
6 Погружение любым способом полых свай круглого сечения с закрытым нижним концом на глубину 10 м и более с последующим устройством в нижнем конце свай камуфлетного уширения в песчаных грунтах средней плотности и в глинистых грунтах с показателем текучести $IL < 0,5$ при диаметре уширения, равном:		
а) 1,0 м независимо от указанных видов грунта	0,9	1,0
б) 1,5 м в песках и супесях	0,8	1,0
в) 1,5 м в суглинках и глинах	0,7	1,0
7 Погружение вдавливанием свай:		
а) в пески крупные, средней крупности и мелкие	1,1	1,0
б) в пески пылеватые	1,1	0,8
в) в глинистые грунты с показателем текучести $IL < 0,5$	1,1	1,0
г) то же, $IL > 0,5$	1,0	1,0

## 2. DIN 1054:2005

Расчет несущей способности выполняется по формуле D.1

$$F_d = \pi \sum D_i q_{ski} l_i,$$

где

$l_i$  - несущая суммарная длина сваи в ИГЭ с номером  $i$ ;

$D_i$  - расчетный диаметр впрессованного тела в ИГЭ с номером  $i$ ;

$q_{ski}$  - касательное сопротивление грунта в ИГЭ с номером  $i$ :

Таблица D.1

Касательное сопротивление грунта

Вид грунта	$q_{sk}$ , кПа
Средний и крупный гравий	200
Песок, гравелистый песок	150
Связанный грунт	100

Расчетный диаметр впрессованного тела вычисляется по диаметру буровой коронки  $d$  и коэффициенту увеличения диаметра  $k$  по формуле:

$$D=kd.$$

Коэффициент увеличения диаметра (из СТО-ГК "Трансстрой"-023-2007)

Вид грунта	$k$
Крупнообломочные, гравелистые грунты	2,0
Крупные и средние пески	1,5
Супеси, суглинки, глины, пески мелкие и пылеватые	1,4
Скальные породы	1,0

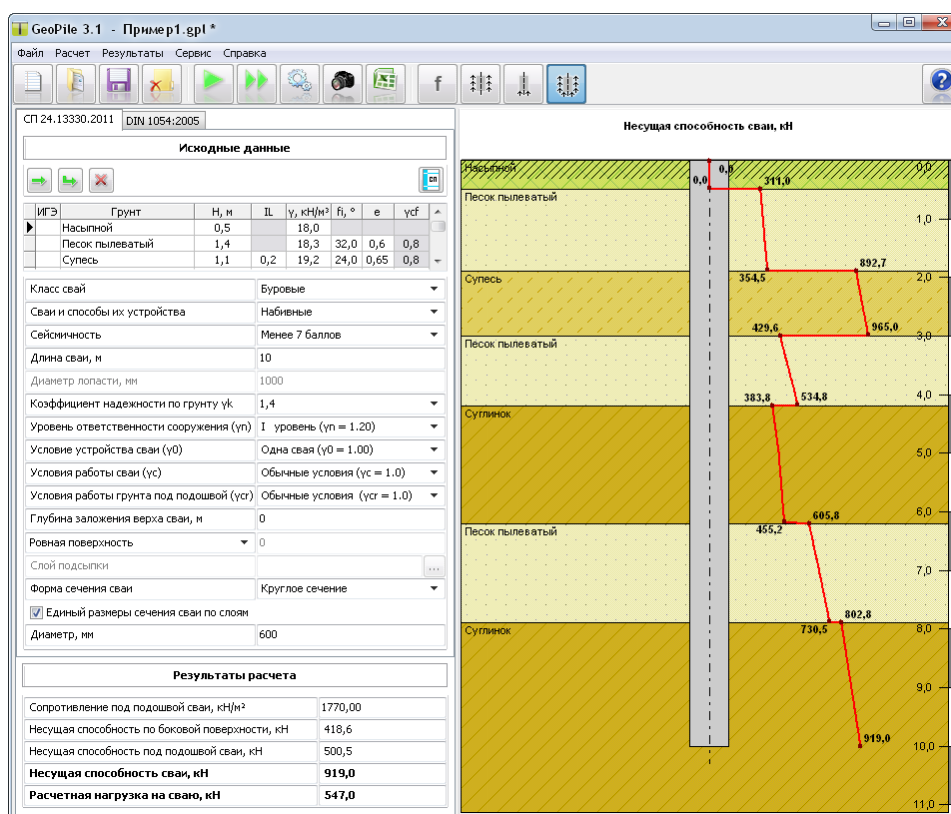
Расчетное продольное усилие вычисляется по формуле

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k},$$

где  $\gamma_p$  - коэффициент безопасности.

## Обзор программы

Окно программы GeoPile 3 выглядит следующим образом:



Окно программы состоит из следующих элементов:

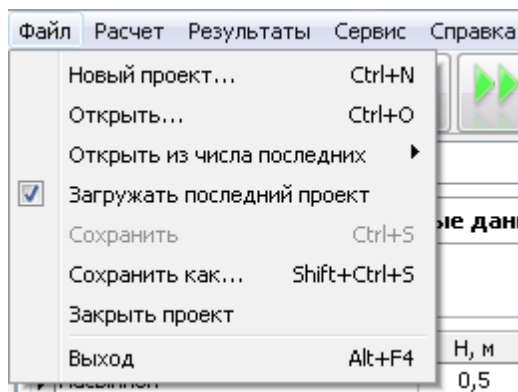
- Верхнее меню
- Панель инструментов
- Панель ввода информации
- Графическое поле (панель вывода информации)

### 1. Верхнее меню

Верхнее меню выглядит следующим образом:

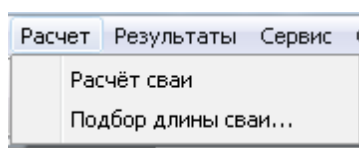
Файл   Расчет   Результаты   Сервис   Справка

## Меню «Файл»



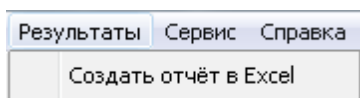
<i>Новый проект...</i>	Ctrl + N	создаёт новый проект расчета.
<i>Открыть...</i>	Ctrl + O	открывает диалоговое окно выбора ранее созданного проекта, для продолжения работы над ним.
<i>Открыть из числа последних</i>		открывает список последних проектов, над которыми велась работа, для быстрого доступа к ним.
<i>Загружать последний проект</i>		если данный пункт выбран, то при старте программы загружается последний проект
<i>Сохранить</i>	Ctrl + S	сохраняет текущий проект.
<i>Сохранить как...</i>	Ctrl + Shift + S	открывает диалоговое окно сохранения текущего проекта под новым именем.
<i>Закрыть проект</i>		закрывает текущий проект.
<i>Выход</i>		закрывает программу.

## Меню «Расчёт»



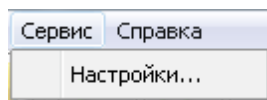
<i>Расчет сваи</i>		запуск основного расчета несущей способности сваи.
<i>Подбор длины сваи</i>		запуск расчёта обратной задачи - по заданной несущей способности подобрать длину сваи.

## Меню «Результаты»



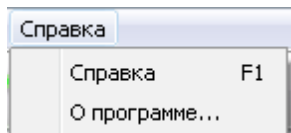
<i>Создать отчёт в Excel</i>		создаёт отчёт о проведённом расчёте в формате Excel.
------------------------------	--	--

**Меню «Сервис»**

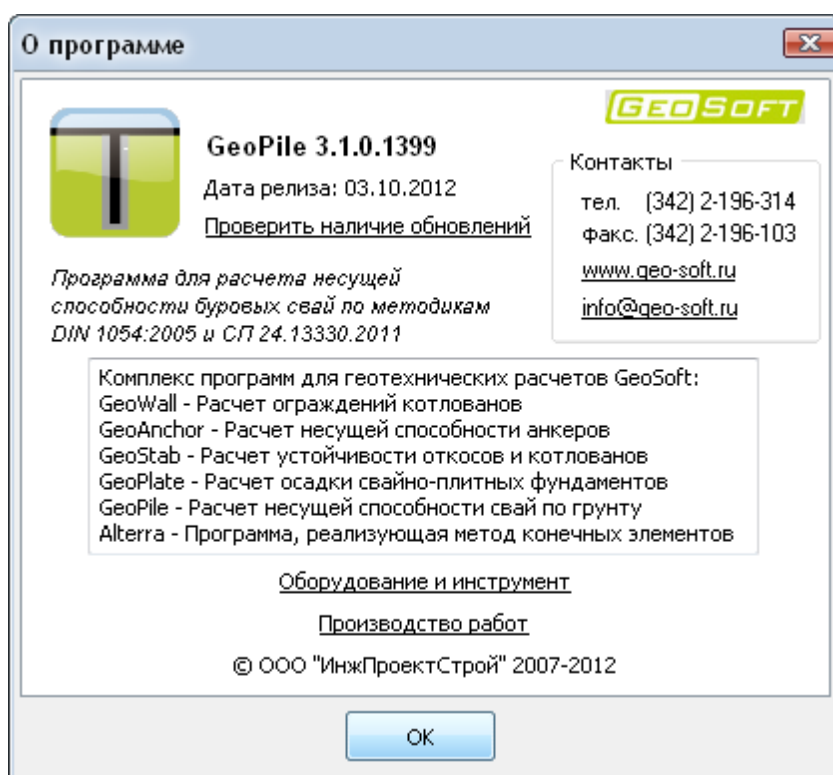


<a href="#">Настройки...</a>		открывает окно настроек программы.
------------------------------	--	------------------------------------

**Меню «Справка»**



<a href="#">Справка</a>	F1	открывает руководство пользователя.
<a href="#">О программе...</a>		выводит форму с информацией о версии программы и контактные данные разработчика.



**2. Панель инструментов**



На панели инструментов расположены кнопки, сгруппированные по функциональному назначению.





### Группа «Файл»

Содержит в себе набор инструментов для управления файлом проекта и настройкой программы.

	<i>Новый проект</i>	создает новый рабочий проект.
	<i>Открыть проект</i>	открывает ранее созданный проект.
	<i>Сохранить проект</i>	сохраняет текущий проект.
	<i>Заккрыть проект</i>	закрывает текущий проект.
	<i>Настройки</i>	открывает окно настроек программы.
	<i>Справка</i>	открывает электронную справочную систему по программе.





### Группа «Расчёт»




Содержит в себе инструменты расчета.

	<i>Расчет плитного фундамента</i>	запуск основного расчета несущей способности сваи.
	<i>Расчет осадки КСП фундамента</i>	запуск расчёта обратной задачи - нахождение длины сваи по заданной несущей способности.

### Группа «Результаты»

Позволяет отображать результаты расчёта в виде графиков, сохранять их в графический файл и создавать отчёты.

	<i>Сохранить изображение...</i>	сохраняет графическое поле программы в графический файл (BMP или JPG).
	<i>Создать отчёт в Excel</i>	создаёт отчёт о проведённом расчёте в формате Excel.
	<i>Рисовать график сцепления сваи с грунтом от глубины</i>	(только для расчёта по DIN 1054:2005) если был проведён расчёт, то в графическом поле будет начерчена эпюра сцепления сваи с грунтом от глубины.
	<i>Рисовать график сопротивления грунта по боковой поверхности в последнем слое от</i>	(только для расчёта по СП24.13330.2011) если был проведён расчёт, то в графическом поле будет начерчена эпюра сопротивления грунта по боковой поверхности в последнем слое от длины сваи.

	<i>длины сваи</i>	
	<i>Рисовать график несущей способности по боковой поверхности сваи от её длины</i>	если был проведён расчёт, то в графическом поле будет начерчена эпюра несущей способности по боковой поверхности сваи от её длины.
	<i>Рисовать график несущей способности под подошвой сваи от её длины</i>	если был проведён расчёт, то в графическом поле будет начерчена эпюра несущей способности по боковой поверхности сваи от её длины.
	<i>Рисовать график несущей способности сваи от её длины</i>	если был проведён расчёт, то в графическом поле будет начерчена эпюра несущей способности сваи от её длины.

### 3. Панель ввода информации

#### Вкладка «СП 24.13330.2011»

На вкладке «СП 24.13330.2011» вводятся физико-механические характеристики грунтов и другие параметры расчёта, необходимые для нахождения несущей способности сваи по СП 24.13330.2011.

СП 24.13330.2011 DIN 1054:2005

**Исходные данные**

→ ↩ ✖ сп

ИГЭ	Грунт	H, м	IL	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$f_i$ , °	e	$\gamma_{cf}$
▶	Насыпной	0,5		18,0			
	Песок пылеватый	1,4		18,3	32,0	0,6	0,8
	Супесь	1,1	0,2	19,2	24,0	0,65	0,8

Класс свай: Буровые

Сваи и способы их устройства: Набивные

Сейсмичность: Менее 7 баллов

Длина свай, м: 10

Диаметр лопасти, мм: 1000

Коэффициент надежности по грунту  $\gamma_k$ : 1,4

Уровень ответственности сооружения ( $\gamma_n$ ): I уровень ( $\gamma_n = 1.20$ )

Условие устройства сваи ( $\gamma_0$ ): Одна свая ( $\gamma_0 = 1.00$ )

Условия работы сваи ( $\gamma_s$ ): Обычные условия ( $\gamma_s = 1.0$ )

Условия работы грунта под подошвой ( $\gamma_{cr}$ ): Обычные условия ( $\gamma_{cr} = 1.0$ )

Глубина заложения верха сваи, м: 0

Ровная поверхность: 0

Слой подсыпки: ...

Форма сечения сваи: Круглое сечение

Единый размер сечения сваи по слоям

Диаметр, мм: 600

**Результаты расчета**

Сопротивление под подошвой сваи, кН/м <sup>2</sup>	1770,00
Несущая способность по боковой поверхности, кН	418,6
Несущая способность под подошвой сваи, кН	500,5
<b>Несущая способность сваи, кН</b>	<b>919,0</b>
<b>Расчетная нагрузка на сваю, кН</b>	<b>547,0</b>

### Характеристики грунтов

Следует обратить особое внимание на заполнение таблицы характеристик грунтов, так как они являются определяющими при расчете несущей способности сваи.

СП 24.13330.2011 DIN 1054:2005

**Исходные данные**

→ ↩ ✖ сп

ИГЭ	Грунт	H, м	Ø, мм	IL	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$f_i$ , °	e	$\gamma_{cf}$
▶	Насыпной	0,5	600		18,0			
	Песок пылеватый	1,4	600		18,3	32,0	0,6	0,8
	Супесь	1,1	600	0,2	19,2	24,0	0,65	0,8

Следующие кнопки позволяют редактировать таблицу геологии:





	вставить строку над активной строкой
	добавить строку в конец таблицы
	удалить строку
	позволять вызвать справочник характеристик грунтов основанный на СП 22.13330.2011

Таблица геологии включает в себя следующие поля:

<i>ИГЭ</i>	название ИГЭ
<i>Грунт</i>	тип грунта
<i>h, м</i>	мощность слоя
<i>Ø, мм</i>	диаметр сваи в данном слое грунта
<i>IL</i>	показатель текучести
<i>γ, кН/м<sup>3</sup></i>	удельный вес грунта в естественном состоянии
<i>c, кПа</i>	удельное сцепление
<i>φ, °</i>	угол внутреннего трения
<i>e</i>	коэффициент пористости
<i>γ<sub>cf</sub></i>	коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи
<i>S<sub>r</sub></i>	коэффициент водонасыщения (степень влажности)

Примечание: набор полей геологии зависит от типа сваи, а также от того, учитывается или нет сейсмика.

### *Справочник грунтов*

В случае, когда данные о геологических изысканиях не полные или отсутствуют можно воспользоваться справочником характеристик грунта, основанным на приложениях к СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».

Справочник свойств грунтов (СП 22.13330.2011)

ИГЭ	Тип грунта
	Песок крупный
	Глина тугопластичная
	<b>Глина полутвердая</b>
	Глина твердая

Происхождение и возраст грунта  
Глинистые нелессовые грунты четвертичных отложений, аллюв

Состояние грунта

Козфф. пористости,  $e$

Козфф. водонасыщения,  $S_r$

Показатель текучести,  $IL$

Весовые характеристики

Уд. вес частиц,  $\gamma_s$   кН/м<sup>3</sup>

Объёмные весовые характеристики

Уд. вес скелета,  $\gamma_d$   кН/м<sup>3</sup>

Уд. вес в естеств. сост.,  $\gamma$   кН/м<sup>3</sup>

Уд. вес при полном водон.,  $\gamma_{sat}$   кН/м<sup>3</sup>

Уд. вес с уч. взв. д. воды,  $\gamma_{sb}$   кН/м<sup>3</sup>

Прочностные характеристики

Угол внутреннего трения,  $\varphi$   град

Удельное сцепление,  $c$   кПа

Деформационные характеристики

Модуль деформации,  $E$   МПа

Козфф. Пуассона

Козфф. постели,  $k_s$

Козфф. пропорциональности,  $K_p$   кН/м<sup>4</sup>

Справочные характеристики

Козфф. бок. давления грунта

График Вычислить Ок Отмена

В окне Справочника грунтов необходимо сначала выбрать тип грунта путем нажатия мышкой на соответствующее поле таблицы и из ниспадающего меню выбрать необходимый тип грунта.

Далее надо выбрать происхождение грунта.

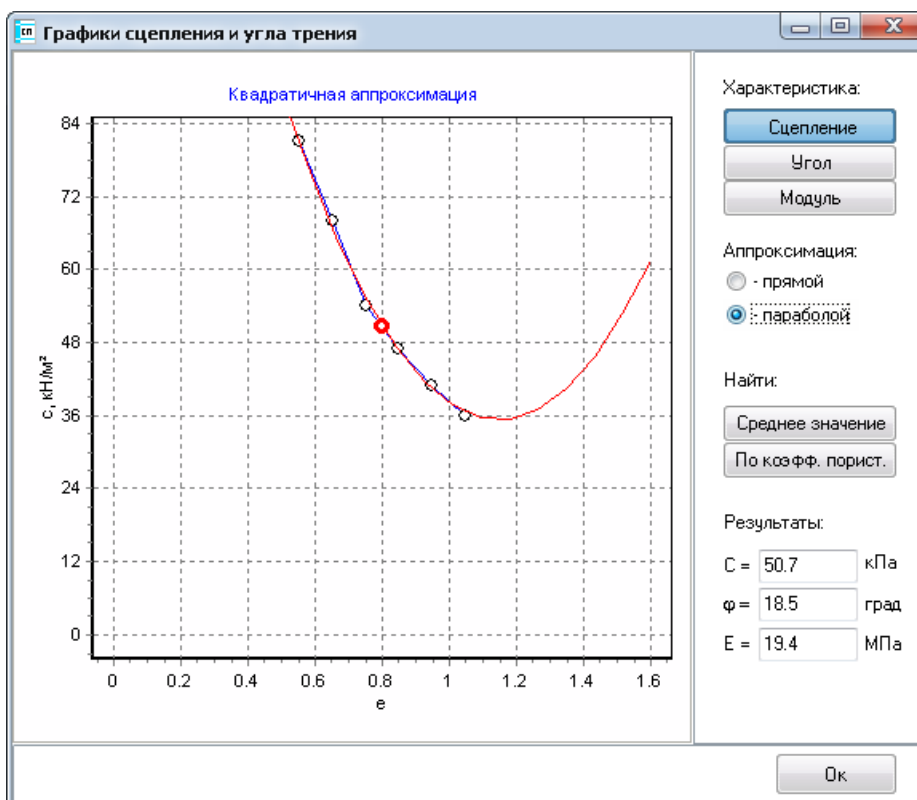
Затем следует задать в соответствующих полях коэффициент пористости и степень влажности, либо воспользоваться кнопками расположенными рядом с этими полями.

После этого можно нажать на кнопки с изображениями калькулятора и программа автоматически рассчитает и заполнит оставшиеся данные.

При необходимости некоторые данные можно заполнить вручную, а последующие данные вычислить автоматически.

Кроме того, в случае полного отсутствия данных, включая коэффициент пористости и степень влажности, имеется возможность принять усредненные значения характеристик путем нажатия кнопки Вычислить.

В случае, когда в справочнике отсутствуют значения сцепления, угла внутреннего трения или модуля деформации, соответствующие заданному коэффициенту пористости, программа предлагает принять значение по графику. Данное окно можно также вызвать путем нажатия на кнопку График.



**Параметры расчёта**


Кроме того на этой вкладке можно изменить параметры расчета:

Класс свай	Буровые
Сваи и способы их устройства	Набивные
Сейсмичность	Менее 7 баллов
Длина свай, м	10
Диаметр лопасти, мм	1000
Коэффициент надежности по грунту $\gamma_k$	1,4
Уровень ответственности сооружения ( $\gamma_n$ )	I уровень ( $\gamma_n = 1.20$ )
Условие устройства свай ( $\gamma_0$ )	Одна свая ( $\gamma_0 = 1.00$ )
Условия работы свай ( $\gamma_c$ )	Обычные условия ( $\gamma_c = 1.0$ )
Условия работы грунта под подошвой ( $\gamma_{cr}$ )	Обычные условия ( $\gamma_{cr} = 1.0$ )
Глубина заложения верха свай, м	0
Ровная поверхность	0
Слой подсыпки	...
Форма сечения свай	Круглое сечение
<input checked="" type="checkbox"/> Единый размер сечения свай по слоям	
Диаметр, мм	600

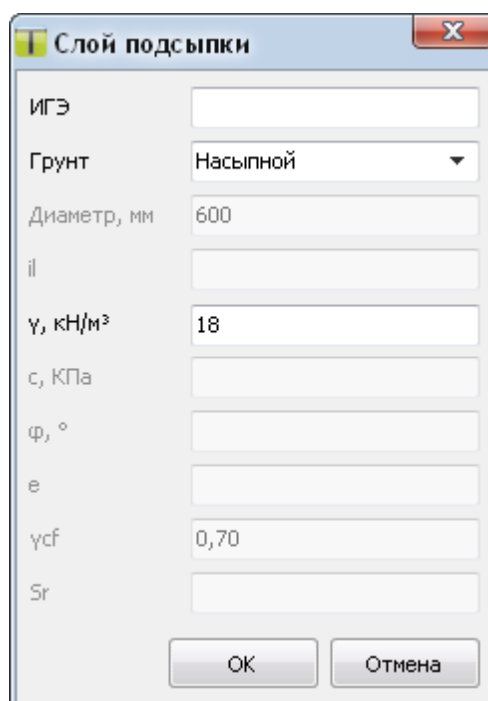
Форма сечения сваи	Квадратное сечение
<input checked="" type="checkbox"/> Единый размер сечения сваи по слоям	
Ширина, мм	500

Форма сечения сваи	Прямоугольное сечение		
<input checked="" type="checkbox"/> Единый размер сечения сваи по слоям			
Ширина, мм	600	Высота, мм	400

<i>Класс сваи</i>	класс сваи (на данный момент - буровые, винтовые, забивные)
<i>Сваи и способы их устройства</i>	тип сваи (определяет коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности)
<i>Сейсмичность</i>	Расчётная сейсмичность зданий в баллах
<i>Длина сваи, м</i>	длина сваи
<i>Диаметр лопасти, мм</i>	диаметр лопасти винтовой сваи (для остальных типов сваи данный параметр игнорируется)
<i>Коэффициент надёжности по грунту (<math>\gamma_k</math>)</i>	коэффициент надёжности по грунту (п. 7.1.11, СП 24.13330.2011)
<i>Уровень ответственности сооружения (<math>\gamma_n</math>)</i>	уровень ответственности сооружения (определяет коэффициент надёжности по ответственности сооружения)
<i>Условие устройства сваи (<math>\gamma_0</math>)</i>	условие устройства сваи, которое определяет коэффициент условий работы, учитывающий повышение однородности грунтовых условий при применении свайных фундаментов
<i>Условия работы сваи (<math>\gamma_s</math>)</i>	условия работы сваи, которые определяют коэффициент условий работы сваи в грунте
<i>Условия работы грунта под подошвой (<math>\gamma_{cr}</math>)</i>	условия работы грунта под подошвой, которые определяют коэффициент условий работы грунта под подошвой

Глубина заложения верха сваи, м	глубина заложения верха сваи
Срезка/Подсыпка/Ровная поверхность	определяет глубину срезки или высоту подсыпки
Слой подсыпки	нажатие на  открывает окно, в котором можно задать свойства подсыпки
Форма сечения сваи	задаёт форму сечения сваи (круглое/квадратное/прямоугольное сечение)
Диаметр, мм	диаметр сечения круглой сваи
Ширина, мм	сторона сечения квадратной сваи
Ширина, мм	ширина сечения прямоугольной сваи
Высота, мм	высота сечения прямоугольной сваи

Форма "Слой подсыпки" включает в себя свойства грунта подсыпки аналогичные свойствам грунта из таблицы геологии.



Слой подсыпки

ИГЭ

Грунт

Диаметр, мм

il

$\gamma$ , кН/м<sup>3</sup>

c, КПа

$\phi$ , °

e

$\gamma_{cf}$

Sr

OK Отмена



### Вкладка «DIN 1054:2005»

На вкладке «DIN 1054:2005» вводятся физико-механические характеристики грунтов и другие параметры расчёта, необходимые для нахождения несущей способности сваи по DIN 1054:2005.

СП 24.13330.2011 DIN 1054:2005

**Исходные данные**

→ ↵ ✖

Грунт	H, м	k	Ø, мм	qsk, кН/м <sup>2</sup>
Насыпной	0,5		600	
Песок пылеватый	1,4	1,4	840	150,0
Супесь	1,1	1,4	840	100,0
Песок пылеватый	1,2	1,4	840	150,0
Суглинок	2,0	1,4	840	100,0
Песок пылеватый	1,7	1,4	840	150,0
Суглинок	3,0	1,4	840	100,0

Длина сваи, м	10
Коэффициент надежности $\gamma_k$	1,4
Диаметр буровой коронки, мм	600
Сопротивление под подошвой сваи, кН/м <sup>2</sup>	1586,33
Глубина заложения верха сваи, м	0

**Результаты расчета**

Сопротивление под подошвой сваи, кН/м <sup>2</sup>	1586,33
Несущая способность по боковой поверхности, кН	3074,4
Несущая способность под подошвой сваи, кН	879,1
<b>Несущая способность сваи, кН</b>	<b>3953,5</b>
<b>Расчетная нагрузка на сваю, кН</b>	<b>2823,9</b>

### Характеристики грунтов

Следует обратить особое внимание на заполнение таблицы характеристик грунтов, так как они являются определяющими при расчете несущей способности сваи.

СП 24.13330.2011 DIN 1054:2005

**Исходные данные**

→ ↵ ✕  

Грунт	H, м	k	Ø, мм	qsk, кН/м²
▶ Насыпной	0,5		600	
Песок пылеватый	1,4	1,4	840	150,0
Супесь	1,1	1,4	840	100,0
Песок пылеватый	1,2	1,4	840	150,0
Суглинок	2,0	1,4	840	100,0
Песок пылеватый	1,7	1,4	840	150,0
Суглинок	3,0	1,4	840	100,0

Следующие кнопки позволяют редактировать таблицу геологии:







	вставить строку над активной строкой
	добавить строку в конец таблицы
	удалить строку
	пересчитать столбцы "k" и "qsk" по типу грунта и столбец "O" по "k" и диаметру буровой коронки
	пересчитать столбец "O" по "k" и диаметру буровой коронки

Таблица геологии включает в себя следующие поля:

<i>Грунт</i>	Тип грунта
<i>h, м</i>	мощность слоя
<i>k</i>	коэффициент увеличения диаметра
<i>Ø, мм</i>	диаметр сваи в данном слое грунта
<i>qsk</i>	сцепление тела сваи с грунтом

**Параметры расчёта**

Кроме того на этой вкладке можно изменить параметры расчета:

Длина сваи, м	10
Коэффициент надежности $\gamma_k$	1,4 
Диаметр буровой коронки, мм	600
Сопротивление под подошвой сваи, кН/м²	1586,33
Глубина заложения верха сваи, м	0

<i>Длина сваи, м</i>	длина сваи
<i>Коэффициент надёжности по грунту (<math>\gamma_k</math>)</i>	коэффициент надёжности
<i>Диаметр буровой коронки, мм</i>	диаметр буровой коронки сваи
<i>Соппротивление под подошвой сваи, кН/м<sup>2</sup></i>	сопротивление под подошвой сваи
<i>Глубина заложения верха сваи, м</i>	глубина заложения верха сваи

## Пример расчета (СП 24.13330.2011)

Рассмотрим пример расчета несущей способности сваи по методике СП 24.13330.2011.

Исходные данные: винтовая свая длиной 10 м, диаметром 325 мм и с лопастью диаметром 1000 мм, коэффициент надежности 1.4, I уровень ответственности сооружения, условие устройства – одна свая, условия работы сваи – "Гл. и сугл. твердые, полутвердые и тугопластичные".

Массив грунта представлен тремя инженерно-геологическими элементами:

### 1. Супесь твердая:

- мощность слоя – 5 м
- удельный вес – 19,5 кН/м<sup>3</sup>
- коэффициент пористости – 0.6
- удельное сцепление – 16 КПа
- угол внутреннего трения – 28 °
- показатель текучести – 0

### 2. Суглинок полутвердый:

- мощность слоя – 3,3 м
- удельный вес – 18,9 кН/м<sup>3</sup>
- коэффициент пористости – 0.7
- удельное сцепление – 28 КПа
- угол внутреннего трения – 23.5 °
- показатель текучести – 0.25

### 3. Глина твердая:

- мощность слоя – 10,0 м
- удельный вес – 18,4 кН/м<sup>3</sup>
- коэффициент пористости – 0.8
- удельное сцепление – 50.5 КПа
- угол внутреннего трения – 18.5 °
- показатель текучести – 0

Заполняем данные на вкладке "СП 24.13330.2011"

СП 24.13330.2011 DIN 1054:2005

**Исходные данные**

ИГЭ	Грунт	H, м	IL	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	c, КПа	$f_i$ , °	e	$\gamma_{cf}$	
	Супесь	5,0	0,0	19,5	16,0	28,0	0,6	1,0	▲
	Суглинок	3,3	0,25	18,9	28,0	23,5	0,7	1,0	■
▶	Глина	10,0	0,0	18,4	50,5	18,5	0,8	1,0	▼

Класс свай	Винтовые ▼
Сваи и способы их устройства	Винтовые ▼
Сейсмичность	Менее 7 баллов ▼
Длина свай, м	10
Диаметр лопасти, мм	1000
Коэффициент надежности по грунту $\gamma_k$	1,40 ▼
Уровень ответственности сооружения ( $\gamma_p$ )	I уровень ( $\gamma_p = 1.20$ ) ▼
Условие устройства свай ( $\gamma_0$ )	Одна свая ( $\gamma_0 = 1.00$ ) ▼
Условия работы свай ( $\gamma_s$ )	Гл. и сугл. твердые, полутверд ▼
Условия работы грунта под подошвой ( $\gamma_{sr}$ )	▼
Глубина заложения верха свай, м	0
Ровная поверхность ▼	
Слой подсыпки	<input type="button" value="..."/>
Форма сечения свай	Круглое сечение ▼
<input checked="" type="checkbox"/> Единый размер сечения свай по слоям	
Диаметр, мм	325



Модель создана. Теперь можно проводим расчёт несущей способности, нажав кнопку

**GeoPile 3.1**

Файл Расчет Результаты Сервис Справка

СП 24.13330.2011 DIN 1054:2005

**Исходные данные**

ИГЭ	Грунт	H, м	IL	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	c, КПа	$\phi$ , °	e	$\gamma_{sf}$
	Супесь	5,0	0,0	19,5	16,0	28,0	0,6	1,0
	Суглинок	3,3	0,25	18,9	28,0	23,5	0,7	1,0
	Глина	10,0	0,0	18,4	50,5	18,5	0,8	1,0

Класс свай: Винтовые  
 Сваи и способы их устройства: Винтовые  
 Сейсмичность: Менее 7 баллов  
 Длина свай, м: 10  
 Диаметр лопасти, мм: 1000  
 Коэффициент надежности по грунту  $\gamma_k$ : 1,40  
 Уровень ответственности сооружения ( $\gamma_p$ ): I уровень ( $\gamma_p = 1.20$ )  
 Условие устройства свай ( $\gamma_0$ ): Одна свая ( $\gamma_0 = 1.00$ )  
 Условия работы свай ( $\gamma_s$ ): Гл. и сугл. твердые, полутверд  
 Условия работы грунта под подошвой ( $\gamma_{sr}$ ):  
 Глубина заложения верха свай, м: 0  
 Ровная поверхность  
 Слой подсыпки  
 Форма сечения свай: Круглое сечение  
 Единый размер сечения свай по слоям  
 Диаметр, мм: 325

**Несущая способность свай, кН**

**Результаты расчета**

Сопротивление под подошвой свай, кН/м <sup>2</sup>	1443,26
Несущая способность по боковой поверхности, кН	365,4
Несущая способность под подошвой свай, кН	906,8
<b>Несущая способность свай, кН</b>	<b>1272,2</b>
<b>Расчетная нагрузка на сваю, кН</b>	<b>757,3</b>



Результаты расчёта можно сохранить в виде отчёта MS Excel, нажав кнопку

Книга1 - Microsoft Excel

Определение несущей способности сваи по СП 24.13330.2011

**1 Определение несущей способности сваи по СП 24.13330.2011**

**2 СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ**

**3**

**4 Основные параметры**

5 L, м = 10,00  $\gamma_k = 1,40$

6  $\gamma_{cs} = 0,80$   $\gamma_{pl} = 1,20$

7  $h_0, м = 0,00$   $\gamma_0 = 1,00$

**8**

**9 Расчёт несущей способности под подошвой**

10  $d, м = 1,00$   $\gamma_{cg} = 1,00$

11  $\gamma_{eq1} = 1,00$

12  $A, м^2 = 0,79$   $R, кПа = 1443,26$

**13**

14 Несущая способность под подошвой 906,8 [кН]

**15**

**16 Расчёт несущей способности по боковой поверхности**

17  $d, м = 0,33$   $u, м = 1,02$   $\langle f \rangle, кПа = 49,71$

**18**

19 Название грунта	H, м	H <sub>ср</sub> , м	$\gamma_{eq2}$	f, кН/м <sup>2</sup>
20 Супесь	2,0	1,00	1,00	35,0
21 Супесь	2,0	3,00	1,00	48,0
22 Супесь	1,0	4,50	1,00	54,5
23 Суглинок	2,0	6,00	1,00	50,0
24 Суглинок	1,3	7,65	1,00	52,5
25 Глина	1,7	9,15	1,00	63,7
26				
27 Сумма	10,0			

СП 24.13330.2011

Готово

Отчёт в программе MS Excel

## Пример расчета (DIN 1054:2005)

Рассмотрим пример расчета несущей способности сваи по методике DIN 1054:2005.

Исходные данные: длина сваи 10 м, диаметр буровой коронки 325 мм ,

коэффициент надежности 1.4, сопротивление под подошвой сваи 1443.26 кН/м<sup>2</sup>.

Массив грунта представлен тремя инженерно-геологическими элементами:

1. Супесь твердая:

- коэффициент увеличения диаметра  $k = 1.4$ .
- сцепление тела сваи с грунтом – 80 кН/м<sup>2</sup>

2. Суглинок полутвердый:

- коэффициент увеличения диаметра  $k = 1.4$ .
- сцепление тела сваи с грунтом – 90 кН/м<sup>2</sup>

3. Глина твердая:

- коэффициент увеличения диаметра  $k = 1.4$ .
- сцепление тела сваи с грунтом – 100 кН/м<sup>2</sup>

Заполняем данные на вкладке "DIN 1054:2005"

Исходные данные					
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>→ ↩ ✖</span> <span>☑ 🔄</span> </div>					
Грунт	H, м	k	Ø, мм	qsk, кН/м <sup>2</sup>	
▶ Супесь	5,0	1,4	455	80,0	
Суглинок	3,3	1,4	455	90,0	
Глина	10,0	1,4	455	100,0	
Длина сваи, м		10			
Коэффициент надежности $\gamma_k$		1,4			
Диаметр буровой коронки, мм		325			
Сопротивление под подошвой сваи, кН/м <sup>2</sup>		1443,26			
Глубина заложения верха сваи, м		0			





Модель создана. Теперь можно проводить расчёт несущей способности, нажав кнопку

GeoPile 3.0 - Пример5.gpl \*

Файл Расчет Результаты Сервис Справка

СП 24.13330.2011 DIN 1054:2005

**Исходные данные**

Грунт	H, м	k	Ø, мм	qsk, кН/м <sup>2</sup>
Супесь	5,0	1,4	455	80,0
Суглинок	3,3	1,4	455	90,0
Глина	10,0	1,4	455	100,0

Длина сваи, м: 10  
 Коэффициент надежности  $\gamma_k$ : 1,4  
 Диаметр буровой коронки, мм: 325  
 Сопротивление под подошвой сваи, кН/м<sup>2</sup>: 1443,26  
 Глубина заложения верха сваи, м: 0

**Результаты расчета**

Сопротивление под подошвой сваи, кН/м <sup>2</sup>	1443,26
Несущая способность по боковой поверхности, кН	1239,3
Несущая способность под подошвой сваи, кН	234,7
<b>Несущая способность сваи, кН</b>	<b>1474,0</b>
Расчетная нагрузка на сваю, кН	1052,8

**Несущая способность сваи, кН**

The diagram illustrates a vertical pile of length 10m. The soil is divided into three layers: Sand (Супесь) from 0 to 5m, Silt (Суглинок) from 5 to 8m, and Clay (Глина) from 8 to 11m. A red line shows the cumulative load capacity along the pile length. Key values are: 234,7 kN at the top (0m), 806,4 kN at the boundary between sand and silt (5m), 1231,0 kN at the boundary between silt and clay (8m), and 1474,0 kN at the bottom of the pile (10m).



Результаты расчёта можно сохранить в виде отчёта MS Excel, нажав кнопку

Microsoft Excel - Книга1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Введите вопрос

Arial Cyr 10 Ж К Ч

Snagit Window

A1 Определение несущей способности свай по DIN 1054:2005

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	<b>Определение несущей способности свай по DIN 1054:2005</b>											
2	L, м =	10,00										
3	d, м =	0,33										
4	R, кПа =	1 443,26										
5	γк =	1,40										
6												
7	Название грунта	H, м	k	d, м	qsk, кН/м <sup>2</sup>	u * qsk * h, кН						
8	Супесь	5,0	1,4	455,0	80,0	571,8						
9	Суглинок	3,3	1,4	455,0	90,0	424,5						
10	Глина	1,7	1,4	455,0	100,0	243,0						
11												
12	Сумма	10,0				1 239,3						
13												
14	Несущая способность под подошвой					234,7	[кН]					
15	Несущая способность по боковой поверхности					1 239,3	[кН]					
16	Несущая способность					1 474,0	[кН]					
17	Расчетное продольное усилие					1 052,8	[кН]					
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												

Готово

ДIN 1054-2005 / qsk / Fd1 / Fd2 / Fd /

Отчёт в программе MS Excel

## Литература

1. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85\*.
2. DIN 1054:2005