

# Инженерно-геологическая разведка

**Инженерно-геологическая разведка** – это комплекс работ (полевых, лабораторных, камеральных), выполненных различными методами для получения количественной информации, необходимой для расчета устойчивости зданий и сооружений (для выполнения окончательных расчетов) и прогноза развития геологических процессов при взаимодействии сооружения с геологической средой.

- Задачи разведки:
- 1. Изучение геологического разреза, состава, состояния и свойств пород, их обводненности, развития геологических процессов и явлений в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой,
- 2. Выделение ИГЭ в СВ и составление геологического разреза,
- 3. Определение нормативных (обобщенных) и расчетных показателей свойств грунтов, для выполнения инженерно-геологических расчетов зданий и сооружений и составления прогноза .

- ИГ разведка выполняется тогда, когда известно место строительства сооружений (т.е. привязано к месту)
- СВ- это объем грунта на который воздействует сооружение, в результате чего изменяется напряженное состояние грунта, температурный и влажностный режим и который влияет на устойчивость сооружений.
- Границы сферы взаимодействия необходимо определять чтобы знать на какую глубину и площадь проводить ИГР.

В зависимости от формы СВ , ее размеров, строения выбирается методика инженерно-геологических исследований, определяется состав и устанавливается объем работ. Поэтому чтобы правильно выполнить инженерно-геологическую разведку нужно до составления ее программы определить примерные границы СВ

**Границы СВ можно определить только при условиях:**

- когда сооружение привязано к участку,
- когда известны его размеры, назначение и характер эксплуатации
- характер ИГ разреза.

При выполнении этих условий границы СВ с геологической средой определяются разными способами в зависимости от:

- вида сооружения
- характера его эксплуатации
- категории сложности ИГУ

Допускается для **простых условий**

(предусматривается развитие только осадки) и типового строительства определять размеры СВ нормативным способом.

В таком случае границы СВ, будут равны:

По площади – контуру сооружения + 1-2 метра зона благоустройства

По глубине- глубине активной зоны (осадка), в зависимости от типа фундамента и нагрузки

## В соответствии с СП 11-105-97 (на основе обобщения)

8.5. Глубины горных выработок при изысканиях для зданий и сооружений, проектируемых на естественном основании, следует назначать в зависимости от величины сферы взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой и, прежде всего, величины сжимаемой толщи с заглублением ниже нее на 1-2 м.

При отсутствии данных о сжимаемой толще грунтов оснований фундаментов глубину горных выработок следует устанавливать в зависимости от типов фундаментов и нагрузок на них (этажности) по табл. 8.2.

| Здание на ленточных фундаментах         |                                                   | Здание на отдельных опорах |                                                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|
| Нагрузка на фундамент, кН/м (этажность) | Глубина горной выработки от подошвы фундамента, м | Нагрузка на опору, кН      | Глубина горной выработки от подошвы фундамента, м |
| До 100 (1)                              | 4-6                                               | До 500                     | 4-6                                               |
| 200 (2-3)                               | 6-8                                               |                            | 5-7                                               |
| 500 (4-6)                               | 9-12                                              | 2500                       | 7-9                                               |
| 700 (7-10)                              | 12-15                                             | 5000                       | 9-13                                              |
| 1000 (11-16)                            | 15-20                                             | 10000                      | 11-15                                             |
| 2000 (более 16)                         | 20-23                                             | 15000                      | 12-19                                             |
|                                         |                                                   | 50000                      | 18-26                                             |

В соответствии с пунктом 8.6. Глубину горных выработок при **плитном типе** фундамента (ширина фундаментов более 10 м) следует устанавливать по расчету, а при отсутствии необходимых данных глубину выработок следует принимать равной половине ширины фундамента, но не менее 20 м для нескальных грунтов.

в соответствии с пунктом 8.7. Глубину горных выработок для **свайных фундаментов** в дисперсных грунтах следует принимать, как правило, ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай не менее чем на 5 м (СП 24.13330).

При нагрузке на куст висячих свай свыше 3000 кН, а также при свайном поле под всем сооружением глубину 50% выработок в нескальных грунтах следует устанавливать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай, как правило, не менее чем на 10 м.

Глубину горных выработок при опирании или заглублении **свай в скальные грунты** следует принимать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай не менее чем на 2 м.

# ИГЭ

- За ИГЭ принимают некоторый объем грунта одного и того же происхождения и вида при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно), либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь (ГОСТ 20522).

## Выделение инженерно-геологического элемента (ИГЭ)

В соответствии с ГОСТ 20522 Исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида.

Характеристики грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ.

Окончательное выделение ИГЭ проводят на основе оценки характера пространственной изменчивости характеристик грунтов и их коэффициента вариации, а также сравнительного коэффициента вариации. При этом необходимо установить, изменяются характеристики грунтов в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом или имеет место их закономерное изменение в каком-либо направлении (чаще всего с глубиной).

Для анализа используют физические характеристики, а при достаточном количестве и механические.

- Если установлено, что характеристики грунтов изменяются в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом, этот элемент принимают за окончательный независимо от значений коэффициента вариации характеристик.
- За единый инженерно-геологический элемент могут быть приняты грунты, представленные часто сменяющимися тонкими (менее 20 см) слоями и линзами грунтов различного вида. Слои и линзы, сложенные рыхлыми песками, глинистыми грунтами с показателем текучести более 0,75, илами, сапропелями, заторфованными грунтами и торфами, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их толщины.
- 4.5. При наличии закономерного изменения характеристик грунтов в каком-либо направлении (чаще всего с глубиной) следует решить вопрос о необходимости разделения предварительно выделенного ИГЭ на два или несколько новых ИГЭ.
- Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие
- $V < V_{\text{доп}}$  (1)
- где  $V$  – коэффициент вариации;
- $V_{\text{доп}}$  – допустимое значение  $V$ , принимаемое равным для физических характеристик 0,15, а для механических – 0,30.
- Если коэффициенты вариации превышают указанные значения, дальнейшее разделение ИГЭ проводят так, чтобы для вновь выделенных ИГЭ выполнялось условие (1).
- Разделение ИГЭ может быть проведено на основе сравнения средних значений характеристик грунта во вновь выделенных ИГЭ в соответствии с приложением Б.

$$V = \frac{S}{X_n}$$

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_n - X_i)^2}$$

- Все расчеты оснований должны выполняться с использованием расчетных значений характеристик грунтов  $X$ , определяемых по формуле

$$X = X_n / \gamma_g,$$

где  $X_n$  - нормативное значение данной характеристики;

$\gamma_g$  - коэффициент надежности по грунту.

- Коэффициент надежности по грунту при вычислении расчетных значений прочностных характеристик  $\varphi$ ,  $c$  и  $c_u$  **дисперсных грунтов** и  $R_c$  **скальных грунтов**, а также **плотности грунта  $\rho$**  устанавливаются в зависимости от изменчивости этих характеристик, числа определений и значения доверительной вероятности  $\alpha$  ([ГОСТ 20522](#)).
- Для прочих характеристик грунта допускается принимать  $\gamma_g$  **равным 1**.
- Доверительную вероятность расчетных значений характеристик грунтов  $\alpha$  принимают равной при расчетах оснований по первой группе предельных состояний 0,95, по второй группе - 0,85.

- Нормативное значение  $X_n$  всех физических (влажности, плотности, пластичности и т. п.) и механических характеристик грунтов (модуля деформации, предела прочности на одноосное сжатие, относительных просадочности и набухания и т. п.) принимают равным среднеарифметическому значению и вычисляют по формуле

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- где  $n$  – число определений характеристики;
- $X_i$  – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных  $i$ -х опытов.

Вычисляют коэффициент надежности по грунту  $\gamma_g$  по формуле

$$\gamma_g = \frac{1}{1 \pm \rho_\alpha}$$

$$\rho_{\alpha} = \frac{t_{\alpha} V}{\sqrt{n}}$$

где  $t_{\alpha}$  – коэффициент, принимаемый по таблице Ж.2 приложения Ж в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности  $\alpha$  и числа степеней свободы  $K = n - 1$ .



- Пример оформления результатов расчета нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов

**Таблица нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов**

|          |                        |                                                                                           |                             |                                    |                |                |                                    |                           |                      |                |                             |                         |                                 |                |                |                                                |                |                | Таблица 1                                           |
|----------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------------|
| №<br>ИГЭ | Геол.<br>генет.<br>тип | Описание грунтов                                                                          | Влажность<br>природная<br>% | Плотность грунта, т/м <sup>3</sup> |                |                | Кoeffи-<br>циент<br>влаж-<br>ности | Степень<br>влаж-<br>ности | Влажность на границе |                | Число<br>пластиче-<br>ности | Показатель<br>текучести | Угол внутреннего трения, градус |                |                | Удельное сцепление, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                |                | Модуль<br>деформации,<br>МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |
|          |                        |                                                                                           | W                           | ρ                                  | ρ <sub>d</sub> | ρ <sub>s</sub> | ε                                  | S <sub>r</sub>            | W <sub>L</sub>       | W <sub>p</sub> | I <sub>p</sub>              | I <sub>c</sub>          | φ                               | φ <sub>n</sub> | φ <sub>c</sub> | C                                              | C <sub>n</sub> | C <sub>c</sub> | E                                                   |
| 714f     | f                      | Насыпной грунт-гравий, битый кирпич, строительный мусор с суглинистым заполнителем до 40% |                             |                                    |                |                |                                    |                           |                      |                |                             |                         |                                 |                |                |                                                |                |                |                                                     |
| 302      | al                     | Суглинок аллювиальный легкий полутвердой консистенции                                     | 21,0                        | 2,00                               | 1,66           | 2,71           | 0,63                               | 0,9                       | 30                   | 19             | 11                          | 0,21                    | 24                              | 24             | 21             | 31                                             | 31             | 21             | 22                                                  |
|          |                        |                                                                                           |                             |                                    |                |                |                                    |                           |                      |                |                             |                         |                                 |                |                | 0,31                                           | 0,31           | 0,21           | 220                                                 |
| 304      | al                     | Суглинок аллювиальный легкий мягкопластичной консистенции                                 | 25,4                        | 1,96                               | 1,56           | 2,71           | 0,74                               | 0,94                      | 29                   | 19             | 10                          | 0,60                    | 18                              | 18             | 16             | 20                                             | 20             | 13             | 12                                                  |
|          |                        |                                                                                           |                             |                                    |                |                |                                    |                           |                      |                |                             |                         |                                 |                |                | 0,20                                           | 0,20           | 0,13           | 120                                                 |
| 401      | al                     | Супесь аллювиальная твердой консистенции                                                  | 6,8                         | 2,02                               | 1,89           | 2,70           | 0,43                               | 0,43                      | 16                   | 13             | 3                           | >0                      | 30                              | 30             | 26             | 21                                             | 21             | 14             | 32                                                  |
|          |                        |                                                                                           |                             |                                    |                |                |                                    |                           |                      |                |                             |                         |                                 |                |                | 0,21                                           | 0,21           | 0,14           | 320                                                 |

Страница 1

- Расчетные значения характеристик грунтов  $\varphi$ ,  $c$ ,  $c_u$  и  $\rho$  для расчетов по несущей способности обозначают,  $\varphi_I$ ,  $c_I$ ,  $c_{uI}$  и  $\rho_I$ , а по деформациям -  $\varphi_{II}$ ,  $c_{II}$ ,  $c_{uII}$  и  $\rho_{II}$ .