

Специальный курс

# Основные положения геотехнических расчётов в программе PLAXIS

3 дня | 51 000 руб./чел.

## Основная цель

Получить представление о моделях грунта, типах их поведения, исходных данных, основных видах расчётов и анализе результатов в программе PLAXIS.

## Направленность

Курс предназначен для пользователей программы PLAXIS, выполняющих численные расчёты различных сооружений. Основное преимущество численных расчётов по сравнению с аналитическими — использование комплексных геомеханических моделей грунта, позволяющих получать более точные и полные результаты расчётов для инженерно-геологических условий любой сложности. Для понимания принципов работы программы необходимо восстановить знания по механике грунтов.

## Рассматриваемые вопросы

- Общие представления о современной механике грунтов и геотехнике.
- Краткие сведения о теории прочности и жёсткости грунтов.
- Определение напряжений в грунтах, влияние начальных параметров грунтового массива на результаты расчётов.
- Комплексные геомеханические модели грунтов (Soft Soil, Hardening Soil, Hardening Soil Small) и их особенности, отличия от простых моделей (Mohr-Coulomb, Linear Elastic).
- Понятие траектории напряжений и его значимость в численных расчётах.
- Виртуальные испытания моделей грунта и их сравнение с лабораторными (программа SoilTest).
- Типы недренированного поведения моделей (Drained; Undrained A, B, C) и принципы их назначения и верификации.

## Практические занятия

- Расчёт напряжений в грунтовом массиве.
- Работа в виртуальной лаборатории SoilTest.
- Выбор параметров прочности моделей.
- Получение параметров модели Hardening Soil и Hardening Soil Small.
- Переход из модели SoftSoil в модель Hardening Soil.

## Автор и ведущий курсов

Федоренко Евгений Владимирович, к. г.-м. н., инженер-геотехник с 18-летним стажем, специалист по численному моделированию в PLAXIS и расчётам сооружений на слабых основаниях, автор более 80 научных работ по геотехнике.

## Программа спецкурса

День первый

### Параметры прочности и жёсткости грунта. Программа SoilTest

1. Введение в современную геотехнику. Полевые испытания грунтов.
2. Напряжения в грунтовом массиве: эффективные, полные, избыточное поровое давление. Закон Терцаги.  
*Практика.* Определение напряжений от собственного веса и внешней нагрузки с учётом воды и без неё.
3. Параметры прочности грунтов. Эффективная и недренированная прочность. Основные методы получения параметров прочности (трёхосные испытания, одноплоскостной срез). Теория порового давления К. Терцаги и теория плотности-влажности Н. Н. Маслова. Пиковая и остаточная прочность.  
*Практика.* Мобилизованная и максимальная прочность. Запас прочности.
4. Параметры жёсткости грунтов. Модуль упругости и деформации, способы определения. Понятие опорного модуля деформации  $E_{50}^{ref}$  и  $E_{oed}^{ref}$ . Трёхосные и компрессионные испытания, сопоставление модулей. Логарифмическое представление компрессионной кривой и её параметры. Определение параметра  $m$ .  
*Практика.* Получение одометрического, трёхосного и упругого модулей; параметр  $m$ .
5. Виртуальная грунтовая лаборатория SoilTest. Компрессионные, трёхосные испытания, испытания в приборе истинного трёхосного сжатия. Анализ основных зависимостей.  
*Практика.* Работа в SoilTest. Получение параметров модели Hardening Soil.

День второй

### Модели грунтов. Недренированное поведение. Начальные условия: $K_0$ , OCR

1. Модели грунтов. Общие принципы работы моделей. Простые модели: Linear Elastic, Mohr-Coulomb. Комплексные геомеханические модели: Hardening Soil, Soft Soil, Soft Soil Creep. Основные рекомендации по выбору.  
*Практика:* Сопоставление поведения моделей грунта.
2. Траектории напряжений: в зависимости от вида нагружения; в зависимости от условий дренирования. Кембриджское пространство «p-q».  
*Практика:* Построение траекторий нагружения для расчёта возведения сооружения и откопки котлована (взаимное влияние).
3. Типы недренированного поведения моделей: Undrained A, B, C.  
*Практика:* Сравнение поведения моделей по условиям дренирования.
4. Получение параметров модели Hardening Soil и сопоставление результатов расчёта со штамповыми испытаниями. Влияние начальных условий (коэффициент бокового давления  $K_0$ , коэффициент переуплотнения OCR) на конечный результат.  
*Практика.* Верификация модели по штамповым испытаниям.

Третий день

## Слабые основания.

# Модели SoftSoil и SoftSoilCreep

### Основная цель

Дополнительный день проводится с целью получить представление о моделях грунта SoftSoil и SoftSoilCreep, их параметрах, принципах работы и практическом применении в расчётах сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах.

### Направленность

Основное применение моделей SoftSoil и SoftSoilCreep — слабые основания, сложенные глинистыми водонасыщенными грунтами. Основной вид воздействия — нагружение слабого основания во времени (консолидация) с учётом изменения прочности. Решаемые задачи — расчёты осадки, времени консолидации, определение стадийности, оценка устойчивости.

### Рассматриваемые вопросы

- Требования к лабораторным испытаниям для получения параметров модели.
- Теоретическая часть по принципам работы моделей грунта SoftSoil и SoftSoilCreep: параметры жёсткости; учёт нелинейной зависимости между напряжениями и деформациями в расчётах осадки; фильтрационная консолидация и ползучесть.
- Влияние начального состояния (переуплотнения) на величину осадки и расчёты экскавации грунта в котлованах и выемках.
- Поведение моделей Drained, Undrained A (влияние избыточного порового давления на прочность).

### Практические занятия

- Сопоставление результатов расчёта осадки по моделям SoftSoil и Mohr-Coulomb — выявление области применимости моделей.
- Моделирование типа поведения Undrained A в расчётах консолидации с упрочнением (сочетания с типами расчёта Plastic и Consolidation).
- Осадка до и после экскавации грунта, влияние начального состояния модели ( $K_0$ ,  $OCR$ ,  $POP$ ).
- Моделирование возведения грунтового сооружения (насыпь, дамба, хвостохранилище и т. п.) на слабом обводнённом основании.

### Автор и ведущий курсов

Федоренко Евгений Владимирович, к. г.-м. н., инженер-геотехник с 18-летним стажем, специалист по численному моделированию в PLAXIS и расчётам сооружений на слабых основаниях, автор более 80 научных работ по геотехнике.

## Программа третьего дня

### День третий

1. Введение.
2. Параметры жёсткости в модели SoftSoil. Учёт нелинейности компрессионной кривой.  
*Практика.* Расчёт осадки с использованием модуля деформации. Анализ протокола лабораторных испытаний и получение параметров модели SoftSoil. Валидация параметров модели в SoilTest.
3. Теоретические предпосылки модели SoftSoil. Пространство «p-q» координат.  
*Практика.* Поведение модели SoftSoil в зависимости от параметров начального состояния (OCR).
4. Параметры прочности грунтов. Тип поведения Undrained A. Теория нормальноуплотнённых грунтов.
5. Теоретические предпосылки модели SoftSoilCreep. Консолидационные испытания. Параметры первичной (фильтрационной) и вторичной консолидации (ползучесть).  
*Практика.* Расчёт насыпи на слабом водонасыщенном глинистом основании с использованием моделей грунта SoftSoil и SoftSoilCreep и типом поведения Undrained A.