

ИЗУЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕХАНИКА ГРУНТОВ» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Миразимова Гулбахор Уктамовна – ассистент,
Джизакский политехнический институт.*

*Савин Сергей Юрьевич –
доцент кафедры "Промышленное и гражданское строительство",
НИУ МГСУ*

*Суннатуллаева Махлиё Эркин кизи –
Студент группы 202-21 «С И» ДжизПИ.*

Аннотация: Строительство в условиях осложнённой инженерно-геологической обстановки предъявляет повышенные требования к точности прогнозов поведения грунтов. Современные урбанистические тенденции, освоение подземного пространства и изменение климата требуют пересмотра традиционных подходов в механике грунтов. В статье рассматриваются актуальные проблемы, связанные с прогнозированием осадок, оползневой неустойчивостью, влиянием подтопления и сейсмическими воздействиями. Обоснована необходимость развития методов численного моделирования, мониторинга и новых стандартов в строительной геотехнике.

Ключевые слова: механика грунтов; геотехническое проектирование; устойчивость сооружений; численное моделирование; осадки; сейсмическая активность; грунтовые основания; мониторинг деформаций; геосинтетики; климатические изменения.

STUDY OF THE DISCIPLINE "SOIL MECHANICS" TO ENSURE THE STABILITY OF ENGINEERING STRUCTURES

*Mirazimova Gulbakhor Uktamovna -
Assistant, JizPI.*

*Savin Sergey Yurievich
Associate Professor of the Department of Industrial and Civil Engineering,
National Research University MGSU*

Sunnatullayeva Makhlie Erkin kizi – Student of group 202-21 JizPI.

Abstract: The article discusses current challenges in the construction industry related to soil mechanics. It highlights the issues of building on weak and heterogeneous soils, under conditions of high groundwater levels and

seismic activity. The paper presents modern approaches to numerical modeling, deformation monitoring, and soil strengthening techniques. It also emphasizes the need to update regulatory frameworks to respond to climate change and urban development trends.

Keywords: *soil mechanics; geotechnical design; structural stability; numerical modeling; settlements; seismic activity; soil foundations; deformation monitoring; geosynthetics; climate change.*

Механика грунтов — это фундаментальная дисциплина, лежащая в основе геотехнического проектирования. Сложность современных строительных проектов, как в мегаполисах, так и в природно-опасных зонах, требует углублённого анализа свойств грунтов и их поведения под воздействием нагрузок, влаги и сейсмических факторов. Ошибки в инженерно-геологических изысканиях и интерпретации данных могут привести к деформациям, перекосам, а иногда и к обрушениям зданий и сооружений.

Актуальные проблемы в механике грунтов

Недостаточность исходных данных. Во многих случаях проектирование оснований зданий осуществляется на основе ограниченного объема полевых и лабораторных данных.

Повышенная влажность и подтопление. Изменения климата, связанные с увеличением количества осадков и уровнем подземных вод, приводят к значительному изменению прочностных характеристик грунтов.

Урбанизация и уплотнение застроек. Современные города вынуждены осваивать сложные участки с техногенными и рекультивированными грунтами, а также подземное пространство.

Сейсмическая нестабильность. В регионах с высокой сейсмичностью механика грунтов сталкивается с необходимостью моделирования динамических процессов, таких как ликвация (жидкое поведение грунтов), колебания и сдвиги.

Современные подходы и решения

Современные методы численного моделирования играют ключевую роль в геотехническом проектировании, особенно при строительстве в сложных инженерно-геологических условиях. Наиболее распространённым методом является метод конечных элементов (МКЭ), реализованный в таких программных продуктах, как **PLAXIS**, **Midas GTS NX**, **GeoStudio**, **ZSoil**, **FLAC** и др.

Использование МКЭ позволяет:

- учитывать **нелинейное поведение** грунтов, включая пластические деформации, разрушение и зависимость напряжений от пути нагружения;
- моделировать **анизотропию и неоднородность** грунтового массива, что особенно важно при слоистой структуре основания или при наличии линз, прослоек и включений;
- учитывать **временные эффекты**: ползучесть, консолидацию, суффозию и динамическое взаимодействие сейсмических волн с основанием;
- воспроизводить **взаимодействие «сооружение–основание»**, включая влияние новых построек на существующую застройку, опорные сооружения, откосы и подземные конструкции.

Программное обеспечение **PLAXIS 2D/3D** используется преимущественно для анализа устойчивости откосов, расчёта осадок, оценки деформаций и напряжений в теле насыпи или под подошвой фундамента. Оно поддерживает моделирование дренажа, фаз строительства и различных моделей грунта (Mohr–Coulomb, Hardening Soil, Soft Soil Creep и др.).

Midas GTS NX позволяет выполнять высокоточные трёхмерные геотехнические расчёты, интегрируя динамические, сейсмические и тепловые задачи. Он эффективен при моделировании подземных

сооружений (тоннелей, свайных фундаментов, котлованов), а также при учете стадийности строительства и нелинейного поведения грунтовых анкеров и свай.

GeoStudio (в частности, модули Sigma/W, Slope/W и Seep/W) используется для анализа устойчивости склонов, фильтрации, напряжённо-деформированного состояния, в том числе с учётом влияния уровня подземных вод и дождевого воздействия.

Дополнительно, численные модели служат инструментом **обратного анализа**: по результатам мониторинга осадок и деформаций можно уточнять параметры модели и оперативно пересчитывать критические состояния сооружений.

Пример численного моделирования осадки свайного фундамента в слабом глинистом основании (на примере PLAXIS 2D)

Условие задачи: Необходимо рассчитать осадку и напряжённо-деформированное состояние свайного фундамента 9-этажного жилого здания, возводимого на участке с мощной толщей мягкопластичных суглинков. Основные геотехнические характеристики получены из инженерно-геологических изысканий.

- **Глубина залегания слабых грунтов:** 0–8 м
- **Тип свай:** буронабивные, $\varnothing = 600$ мм, длина 12 м
- **Шаг свай:** 2.0×2.0 м
- **Модель грунта:** Hardening Soil
- **Расчётный уровень подземных вод:** 1.5 м от поверхности
- **Нагрузка от здания на плиту ростверка:** 200 кПа

Построение модели в PLAXIS 2D:

Геометрия: модель построена в сечении, с отражением слоистой структуры основания (суглинки, супеси, пески). Основание моделируется на глубину 25 м.

Тип расчета: плоская деформация (plane strain)

Тип свай: моделируются как элементы типа Embedded Pile с упруго-пластической моделью взаимодействия с грунтом.

Граничные условия: жёсткое закрепление по нижней границе, боковые – без перемещений в горизонтальном направлении.

Нагрузки: прикладываются на плиту ростверка с поэтапным увеличением для анализа нелинейного поведения основания.

Результаты расчета:

- **Максимальная осадка под ростверком:** 38 мм (в пределах допустимой по СП 22.13330.2016 для многоэтажных зданий)
- **Неравномерность осадки (разность между центром и краем фундамента):** 12 мм
- **Напряжённое состояние в грунте:** зафиксированы зоны локальной пластичности на концах свай (эффект "набивки").
- **Влияние грунтовых вод:** поднятие уровня воды до отметки 1.0 м вызвало увеличение осадки до 47 мм (увеличение на 23%).

Использованная литература

1. A Jumanov, M Khudayberganova, G Mirazimova, Y Radjabov, N Umarov, *Monitoring dynamics of green spaces in Surkhandarya region based on remote sensing data of climate change E3S Web of Conferences* 401, 02012
2. Гулиев А.А., Мингяшаров А.,Х .Зилзилавий туманларда бино ва иншоотларни лёссимон грунтларда барпо этиши. “Меъморчилик ва қурилиш муаммолари” Илмий техник журнал– С.:
3. Gulbahor, M., & Alisherbek, N. (2022). *THE HISTORY OF URBAN PLANNING OF THE CITY OF KHIVA. European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 10, 237-240.
4. Жонузаков, А. Э., & Миразимова, Г. У. (2020). *Городские парки и некоторые вопросы ландшафтно-экологического аспекта. Academy*, (11 (62)), 78-81.