



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСАДОЧНОСТИ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ И ИХ ПРИМЕНИМОСТЬ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Курский П.В.

Соискатель, ООО «Альтернативный проект»,  
Республика Беларусь  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.20121752>

### ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 07-may 2026 yil  
Ma'qullandi: 09-may 2026 yil  
Nashr qilindi: 11-may 2026 yil

### KEY WORDS

lyoss gruntlari, cho'kuvchanlik, kompression sinovlar, dala sharoitidanimlash, GOST 25100, ShNK, O'zbekiston, muhandislik geologiyasi, riskka yo'naltirilgan yondashuv.

### ABSTRACT

Mazkur maqola O'zbekiston hamda qator xorijiy davlatlar muhandislik-geologik amaliyotida qo'llaniladigan lyoss gruntlarining cho'kuvchanlik xossalari aniqlashning asosiy usullarini qiyosiy tahlil qilishga bag'ishlangan. Unda laboratoriya sharoitidagi kompression sinov usuli, tajriba kotlovanlarini dala sharoitida namlash usuli, shuningdek, GOST 25100 va O'zbekiston Respublikasi qurilish me'yorlari hamda qoidalari (ShNK 2.01.03-19) asosidagi hisobiy usullar ko'rib chiqilgan. Har bir usul bo'yicha qo'llash sohasi, afzalliklari, cheklovlari va mintaqaviy grunt sharoitlarida uchraydigan xos xatoliklar yoritilgan. Adabiyotlar ma'lumotlari va e'lon qilingan tadqiqotlar natijalari asosida usullarning ishonchliligi qiyosiy baholangan. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, iqtisodiy jihatdan maqbul xarajatlar sharoitida eng ishonchli natijalar kompression sinovlarni I turdagi cho'kuvchan lyoss gruntlari mavjud maydonlarda majburiy dala verifikatsiyasi bilan birgalikda qo'llash orqali olinadi. Tadqiqot natijalari O'zbekiston sharoitida poydevorlarni loyihalashda riskka yo'naltirilgan yondashuvlarni ishlab chiqishda qo'llanishi mumkin.

### 1. Введение

Лёссовые и лёссовидные грунты занимают около 60% территории Узбекистана и подстилают большинство городских и сельских застроенных территорий страны [8]. Характерной особенностью данных грунтов является просадочность – способность давать дополнительную осадку при замачивании под нагрузкой. Незнание или недооценка просадочных свойств грунтового основания в процессе проектирования и строительства приводит к значительным деформациям зданий, разрывам инженерных сетей и, в ряде случаев, к авариям [1].

Несмотря на длительную историю изучения лёссов в Средней Азии (работы Е.М. Сергеева, В.П. Ананьева, И.М. Горькова, Х.Я. Ярмухамедова и др.), вопрос выбора

оптимального метода оценки просадочности для конкретных грунтовых условий остаётся дискуссионным. Каждый из методов (лабораторный, полевой или расчётный) обладает своими ограничениями, а нормативная база Узбекистана до настоящего времени не содержит чёткого регламента их применения в зависимости от категории сложности геологических условий.

Цель настоящей статьи – систематизировать и сопоставить существующие методы определения просадочности лёссовых грунтов, выявить их сильные и слабые стороны применительно к условиям Узбекистана, а также сформулировать практические рекомендации по их рациональному использованию.

## 2. Характеристика лёссовых грунтов Узбекистана

Лёссы Узбекистана представлены преимущественно покровными отложениями плейстоценового возраста мощностью от 5–10 м в предгорных зонах до 20–40 м на лёссовых плато Центральной Ферганы и Кашкадарьинской впадины. По гранулометрическому составу они относятся к пылеватым суглинкам и супесям с содержанием пылеватых частиц (0,05–0,005 мм) до 55–70% [5].

Согласно ШНК 2.01.03-19 и ГОСТ 25100-2020, лёссовые грунты подразделяются на два типа просадочности: I тип – просадка возможна только под нагрузкой, от собственного веса грунта просадки нет (относительная просадочность  $\delta sl < 0,01$  в верхних слоях); II тип – просадка происходит как под нагрузкой, так и от собственного веса при полном замачивании ( $\delta sl \geq 0,01$  во всей просадочной толще) [3]. Территории со II типом просадочности распространены в Ферганской долине, Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях, что существенно осложняет проектирование оснований.

Дополнительную сложность представляет высокая пространственная изменчивость свойств лёссов в горизонтальном и вертикальном направлениях, обусловленная фациальными различиями, степенью выветривания и различными историями водного режима. Коэффициент вариации относительной просадочности  $\delta sl$  по данным изысканий на одной площадке нередко составляет 30–50%, что принципиально важно при оценке надёжности расчётных методов [2].

## 3. Основные методы определения просадочности

### 3.1. Лабораторный компрессионный метод

Компрессионный метод является наиболее распространённым в практике инженерных изысканий в Узбекистане. Суть метода заключается в определении относительной просадочности  $\delta sl$  по формуле:

$$\delta sl = (hp - h_{sat}) / h_0,$$

где  $hp$  – высота образца природной влажности под нагрузкой  $p$ ;  $h_{sat}$  – высота образца после замачивания под той же нагрузкой;  $h_0$  – начальная высота образца [3].

Метод реализуется в двух модификациях: одноприборное испытание (последовательное нагружение до расчётного давления, затем замачивание) и двухприборное испытание (параллельное испытание двух образцов – при природной влажности и при замачивании). Двухприборная схема считается более точной, однако удваивает расход материала и время испытания.

Главное ограничение метода применительно к узбекским лёссам это нарушение природной структуры при отборе образцов. Лёссы обладают метастабильной агрегатной структурой, чувствительной к механическим воздействиям при бурении и

транспортировке; по данным ряда авторов [6], погрешность  $\delta sl$  из-за нарушения структуры может достигать 15–25% для образцов, отобранных из скважин глубиной более 8 м.

### 3.2. Метод полевого замачивания

Метод полевого замачивания опытных котлованов (ГОСТ 23161-2021) предполагает устройство котлована с гидроизоляционным поддоном, длительное замачивание грунтового массива и измерение осадки марок по периметру и в центре. Глубина замачивания при полном водонасыщении всей просадочной толщи может занимать от нескольких недель до 3–6 месяцев.

Метод обеспечивает наиболее достоверную оценку суммарной просадки по всей толще в натурных условиях и фактически является единственным способом надёжного определения типа просадочности при значительной мощности лёссовой толщи (более 10–12 м). Его принципиальные недостатки – высокая стоимость (в 5–10 раз выше лабораторных испытаний), длительность проведения, а также сложность интерпретации при неоднородном напластовании и наличии прослоев непросадочных грунтов [4].

В узбекской практике метод применяется преимущественно для объектов I и II уровней ответственности в районах с II типом просадочности, тогда как для рядового жилищного строительства ограничиваются лабораторными данными – что является источником систематических ошибок при проектировании.

### 3.3. Расчётные методы по ГОСТ 25100 и ШНК

Нормативные расчётные формулы позволяют оценить относительную просадочность по косвенным показателям (показателю текучести  $IL$ , пористости  $e$  и степени влажности  $Sr$ ). В действующем ШНК 2.01.03-19 для предварительной оценки рекомендована формула Ананьева В.П. [7]:

$$\delta sl = A \cdot (e - e0) / (1 + e),$$

где  $e$  – пористость при природной влажности;  $e0$  – пористость при полном водонасыщении;  $A$  – региональный коэффициент, принимаемый по таблицам норм.

Достоинство расчётного метода – быстрота и дешевизна при наличии физических характеристик грунта. Вместе с тем региональный коэффициент  $A$  был откалиброван по данным, полученным преимущественно в 1970–80-х годах, и не учитывает современных изменений водного режима в орошаемых районах Узбекистана. Среднеквадратическое отклонение прогнозируемых значений  $\delta sl$  от опытных по данным сравнительных исследований составляет 0,02–0,04, что соответствует погрешности до 50–80% относительно пороговых значений [5].

### 4. Сравнительный анализ методов

Для систематического сопоставления методов в таблице 1 приведены их основные характеристики по ключевым критериям, существенным для проектной практики Узбекистана.

Таблица 1. Сравнительная характеристика методов определения просадочности лёссовых грунтов

Критерий	Компрессионный метод	Полевое замачивание	Расчётный метод (ШНК)
----------	----------------------	---------------------	-----------------------

Достоверность результата	Средняя–высокая (при ненарушенных образцах)	Высокая (натурные условия)	Низкая–средняя (погрешность до 50–80%)
Учёт структуры грунта	Частичный (нарушение при отборе)	Полный	Косвенный (через пористость)
Стоимость	Низкая–средняя	Высокая (в 5–10 раз выше лаборатории)	Минимальная
Время проведения	3–7 суток на образец	1–6 месяцев	Часы
Применимость при глубине > 10 м	Ограниченная	Полная	Ограниченная
Нормативная основа в Узбекистане	ГОСТ 12248, ШНК 2.01.03-19	ГОСТ 23161-2021	ШНК 2.01.03-19 (приложение)
Рекомендуемая сфера применения	I–II уровень ответственности, все типы просадочности	II тип просадочности, крупные объекты	Предварительная оценка, простые условия

*Примечание: составлено автором на основе [3, 4, 7, 9].*

Из таблицы видно, что ни один из методов не является универсальным. Компрессионный метод занимает промежуточное положение по всем ключевым параметрам и остаётся основным рабочим инструментом при массовых изысканиях. Его ограничения наиболее критичны для глубоких лёссовых толщ (более 10 м) и для грунтов с выраженной макропористостью, характерной для Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областей.

Расчётный метод по ШНК допустим лишь на начальных стадиях проектирования и при объектах III уровня ответственности с I типом просадочности. Его систематическое применение без верификации полевыми или лабораторными данными является распространённой ошибкой в практике узбекского строительства, нередко ведущей к недооценке риска просадки.

### **5. Региональные особенности применения методов в Узбекистане**

Помимо методических ограничений, существенную роль играют региональные инженерно-геологические факторы. Для условий Узбекистана наиболее значимыми из них являются следующие.

Ирригационное замачивание. В орошаемых районах (Ферганская долина, Хорезмская область) уровень грунтовых вод за последние 50 лет существенно поднялся,

а режим увлажнения лёссов принципиально изменился по сравнению с природным. Это снижает репрезентативность лабораторных образцов природной влажности и повышает ценность полевых методов [5].

Сейсмичность территории. Узбекистан является сейсмически активным регионом (7–9 баллов), и сейсмические воздействия способны изменять структуру лёссов и их просадочные свойства. Данный фактор практически не отражён в действующих методиках лабораторных испытаний.

Глубина залегания лёссовых толщ. В горных предгорьях (Чирчикская, Ангренская, Кашкадарьинская зоны) мощность лёссов нередко превышает 20 м, а давление от собственного веса грунта на глубине 15–20 м составляет 250–350 кПа. При таких нагрузках лабораторные испытания при стандартном давлении (300 кПа) дают завышенные значения  $\delta s$  по сравнению с реальными [2].

#### **6. Обсуждение и практические рекомендации**

На основе проведённого анализа можно сформулировать следующие рекомендации по выбору метода определения просадочности лёссовых грунтов применительно к условиям Узбекистана.

Для объектов I и II уровней ответственности основным методом определения просадочности должны являться лабораторные компрессионные испытания по двухприборной схеме с отбором монолитов методом вдавливания (без вращения), при этом давление испытания должно соответствовать природному давлению на глубине отбора плюс давление от нагрузки фундамента.

При мощности лёссовой толщи более 10 м или при наличии II типа просадочности для объектов I уровня ответственности лабораторные данные должны быть верифицированы результатами полевого замачивания опытного котлована минимум на одной площадке с характерными для данного района геологическими условиями.

Расчётный метод по ШНК следует использовать исключительно на стадии предпроектных разработок и при разработке схем территориального планирования, а его результаты не могут служить основанием для назначения типа фундамента без подтверждения лабораторными данными.

Необходимо также обновление региональных коэффициентов в расчётных формулах ШНК на основе современных массивов данных испытаний по Узбекистану – эта работа не проводилась с 1990-х годов и является актуальной задачей прикладной инженерной геологии.

#### **7. Заключение**

Сравнительный анализ методов определения просадочности лёссовых грунтов показал, что все три рассмотренных подхода – компрессионный лабораторный, полевое замачивание и расчётный по ШНК – имеют чётко ограниченные области рационального применения. Для практики строительства в Узбекистане наиболее сбалансированным с точки зрения соотношения «достоверность/затраты» остаётся компрессионный метод при условии применения надлежащей техники отбора образцов. Полевое замачивание необходимо для ответственных объектов при II типе просадочности, тогда как расчётный метод должен применяться лишь как предварительная оценка.

Полученные выводы могут стать частью методологической основы риск-ориентированного подхода к проектированию фундаментов, позволяя обоснованно

выбирать метод определения исходных данных в зависимости от уровня ответственности объекта, типа просадочности и региональных инженерно-геологических условий.

**Список литературы:**

1. Абелев Ю.М., Абелев М.Ю. Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах. – М.: Стройиздат, 1979.
2. Ananov V.P., Potapov A.D. Engineering geology of loess soils. – Moscow: Vysshaya Shkola, 2002. – 289 p.
3. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2020. – 38 с.
4. ГОСТ 23161-2021. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности. – М.: Стандартинформ, 2021. – 24 с.
5. Мавлянов Г. А., Хасанова Х. А. Инженерно-геологические свойства лёссовых пород орошаемых территорий Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1974.
6. Методические рекомендации по проектированию оснований зданий и сооружений на структурно-неустойчивых грунтах. – Ташкент: ИВЦ «AQATM», 2007.
7. ШНК 2.01.03-19. Строительство в сейсмических районах Узбекистана. – Ташкент: Госархстрой РУз, 2019.
8. Ярмухамедов Х.Я. Лёссовые грунты Узбекистана и их инженерно-геологические особенности. – Ташкент: ФАН, 1986. – 212 с.

INNOVATIVE  
ACADEMY