

инновационных и устойчивых городов. В развивающихся странах трехмерное моделирование также становится все более популярным для улучшения планирования и управления городскими ресурсами.

В Алматы, крупнейшем городе Казахстана, внедрение трехмерной модели города позволяет улучшить планирование инфраструктуры, разработку градостроительных проектов, а также повысить эффективность управления ресурсами города.

Нижневартовск, город в Ханты-Мансийском автономном округе, известный как центр нефтяной промышленности.

Создание трехмерной модели г. Нижневартовск используется для оптимизации планирования инфраструктуры и улучшения управления городскими ресурсами. Это позволило сократить временные и финансовые затраты на разработку новых проектов, а также повысить эффективность взаимодействия между различными отделами городской администрации.

Томск, крупный научно-образовательный центр Сибири.

Внедрение трехмерного моделирования для разработки инновационных архитектурных решений и планирования устойчивого развития г. Томск. Это позволило создать более эффективные и экологически устойчивые градостроительные проекты, а также улучшить визуализацию будущего облика города для жителей и инвесторов.

Точные трехмерные модели открывают новые возможности для проектирования городской среды, которые сравнимы по точности с результатами аэролазерного сканирования. Они идеально подходят для измерения размеров зданий, расчета объемов, определения зон видимости и построения профилей. Благодаря совместимости форматов данных есть возможность воспользоваться преимуществами проектирования система автоматизированного проектирования, а затем перейти к пространственно-временному моделированию и анализу в геоинформационных системах [2].

Также проанализировали значимость дальнейшего внедрения трехмерного моделирования в практику строительства:

1. Улучшение качества проектирования: позволяет более детально и точно представить проекты строительства, что способствует улучшению качества проектирования и снижению вероятности ошибок на стадии разработки.

2. Оптимизация процессов строительства: оптимизация ускоряет выполнение работ, сокращая издержки и повышая эффективность использования ресурсов.

3. Улучшение взаимодействия между участниками проекта: трехмерное моделирование упрощая взаимодействие разных инженеров, заказчиков и других участников проекта, облегчая согласование решений [4].

4. Создание устойчивых и инновационных решений: способствуют развитию современных и экологически устойчивых городских сред.

5. Повышение конкурентоспособности строительной отрасли: поможет повысить конкурентоспособность отрасли за счет улучшения качества проектов, сокращения сроков реализации и снижения издержек.

В заключении хочу отметить, что с 2017 года Департамент градостроительной деятельности и архитектуры Министерство строительства России постепенно внедряет 3D проектирование, что повысит конкурентоспособность российского строительного комплекса на международном рынке, улучшит качество проектирования и строительства объектов, снизит стоимость проектирования и проведения экспертизы проектной документации, а также предотвратит возникновение чрезвычайных ситуаций [5].

Литература

1. Официальный сайт ГК «Геоскан» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geoscan.ru/ru/blog/vmesto-geodezista-i-okhrannika-kak-bpla-ispolzuyutsya-v-stroitelstve>.
 2. Опыт создания и применения трехмерных моделей городов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://racurs.ru/press-center/articles/obshchie-voprosy/opyt-sozdaniya-i-primeneniya-trekhmernykh-modeley-gorodov22/>.
 3. Перспектива применения 3D-моделирования в градостроительстве и кадастре [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektiva-primeneniya-3d-modelirovaniya-v-gradostroitelstve-i-kadastre>.
 4. Применение 3D моделирования в архитектуре [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://photogrammetria.ru/406-primeneniye-3d-modelirovaniya-v-arhitekture.html>
- 3D-проектирование будет использоваться в области промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/>.

АНАЛИЗ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАБУХАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ГОРОДА КЕМЕРОВО)

Зайцев А.В.¹, Ниязова Ю.А.²

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Лицей при Томском политехническом университете, г. Томск, Россия

В данной статье приводится краткий анализ экспресс-методов определения характеристик набухания, отобранных на территории Кемеровской области глинистых грунтов.

Иллитовые и монтмориллонитовые глины являются распространенным типом грунтов, которые встречаются во многих регионах мира. Одной из характеристик этих глин является способность к набуханию при воздействии влаги и усадке при дегидратации. Согласно ГОСТ 25100-2020 к набухающим относятся глинистые грунты, имеющие в условиях свободного набухания относительную деформацию набухания $>0,04$ или развивающие давление более $0,01$ МПа. Строительство на набухающих грунтах является опасным и может иметь серьезные последствия. Например, в Великобритании усадка после засухи в 1991 году стоила экономике 540 миллионов фунтов стерлингов. В США предполагаемый ущерб зданиям и инфраструктуре превышает 15 миллиардов долларов ежегодно. Как правило, такие грунты наносят больший финансовый ущерб владельцам недвижимости, чем землетрясения, наводнения, ураганы и торнадо, вместе взятые [6]. Таким образом, строительство на экспансивных грунтах обходится очень дорого, поэтому чрезвычайно актуальны при инженерно-геологических изысканиях быстрые и надежные методы их выявления, согласно ГОСТ 25100-2020 и СП 446.1325800.2019. Общие правила производства работ к набухающим относятся глинистые грунты, имеющие в условиях свободного набухания относительную деформацию набухания $>0,04$ или развивающие давление набухания в условиях ограниченного набухания, превышающее $0,01$ МПа. Поэтому по ГОСТ 12248.6-2020, определяют следующие характеристики набухания: свободное набухание, набухание под нагрузкой и давление набухания. Испытания проводят при природной влажности, которая не является постоянной в течении года в зоне аэрации. Поэтому, при отборе грунтов один и тот же грунт может классифицироваться по-разному: при полном водонасыщении осенью он не будет набухающим, а в засушливое лето, наоборот будет поглощать воду и увеличивать свой объем. Для быстрой идентификации набухающих грунтов, нужно применить испытания порошков глин методом свободного набухания, которое представляет собой увеличение объема грунта без какого-либо внешнего ограничения при погружении в воду. Процедуры испытаний трудозатратны и длительны.

Целью данной работы был анализ и опробование экспресс-методов определения набухания, для выявления наиболее достоверных и наименее затратных.

В задачи входил обзор действующих нормативных документов, регламентирующих методы определения классификационных показателей, выбор методов, быстро выявляющих наличие набухающих грунтов, лабораторные определения показателей состава и основных физических свойств для прогноза набухания.

По выбранным методам были проведены лабораторные испытания, а также по действующим нормативным документам определены показатели гранулометрического состава и физических свойств – влажность, влажность на границе раскатывания и текучести для определения разновидности грунта. Испытания грунта проводились на глинах еловской свиты (LIIIel), залегающие на донсоемных образованиях, встреченных в городе Кемерово. Существует несколько методов, которые применяются в смежных отраслях, а также за рубежом, в целом процедуры схожи, отличия в названиях, расчетах подготовке материала. Работы проводились по ГОСТ 21282-93, ГОСТ 3594.10-93 и ГОСТ Р 59456-2021. Помимо этого, также будут использованы зарубежные методики IS 2720 (Part-40): 1977 (Reaffirmed 2021) [1-4].

ГОСТ 21282-93 [1] предлагает метод определения набухания глинистых грунтов, основанный на определении бентонитового числа (набухаемость). Метод схож с методом, описанным в ГОСТ Р 59456-2021 [3], где также определяется бентонитовое число (набухаемость). Данные методы являются довольно быстрыми и относительно простыми в исполнении. Полученные результаты испытаний грунтов данными методиками отображены в таблице 1.

$$B = 100 - V,$$

где 100 – объем приливаемой воды, см^3 ; V – объем отстоявшейся воды после образования геля бентонитовой глины, см^3 .

Таблица 1

Результаты определения бентонитового числа (набухаемости) по ГОСТ 21282-93 и ГОСТ Р 59456-2021

Образец грунта	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
ГОСТ 21282-93					
Бентонитовое число Б, см^3 (4г/100 см^3 /24 ч)	9 см^3	9 см^3	10 см^3	9 см^3	9 см^3
ГОСТ Р 59456-2021					
Бентонитовое число Б, см^3 (2г/100 см^3 /24 ч)	12 см^3	10 см^3	13 см^3	11 см^3	12 см^3

ГОСТ 3594.10-93 [2] предлагает метод определения седиментационного объема, через коллоидальность – K , %:

$$K = \frac{V - 100}{15}$$

где, V – объем осадка глины в пробирке, см^3 ; 15 – общий объем глины и воды в пробирке, см^3

Результаты испытаний методики данного ГОСТа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты определения коллоидальности по ГОСТ 3594.10-93

Образец грунта	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Коллоидальность K , %	18.67	19.34	20.00	21,34	20.00

Кроме того, при анализе экспресс-методов определения набухания глинистых грунтов, взятых на территории города Кемерово, можно использовать методику IS 2720 (Part-40) [8], которая включает определение объемной массы грунта и его способности к свободному набуханию.

Согласно IS: 2720 [9] FSI определяется по формуле:

$$FCI = \frac{V_d - V_k}{V_k} \times 100$$

где, V_d – объем образца грунта в цилиндре с дистиллированной водой; а V_k – объем образца грунта в цилиндре с керосином.

Результаты методики по IS 2720 (Part-40) [8], представлены в таблице 3, а классификация испытуемых грунтов, по степени набухания дана по таблице 4.

Таблица 3

Результаты определения индекса свободного набухания по IS 2720 (Part-40)

Образец грунта	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ Б
Индекс свободного набухания FSI (%)	338	500	212	425	280	255
Степень набухания	Очень высокая	Очень высокая	Очень высокая	Очень высокая	Очень высокая	Очень высокая

Таблица 4

Справочная таблица свободного набухания по IS 2720 (Part-40)

Показатель текучести (%)	Число пластичности (%)	Индекс усадки (%)	Свободное набухание (%)	Степень набухания	Степень влияния
20-35	<12	<15	<50	Низкая	Не критичная
35-50	12-23	15-30	50-100	Средняя	Не значительная
50-70	23-32	30-60	100-200	Высокая	Критичная
70-90	>32	>60	>200	Очень высокая	Опасная

В результате анализа описанных в статье экспресс-методов определения свободного набухания, очень сложно выбрать какой-то один более эффективный способ, так как следует учитывать следующие факторы: типы грунтов; ресурсы и бюджет; точность и надежность; время выполнения испытаний.

Таким образом, все вышеперечисленные методики имеют свои преимущества и ограничения, и эффективность каждой из них может зависеть от специфических условий и требований проекта. Исходя из проделанной работы более эффективным методом определения свободного набухания, на наш взгляд, является методика IS 2720 (Part-40): 1977 (Reaffirmed 2021).

Литература

- ГОСТ 21282-93. Глина бентонитовая для тонкой и строительной керамики. Метод определения бентонитового числа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294852/4294852852.pdf>
- ГОСТ 3594.10-93. Глины формовочные огнеупорные. Метод определения коллоидальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/97/9714.pdf>
- ГОСТ Р 59456-2021 Наноматериалы. Глины органофильные и гидрофильные наноструктурированные. Технические требования и методы испытаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/750/75084.pdf>
- Bellendir, E. N. On the classification of clayey soils in russian and foreign standards Soil Mechanics and Foundation Engineering [Text] / E. N. Bellendir, A. A. Kagan, T. Yu. Vekshina. – 2005. – V. 42. – P. 22–27.
- Brasher B. R. Use of Saran resin to coat natural soil clods for bulk density and water-retention measurements [Text] / B. R. Brasher, D. P. Franzmeier, V. T. Vallassis, S. E. Davidson // Soil. Sci. – 1966. – V. 101(2). – P. 101–108.
- British Geological Survey. Swelling and shrinking soils BGS Research – Shallow geohazards (Набухание и усадка грунтов - Британская геологическая служба) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bgs.ac.uk/>
- Chen F. H. Foundations on Expansive Soils (Elsevier Amsterdam). – 1975. – 280 p.
- Holtz, W. G. Engineering properties of expansive clays [Text] / W. G. Holtz, H. J. Gibbs // Transactions of ASCE. – 1956. – V. 121. – P. 641–663.
- IS: 2720. Indian Standard Methods of Test for Soils: Part 40 – Determination of Free Swell Index of Soils 1977 (BSI, New Delhi) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ia800403.us.archive.org/22/items/gov.in.is.2720.40.1977/is.2720.40.1977.pdf>
- Lambe, T. W. Soil mechanics, SI version [Text] / T. W. Lambe, R. V. Whitman. – 2000. – 553 p.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ТАРМАНСКОЙ ВОДНО-ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ В 2023 Г.

Зайцева В.Ю.

Научный руководитель профессор Н.С. Евсеева

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Антропогенный морфолитогенез преобразует и изменяет геоморфологические и геоэкологические условия территории, определяет особенности окружающей среды, условия осадконакопления, влияет на скорость и интенсивность экзогенных процессов, в том числе и на поверхностных сток. Антропогенное воздействие на речной сток постоянно увеличивается, вследствие возрастания водопотребления на питьевое, хозяйственно-бытовое водоснабжение и промышленные нужды.