

1.2 Грунт по отчёту изысканий

Отчёт Ф12-26 от 25.07.2026, три скважины глубиной 8,0 м, абсолютные отметки устьев 206,00-206,10 м. Выделено четыре ИГЭ и два слоя. Расчёт выполнен по скважине 3 как по наиболее неблагоприятной: в ней мягкопластичный суглинок ИГЭ-3 имеет наибольшую мощность (1,6 м против 1,0 м в скважине 1).

ИГЭ	Грунт	IL	e	γ , кН/м ³	E, МПа	ϕ_{II} , °	cII, кПа	ϕ_I , °	cI, кПа
Слой-1	насыпной грунт (суглинок с мусором)	-	-	-	не нормируется	-	-	-	-
ИГЭ-1	супесь пластичная с включением щебня	0,44	0,776	18,7	9,2	18	4	18	3
ИГЭ-2	суглинок тугопластичный дресвяный	0,30	0,658	19,5	14,5	16	18	16	18
ИГЭ-3	суглинок мягкопластичный с дресвой	0,62	0,828	18,5	8,9	16	17	14	11
Слой-2	песок мелкий водонасыщенный	-	0,649	19,4	28,1	32	2	29	1
ИГЭ-4	суглинок тугопластичный со щебнем	0,38	0,575	20,4	20,4	18	9	17	6

Расчётная колонка от отметки планировки минус 0,600 (насыпной грунт удалён, см. раздел 2):

0,0 - 0,2 м	ИГЭ-1	супесь пластичная
0,2 - 1,0 м	ИГЭ-2	суглинок тугопластичный
1,0 - 2,6 м	ИГЭ-3	суглинок мягкопластичный
2,6 - 2,7 м	Слой-2	песок мелкий
2,7 - 3,0 м	ИГЭ-3	суглинок мягкопластичный
3,0 - 4,6 м	ИГЭ-2	суглинок тугопластичный
4,6 и ниже	ИГЭ-4	суглинок тугопластичный со щебнем

Подшва короба бассейна (минус 2,200) опирается на ИГЭ-3, подошвы плит дома и террасы (минус 0,600) - на ИГЭ-1. Прочностные и деформационные характеристики получены испытаниями, поэтому расчётное сопротивление считается с коэффициентом надёжности $k = 1$ (п. 5.6.7), а не 1,1, как в предварительном расчёте.

Характеристики первой и второй групп предельных состояний взяты из отчёта КАЖДАЯ СВОИМ числом (доверительная вероятность 0,95 и 0,85 соответственно), а не пересчётом одной из другой: у мягкопластичного ИГЭ-3 они различаются заметно - 14 против 16 градусов и 11 против 17 кПа. Значения первой группы стоят в проверке разности отметок подошв (раздел 7.1) и в расчёте стены короба как подпорной.

Подземные воды. Два водоносных горизонта. Первый вскрыт на глубине 2,3-2,8 м, установившийся уровень 2,2-2,6 м от поверхности (абсолютные отметки 203,40-203,88 м), в расчёте принята отметка минус 2,800 как наиболее высокая из установившихся. Прогнозный максимальный уровень отчёт даёт на 1,0 м выше установившегося; этот случай посчитан отдельным вариантом (раздел 4.3), как и верховодка на отметке планировки. Второй горизонт на глубине 5,7-6,0 м, на работу фундаментов не влияет.

Морозоопасность по отчёту: ИГЭ-1 чрезмерно пучинистый (относительная деформация пучения больше 0,1), ИГЭ-2 и ИГЭ-3 сильнопучинистые (0,07-0,1). Это прямо относится к разделу 5: плиты дома и террасы стоят на чрезмерно пучинистом грунте.

1.3 Климат

Параметр	Значение	Источник
Снеговой район	IV	лист 2003; $S_g = 2,0$ кПа принято по СП 20.13330.2016 табл. 10.1
Ветровой район	I, $w_0 = 0,23$ кПа	лист 2003
Сумма модулей отрицательных температур M_t	26,8	СП 131.13330.2020 табл. 5.1, метеостанция Дмитров

Клина в таблице 5.1 нет, взята станция Дмитров: она севернее Москвы и в тех же условиях, то есть даёт запас по сравнению с московскими данными ($M_t = 22,0$). Подбор станции-аналога предусмотрен п. 5.5.3.

2. Принятые допущения

1. Расчёт выполнен на характеристиках отчёта изысканий Ф12-26 от 25.07.2026 по скважине 3 как наиболее неблагоприятной. Расчёт по скважинам 1 и 2 даёт меньшие осадки: там мягкопластичный ИГЭ-3 тоньше.
2. Расчётная схема основания линейно деформируемое полупространство с ограничением сжимаемой толщи (п. 5.6.6). Осадка методом послойного суммирования, формула (5.16), с учётом взаимного влияния отсеков по п. 5.6.38.
3. Проёмы в стенах не вычитались, стены посчитаны сплошными. Против этого учтены перегородки добавочной нагрузкой 0,5 кПа (п. 8.2.2), лестница и свесы кровли. Суммарно нагрузка дома не превышена и не занижена сколько-нибудь заметно.
4. Глубина воды в бассейне принята 1,5 м. Точное значение не задано и меняет вес отсека бассейна примерно на 5 процентов.
5. Вес сборной купели не учитывался, он мал против веса засыпки и воды.
6. Снеговой мешок у перепада высот между кровлей зала и стеной дома не учитывался. На фундамент он добавляет около полутора процентов нагрузки отсека бассейна, а для конструкций кровли зала его надо посчитать отдельно (схемы Б.8, Б.9 приложения Б СП 20.13330.2016).
7. Нагрузка от перегородок принята добавочной 0,5 кПа. Это НИЖНЯЯ граница п. 8.2.2 СП 20.13330.2016 («но не менее 0,5 кПа»), а в общих данных (лист 2003) перегородки названы силикатными пазогребневыми 80/115 мм. При плотной раскладке таких перегородок их вес выше принятого; уточняется по планам расстановки перегородок.
8. В формуле (5.16) учтено ВТОРОЕ слагаемое - возврат по ветви вторичного нагружения от веса вынутого грунта при $E_e = 5E$ (примечание 1 к п. 5.6.31). Для котлована глубиной менее 5 м п. 5.6.34 разрешает его не учитывать; здесь оно оставлено, потому что идёт в запас по осадке заглублённого отсека.
9. Нижняя граница сжимаемой толщи каждого отсека найдена по условию п. 5.6.41 для СОБСТВЕННОГО напряжения σ_{zp} (п. 5.6.32). Влияние соседних отсеков в осадку входит (п. 5.6.38, форм. (5.22)), но глубину толщи не назначает: иначе маленькая плита террасы получала бы толщину от тяжёлого дома рядом.
10. **Насыпной грунт под подошвами удалён.** Слой-1 (насыпной суглинок со строительным мусором мощностью 0,1-0,3 м) в отчёте не нормируется: характеристик у него нет. В расчёте принято, что он полностью снят из-под всех трёх плит, а планировочная отметка минус 0,600 совпадает с кровлей ИГЭ-1. Это надо выполнить на площадке: оставленный под подошвой насыпной грунт делает расчёт недействительным.

11. ИГЭ-4 вскрыт до глубины 8,0 м, ниже разведки нет. В расчётной колонке он продлён на всю сжимаемую толщу; самая нижняя точка сжимаемых толщ лежит под коробом бассейна на отметке минус 5,200, то есть в пределах разведанного разреза.

3. Сбор нагрузок

Нагрузки собраны по СП 20.13330.2016 из геометрии и материалов принятой расчётной модели. Расшифровка по каждому элементу приведена в протоколе расчёта (приложение).

Отсек «чаша-основание бассейна», площадь подошвы 48,66 кв.м

Группа	Нормативная, кН
Плиты и перекрытия	347,3
Стены	393,6
Витражи	38,0
Кровля	24,6
Засыпка пазух	704,0
Вода	269,3
Полезная нагрузка	60,7
Перегородки (добавочная 0,5 кПа)	20,2
Снег	106,2
Итого нормативная	1963,9
Расчётная	2346,1

$$p = 1963,9 / 48,66 = 40,4 \text{ кПа}$$

Отсек «плита дома», площадь подошвы 74,77 кв.м

Группа	Нормативная, кН
Плиты и перекрытия	1048,9
Рёбра фундамента	129,5
Стены	446,2
Кровля	37,6
Лестница	48,8
Полезная нагрузка	206,6
Перегородки (добавочная 0,5 кПа)	68,8
Снег	162,1
Итого нормативная	2148,6
Расчётная	2484,6

$$p = 2148,6 / 74,77 = 28,7 \text{ кПа}$$

Отсек «плита террасы (оси Г-Д)», площадь подошвы 9,84 кв.м

Группа	Нормативная, кН
Плиты и перекрытия	48,3
Рёбра фундамента	29,0
Кровля	0,5
Полезная нагрузка	39,4
Перегородки (добавочная 0,5 кПа)	4,9
Снег	2,0
Итого нормативная	124,0
Расчётная	141,0

$$p = 124,0 / 9,84 = 12,6 \text{ кПа}$$

Неочевидное: **отсек бассейна тяжелее дома на квадратный метр подошвы** (40,4 против 28,7 кПа) за счёт почти 1000 кН гравия и воды. Но давит на основание он меньше, потому что заглублён: см. раздел 4.

4. Расчёт по деформациям

4.1 Расчётное сопротивление грунта основания, формула (5.7)

Отсек	b, м	d, м	R, кПа	p, кПа	Использование
чаша-основание бассейна	5,62	1,60	200,4	40,4	20 %
плита дома	7,65	0,00	84,4	28,7	34 %
плита террасы (оси Г-Д)	1,75	0,00	42,9	12,6	29 %

Удельный вес грунта ниже подошвы осреднён по зоне b/2 с учётом взвешивающего действия воды (п. 5.6.7, п. 5.6.10). Условие $p \leq R$ выполняется по всем трём отсекам.

4.2 Осадки, разность осадок и прогиб

Для СВЯЗАННОЙ схемы совместная деформация характеризуется относительным прогибом (п. 5.6.4), а предельное значение прогиба вдвое меньше предельной разности осадок (примечание 3 к табл. Г.1): 0,0012 против 0,0024. Считались обе величины. Прогиб взят по эпюре осадок из девяти точек вдоль здания, стрела отсчитана от хорды между крайними точками.

Осадки по фактическим характеристикам: **короб бассейна 3,5 мм, плита дома 7,5 мм, плита террасы 0,9 мм**, сжимаемые толщи 3,0, 4,0 и 1,2 м соответственно. Прогиб связанного здания

$$f = 4,4 \text{ мм на базе } L = 13,28 \text{ м, } f/L = 0,00033 \text{ при пределе } 0,0012$$

то есть предел использован на 28 процентов. Относительная разность осадок по парам: 0,00062 для пары короб-дом, 0,00050 для пары короб-терраса и 0,00087 для пары дом-терраса при пределе 0,0024, наибольшее использование 36 процентов. Предельная средняя осадка 18 см (табл. Г.1) не достигается: наибольшая расчётная осадка 7,5 мм, то есть четыре процента предела.

Осадка короба мала потому, что это почти компенсированный фундамент: из котлована вынуто грунта на 29,6 кПа, а приложено 40,4 кПа, то есть добавка к природному давлению всего 10,8 кПа против 28,7 кПа у дома. Дом при этом стоит на ИГЭ-1 (супесь, $E = 9,2 \text{ МПа}$), а короб на ИГЭ-3