# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЁТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАБИВНОЙ СВАИ И ОСАДКИ СВАЙНОГО КУСТА

## в программах HiDrafter и ЛИРА-САПР 2025

### 1. Задача.

Сравнить несущую способность сваи и их осадку в составе свайного куста, определённые в программах HiDrafter и ЛИРА-САПР 2025.

### 2. Исходные данные.

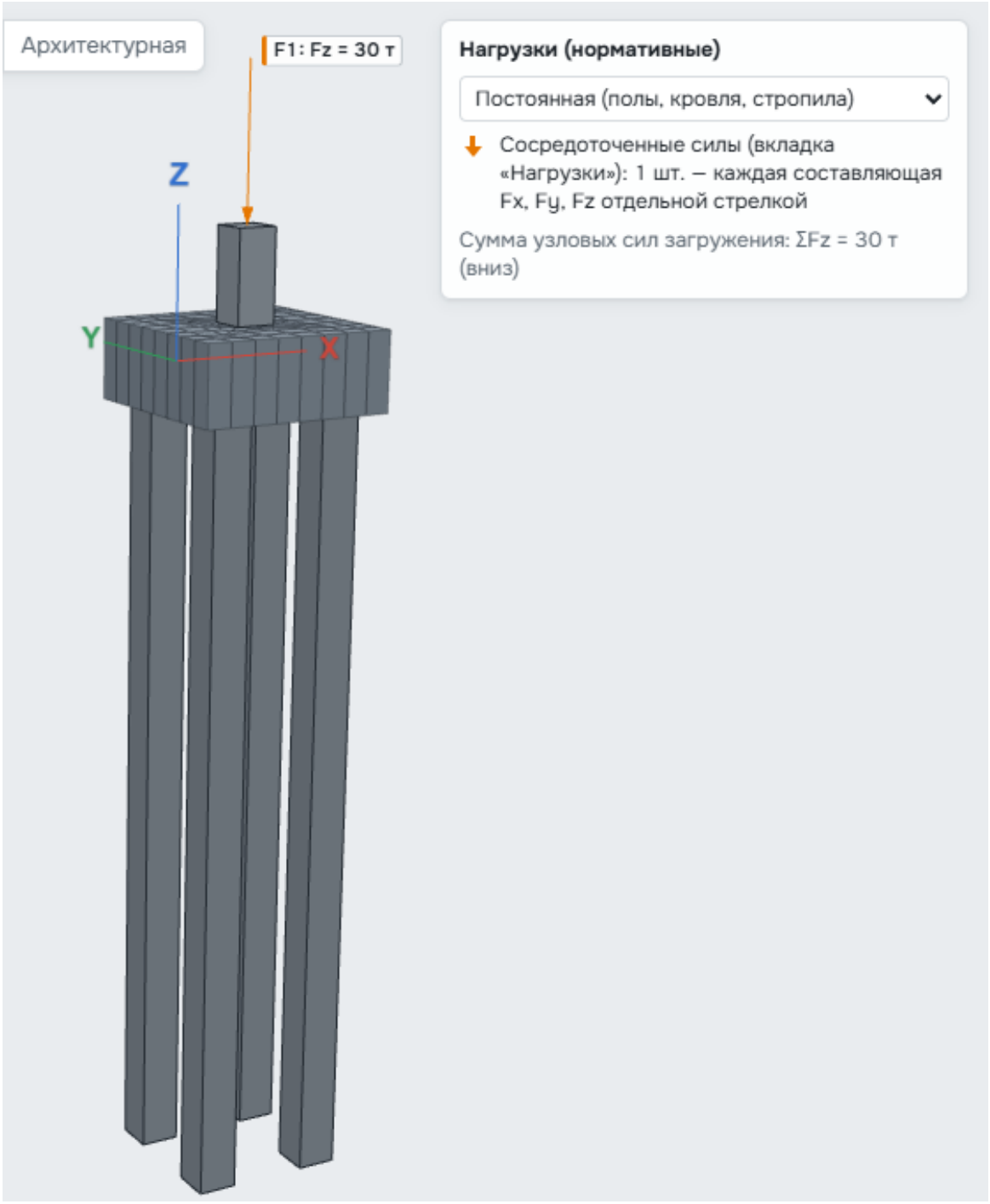
Свайный куст состоит из четырех свай, объединенных ростверком. На ростверк в центре опирается железобетонная колонна, в уровне верха которой приложена нормативная вертикальная нагрузка Fz = 30 т.

Сваи железобетонные забивные сечением 300х300 мм и длиной 6 м, погружаемые молотом. Шаг свай в кусте 0,9 м. Ростверк железобетонный размером в плане 1500х1500 мм и толщиной 600 мм. Сопряжение свай с ростверком шарнирное. Колонна железобетонная сечением 300×300 мм и высотой 700 мм.

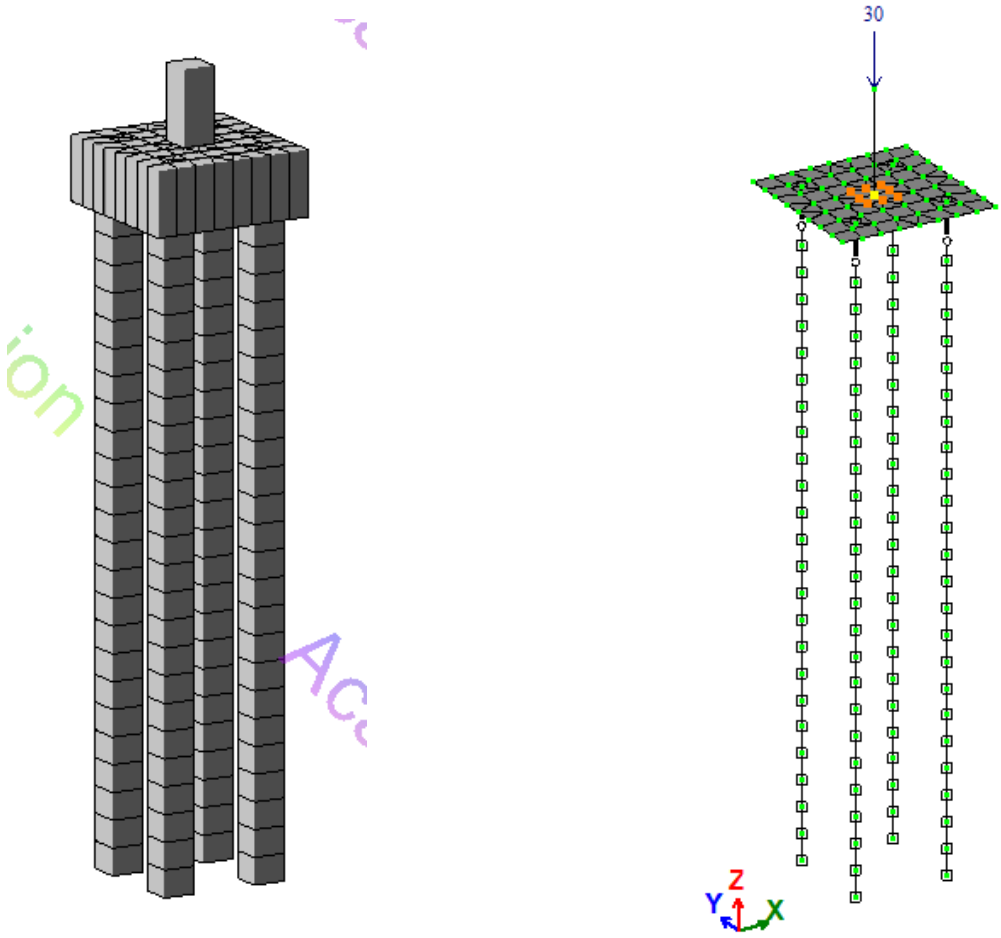
Собственный вес всех элементов определён с учётом объёмного веса железобетона 2,5 т/м³. Несущая способность свай и их жесткостные характеристики определены по моделям грунта, созданным в каждой программе с учетом фактических расчетных характеристик инженерно-геологических элементов.

### 3. Расчётные модели.

Расчётные модели в программах представлены в виде конечных элементов (пластин и стержней). В узле примыкания колонны к ростверку смоделировано абсолютно жесткое тело (АЖТ) в габаритах сечения колонны. Сопряжение свай с ростверком шарнирное.




*Модель в HiDrafter. Общий вид расчетной схемы*



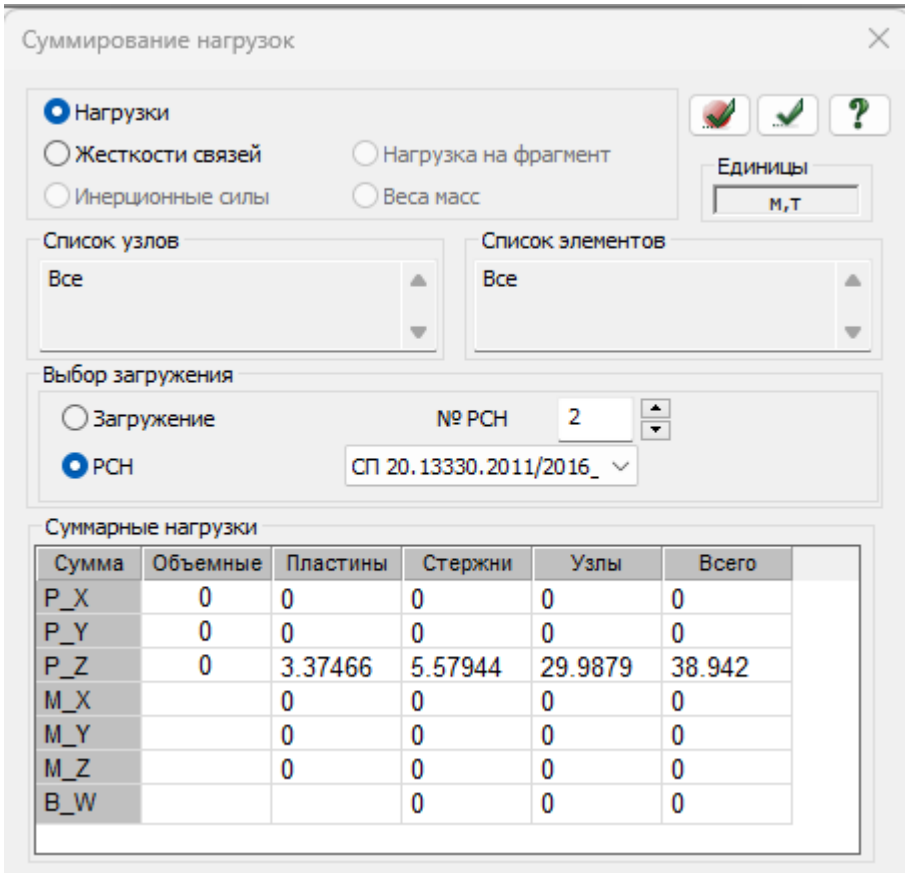

*Модель в ЛИРА-САПР. Общий вид расчетной схемы*

## 4. Нагрузки.

**Загружения и сочетания**

| Загружение | ΣP верт., т | ΣFx, т | ΣFy, т | Норм. | Расч. γf | Доля длит. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Собственный вес<br>СП 20: γf = 1,1 (табл. 7.1) | 3,60 | — | — | 1 | 1,1 | 1,00 |
| Кроме того, сваи (4 шт.): 5,40 т — передаются на основание, в загружения МКЭ-модели здания не входят; учитываются в проверке свай: N + 1,1·Gp (СП 24.13330.2021, п. 7.1.11) | | | | | | |
| 2. Постоянная (полы, кровля, стропила)<br>СП 20: γf = 1,3 (табл. 7.1, слои на площадке); кровля — по слоям | 30,00 | — | — | 1 | 1,2 | 1,00 |
| 3. Полезная (перекрытия, пригрузка у подвала)<br>СП 20: γf = 1,3 (п. 8.2.7, P < 204 кг/м²) | 0,00 | — | — | 1 | 1,3 | 0,35 |
| 4. Снеговая<br>СП 20: γf = 1,4 (п. 10.12) | 0,00 | — | — | 1 | 1,4 | 0,5 |
| 5. Давление грунта и подземных вод<br>СП 20: γf = 1,15 (табл. 7.1, насыпные грунты) | 0,00 | — | — | 1 | 1,15 | 1,00 |
| 6. Ветер вдоль +X<br>СП 20: γf = 1,4 (п. 11.1.12) | 0,00 | — | — | 1 | 1,4 | 0,00 |
| 7. Ветер вдоль -X<br>СП 20: γf = 1,4 (п. 11.1.12) | 0,00 | — | — | 1 | 1,4 | 0,00 |
| 8. Ветер вдоль +Y<br>СП 20: γf = 1,4 (п. 11.1.12) | 0,00 | — | — | 1 | 1,4 | 0,00 |
| 9. Ветер вдоль -Y<br>СП 20: γf = 1,4 (п. 11.1.12) | 0,00 | — | — | 1 | 1,4 | 0,00 |
| **Всего (норм., без ветра)** | 33,60 | — | — | | | |
| **Всего с весом свай (4 шт.)** | 39,00 | | | | | |

*Модель в HiDrafter. Нормативные нагрузки*




*Модель в ЛИРА-САПР. Нормативные нагрузки*

*Таблица 1 — Сравнение суммарных нормативных нагрузок*

| **Показатель** | **HiDrafter** | **ЛИРА-САПР** | **Расхождение** |
|---|---|---|---|
| Собственный вес конструкций (ростверк, колонна, сваи), т | 9,00 | 8,95 | 0,05 т (0,56 %) |
| Внешняя вертикальная нагрузка Fz, т | 30,00 | 29,99 | 0,01 т (0,03 %) |
| Суммарная вертикальная нагрузка ΣPz, т | 39,00 | 38,94 | 0,06 т (0,15 %) |

В ЛИРА-САПР суммарная вертикальная нагрузка выводится раздельно по типам конечных элементов: пластины — 3,37 т, стержни — 5,58 т, узлы — 29,99 т; итого ΣPz = 38,94 т.

## 5. Модель грунта.

В моделях грунта обеих программ принят один состав грунта с одинаковыми расчетными характеристиками. Посадка свай на грунт выполнена на одинаковых отметках.

| ИГЭ | γ т/м³ | E МПа | ν – | c кПа | φ град | Наименование грунта | Вид грунта основание и сваи | Водоупор авто / вручную | | | Для свай e песка / IL | Без трения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ИГЭ-1 | 1,998 | 14 | 0,35 | 21 | 20 | Суглинок тугопластичный | Глинистые, 0,25 < IL ≤ 0,5 | авто: нет | | | 0,4 | |
| ИГЭ-2 | 1,937 | 30 | 0,3 | 1 | 35 | Песок средней крупности, средней плотности | Пески средней крупности | авто: нет | e | 0,6 | средней плотности | |
| ИГЭ-3 | 2,059 | 10 | 0,4 | 20 | 18 | Суглинок мягкопластичный | Глинистые, IL > 0,5 | авто: нет | | | 0,6 | |

*HiDrafter. Расчетные характеристики грунта*

Характеристики грунтов

СП 22.13330.2 | Основные | Просадочные | Набухающие | Засоленные | Вечномерзлые | Консолидация | Ползучесть

| № ИГЭ | Усл. обозн. | Наименование грунта | Цвет | Модуль дефор-мации, кПа | Коэф-фици-ент Пуас-сона | Удельный вес грунта, кН/м3 I | Удельный вес грунта, кН/м3 II | Коэффици-ент пере-хода ко 2 модулю де-формации | Природ-ная влаж-ность, доли | Показа-тель теку-чести IL | Число пла-стич-ности IP, % | Вода Лёсс Насыпь Органо-Малоск | Коэффи-циент порис-тости e | Содержание раститель-ных остатков, q | Удельное сцепление с, кПа I | Удельное сцепление с, кПа II | Угол внут-реннего трения Fi, ° I | Угол внут-реннего трения Fi, ° II | Предельное напряжение растяжения Rs, кПа | Коэффи-циент Савинова Co, кН/м3 | Скальные грунты: Предел прочности Rc=Rc,n/γg, кПа | Скальные грунты: Коэф. снижения прочности Ks | Коэффи-циент пропорцио-нальности K, тс/м**4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | Суглинок тугопла | | 14000 | 0.35 | 19.6 | 19.6 | 5 | 0.2 | 0.4 | | | 0.6 | | 21 | 21 | 20 | 20 | 0.0980665 | 9806.65 | | | 440 |
| 2 | | Песок средней кру | | 30000 | 0.3 | 19 | 19 | 5 | 0.2 | | | | 0.6 | | 1 | 1 | 35 | 35 | 0.0980665 | 9806.65 | | | 533.333 |
| 3 | | Суглинок мягкопла | | 10000 | 0.4 | 20.2 | 20.2 | 5 | 0.2 | 0.6 | | | 0.6 | | 20 | 20 | 18 | 18 | 0.0980665 | 9806.65 | | | 334 |

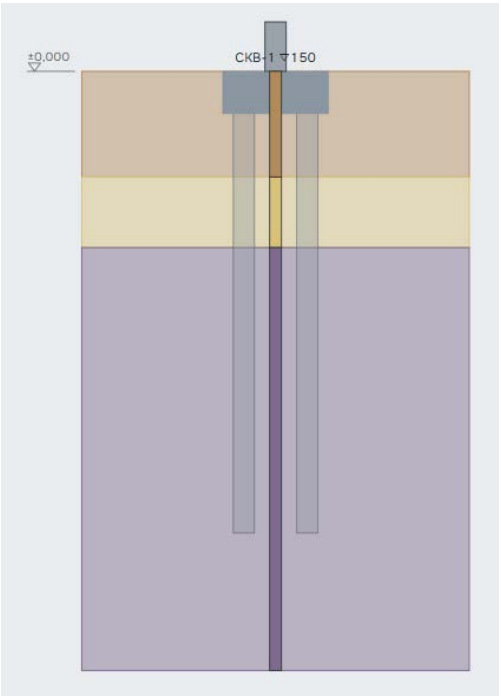
Примечания: значения c, Fi, Rs в расчете коэффициентов постели C1, C2 не используются, но задаются для последующего экспорта в жесткости ЛИРА-САПФИР. Значения IL, Rc, Ks и K используются для расчета жесткости свай (КЭ 57)

*ЛИРА-САПР. Расчетные характеристики грунта*

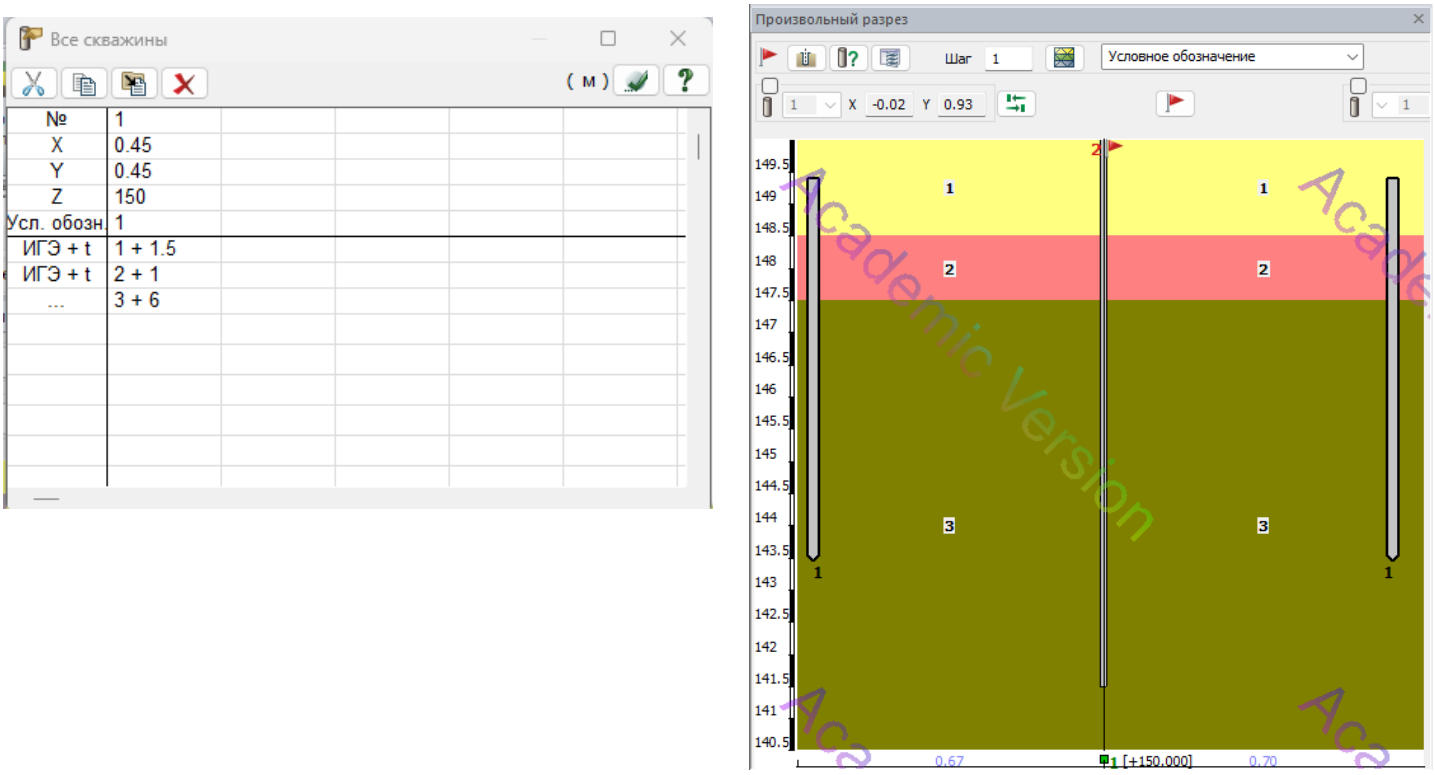
**Скважины · 1** X, Y — в осях плана, м

| Скв. | X м | Y м | Устье абс. м | УГВ абс. м | Слои |
|---|---|---|---|---|---|
| СКВ-1 | 0,45 | 0,45 | 150 | 0 | 3 |

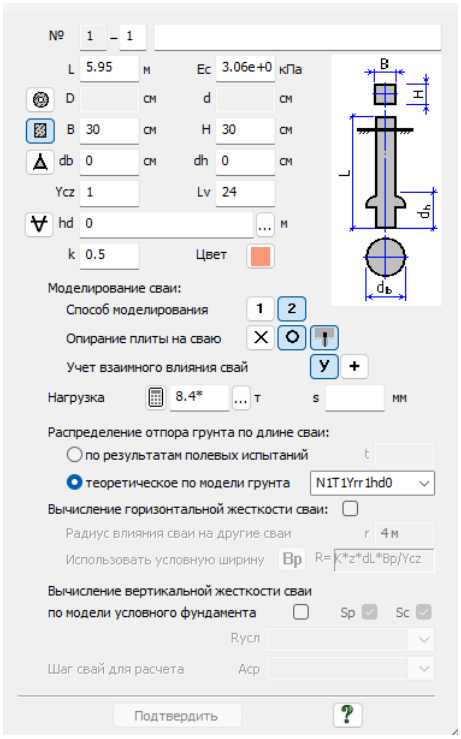
| ИГЭ | Мощность м | Верх абс. м | Подошва абс. м |
|---|---|---|---|
| ИГЭ-1 | 1,5 | 150 | 148,5 |
| ИГЭ-2 | 1 | 148,5 | 147,5 |
| ИГЭ-3 | 6 | 147,5 | 141,5 |




*HiDrafter. Распределение ИГЭ в скважине и посадка свай*




*ЛИРА-САПР. Распределение ИГЭ в скважине и посадка свай*



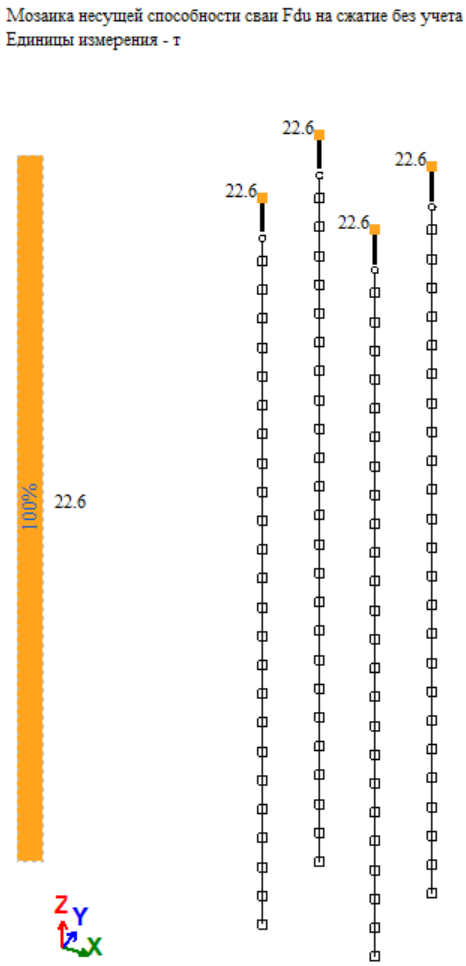

*ЛИРА-САПР. Настройка параметров сваи*

## 6. Результаты расчёта.

### 6.1. Несущая способность сваи на сжатие Fd.




*HiDrafter. Вычисленная несущая способность сваи на сжатие Fd*




*ЛИРА-САПР. Вычисленная несущая способность сваи на сжатие Fd*

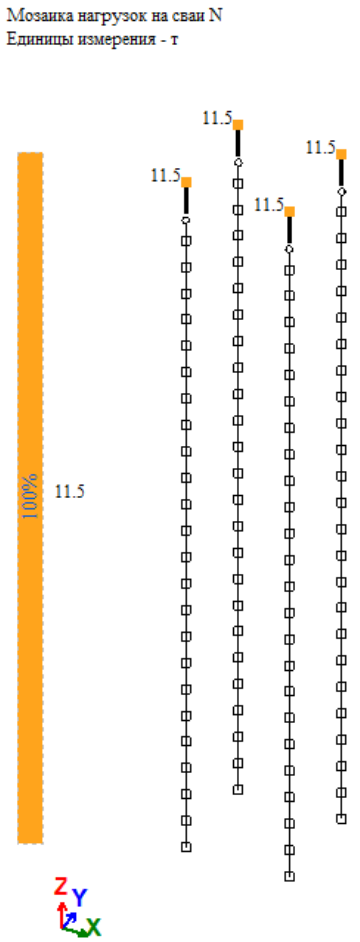
*Таблица 2 — Сравнение несущей способности сваи на сжатие Fd*

| Показатель | HiDrafter | ЛИРА-САПР | Расхождение |
|---|---|---|---|
| Несущая способность сваи на сжатие Fd, т | 22,6 | 22,6 | — |

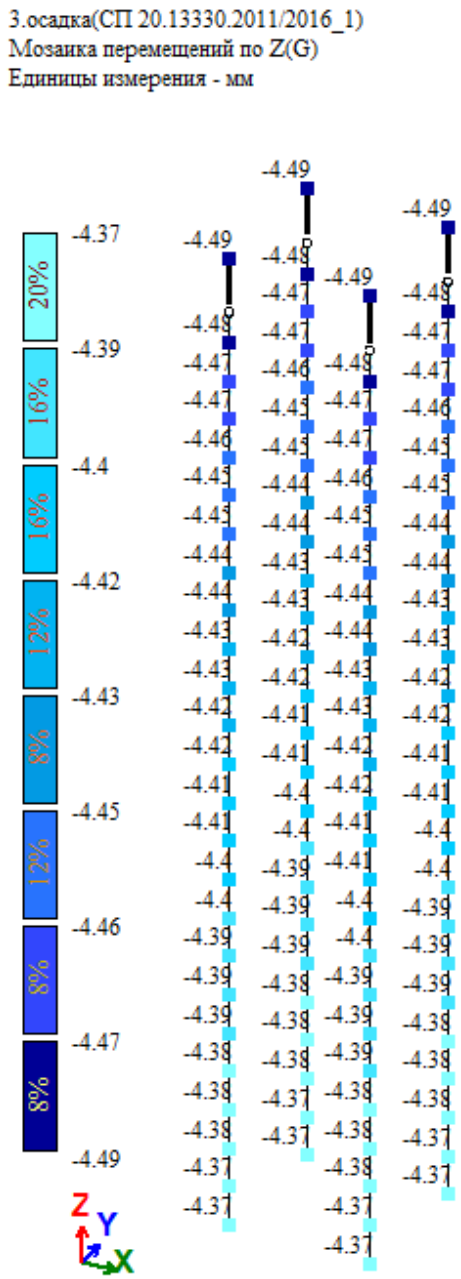
## 6.2. Расчетная нагрузка на сваи и осадка.

| Свая | Ось / колонна | N + 1,1·Gp, т | Nдоп, т | k | s, мм | sусл, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | | 11,5 | 16,1 | 0,71 | 4,5 | 4,6 |
| C2 | | 11,5 | 16,1 | 0,71 | 4,5 | 4,6 |
| C3 | | 11,5 | 16,1 | 0,71 | 4,5 | 4,6 |
| C4 | | 11,5 | 16,1 | 0,71 | 4,5 | 4,6 |

*Модель в HiDrafter. Расчетная нагрузка на сваи и осадка*




*Модель в ЛИРА-САПР. Расчетная нагрузка на сваи, т.*




*Модель в ЛИРА-САПР. Мозаика перемещений по Z, мм.*

*Таблица 3 — Сравнение нагрузок на сваи и осадок*

| **Показатель** | **HiDrafter** | **ЛИРА-САПР** | **Расхождение** |
|---|---|---|---|
| Нагрузка на сваи, т | 11,5 | 11,5 | — |
| Осадка свайного куста, мм | 4,5 | 4,49 | 0,01 мм (0,22 %) |

## 7. Вывод

1. Суммарные нормативные нагрузки совпадают: суммарная вертикальная нагрузка составляет 39,00 т в HiDrafter и 38,94 т в ЛИРА-САПР (расхождение 0,15 %).
2. Несущая способность сваи на сжатие Fd совпадает и составляет 22,6 т в обеих программах.
3. Расчётные нагрузки на сваи совпадают: 11,5 т на каждую сваю в обеих программах.
4. Осадка свайного куста составляет 4,5 мм в HiDrafter и 4,49 мм в ЛИРА-САПР; расхождение — 0,01 мм (0,22 %).

Таким образом, результаты определения несущей способности сваи, нагрузок на сваи и осадки свайного куста в программах HiDrafter и ЛИРА-САПР совпадают; расхождения по всем сравниваемым показателям не превышают 0,22 %.