

Улучшение характеристик грунтов основания с применением технологии устройства щебеночных свай

Богданов Иван Сергеевич
Главный конструктор

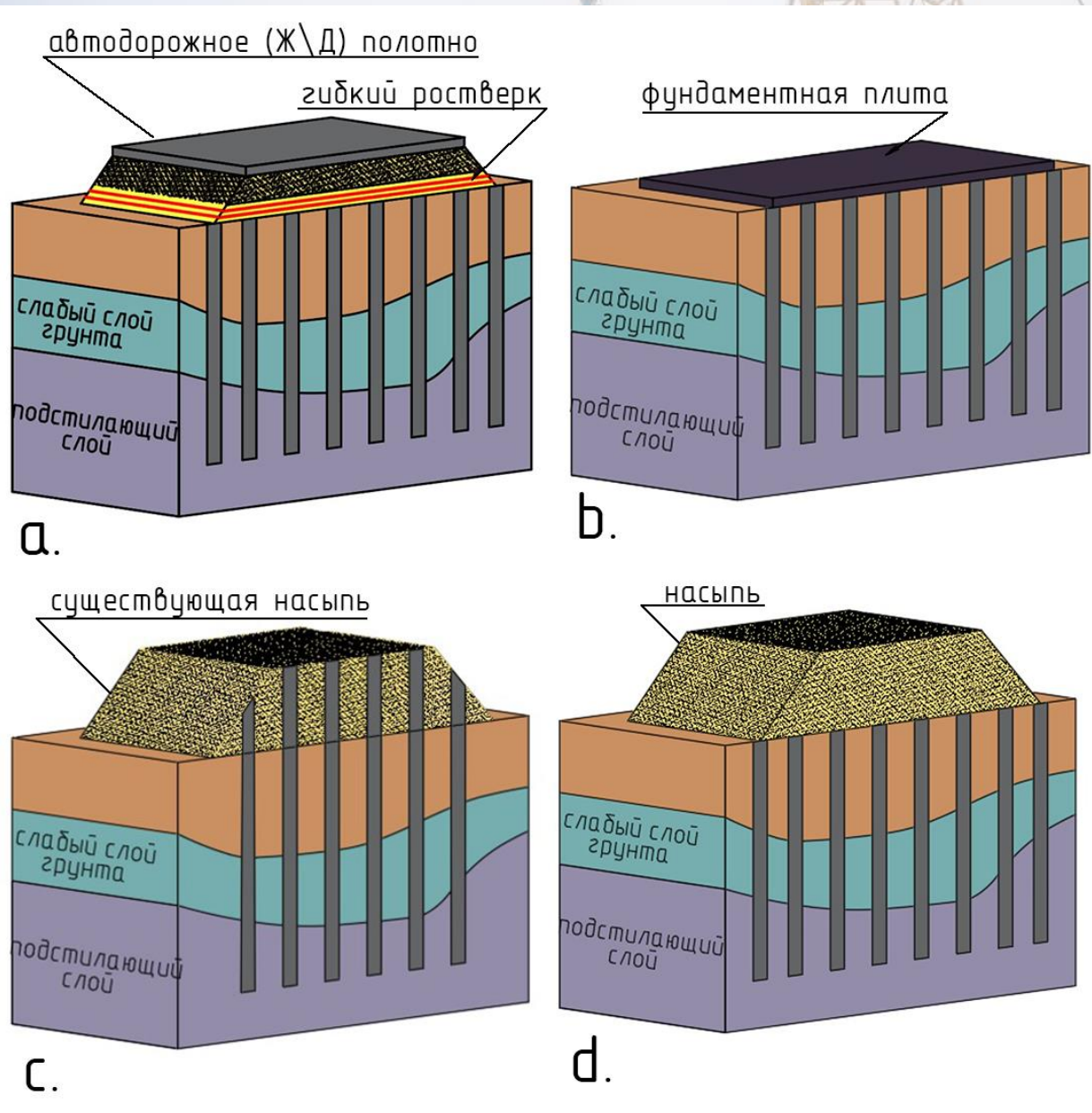
Тел.: +7 911 919 30 77

Е-mail: ibogdanov@geoizol.ru

geoizol.ru

geoizolproject.ru

Москва
2021

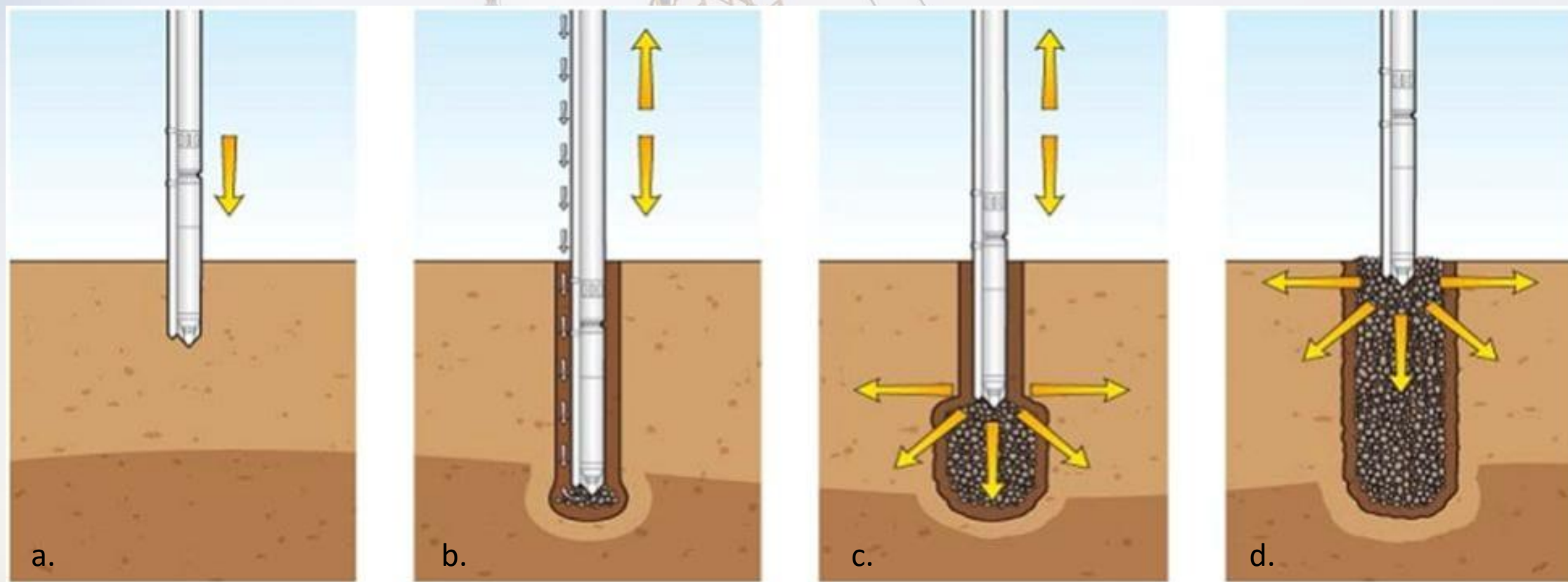


- Усиление оснований при строительстве железных и автомобильных дорог.
- Усиление основания под устройство фундаментных плит зданий и сооружений.
- Усиление существующих насыпей.
- Усиление оснований при устройстве насыпей.

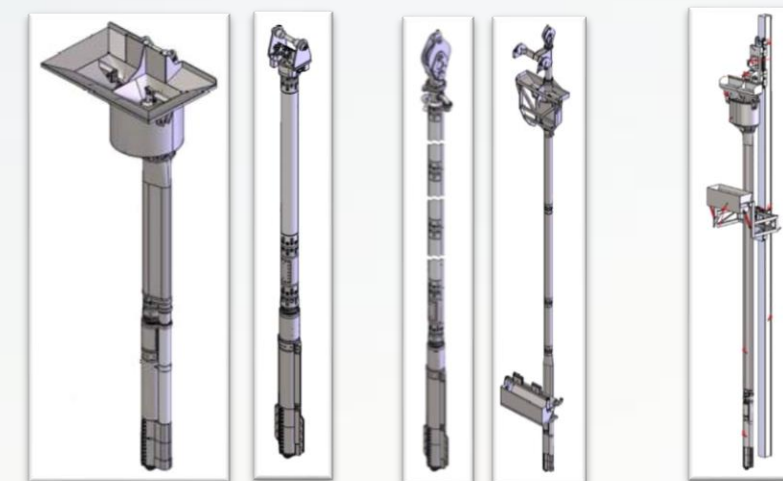
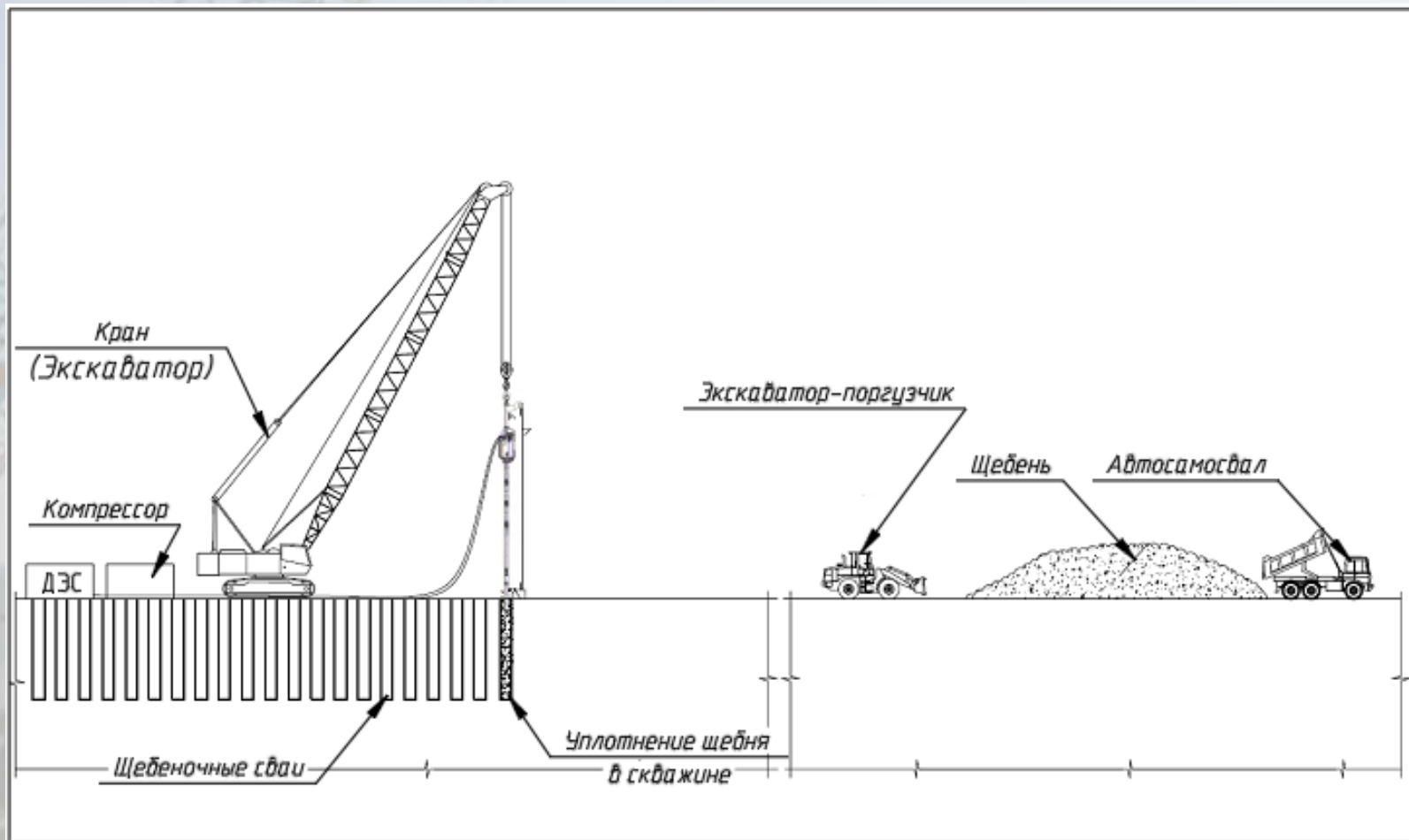
Для устройства щебеночных свай используется широкий перечень инертных материалов:

- Щебень;
- Строительный песок;
- Песчано-гравийная смесь;
- Рецикл бетона (щебень из бетона).

Устройство щебеночных свай с нижней подачей щебня (сухой способ)



- a. – Скважина формируется с использованием виброфлота под воздействием вибрации и сжатого воздуха.
- b. – Щебень подается через трубу, параллельную виброфлоту, с помощью сжатого воздуха.
- c. – Виброфлот поднимается вверх с одновременной подачей щебня, и посредством вибрации формирует тело сваи.
- d. – Готовая свая.



BE1

TE1

TC1

BC1

BC1

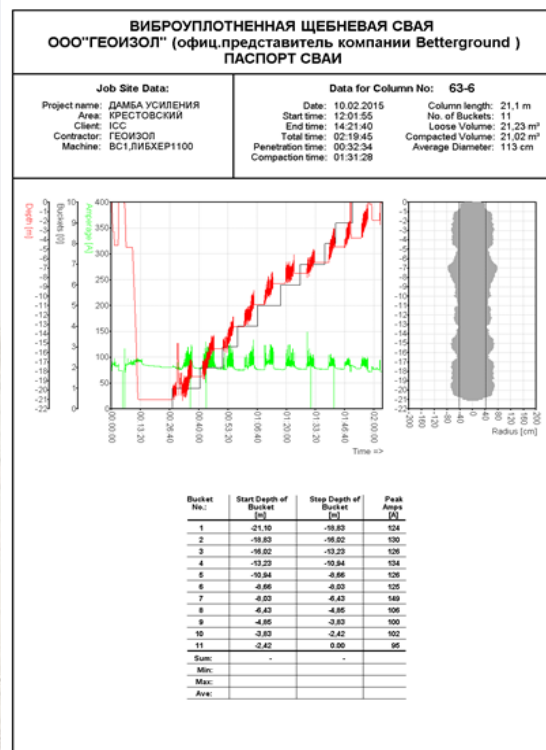
Навесное оборудование можно установить на базе экскаватора (BE1, TE1), крана (TC1, BC1) или буровой установки (BC1).



Аппаратный метод

При выполнении работ, при устройстве каждой сваи, осуществляется операционный контроль с измерением всех параметров, которые могут отразиться на качестве изготовления сваи.

Контролируемые параметры выводятся на специальную панель, расположенную в кабине, для возможности оперативного контроля и внесения изменений при выполнении работ. Впоследствии, по результатам изменений, формируются паспорта свай, которые позволяют оценить качество выполненных работ.



Нормативные методы контроля качества

Штамповые испытания и статическое зондирование выполняются

в соответствии с ГОСТ 20276-2012 «Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости». Необходимо провести не менее двух штамповых испытаний щебеночных свай и межсвайного пространства для получения среднего модуля деформации усиленного массива и не менее трех испытаний статического зондирования.

Испытания грунтов должны проводиться после «отдыха» (перерыва между окончанием работ по усилению грунтов и началом работ по испытанию статистическим зондированием) продолжительностью 14 суток.



Масштабные испытания

Метод контроля, устройством опытного участка нагружения. Позволяет провести испытание участка свай на требуемую проектную нагрузку.



Методика расчета

Щебеночные сваи в нормативной литературе:

- СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»;
- СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Определение прочностных характеристик массива грунта, усиленного армированием щебеночными сваями.

Определение коэффициента внутреннего трения и удельного веса массива грунта, усиленного устройством столбов, выполняется по формулам, представленным ниже:

$$\begin{aligned}\tan \bar{\varphi} &= m' \cdot \tan \varphi_c + (1 - m') \tan \varphi_s \\ \bar{\gamma} &= m' \cdot \gamma_c + (1 - m') \gamma_s\end{aligned}$$

где φ_c - угол внутреннего трения песка;

φ_s - угол внутреннего трения грунта;

γ_c - удельный вес песка;

γ_s - удельный вес грунта;

m' - пропорциональный параметр, определяемый по формуле:

$$m' = (n - 1) / n$$

где n – коэффициент усиления, который рассчитывается в зависимости от отношения площадей столбов и усиленного массива и определяемый по формуле:

$$n = 1 + \frac{A_c}{A} \cdot \left[\frac{5 - A_c / A}{4K_{ac} \cdot (1 - A_c / A)} - 1 \right]$$

где A_c - площадь поперечного сечения столбов;

A_s - площадь влияния столбов;

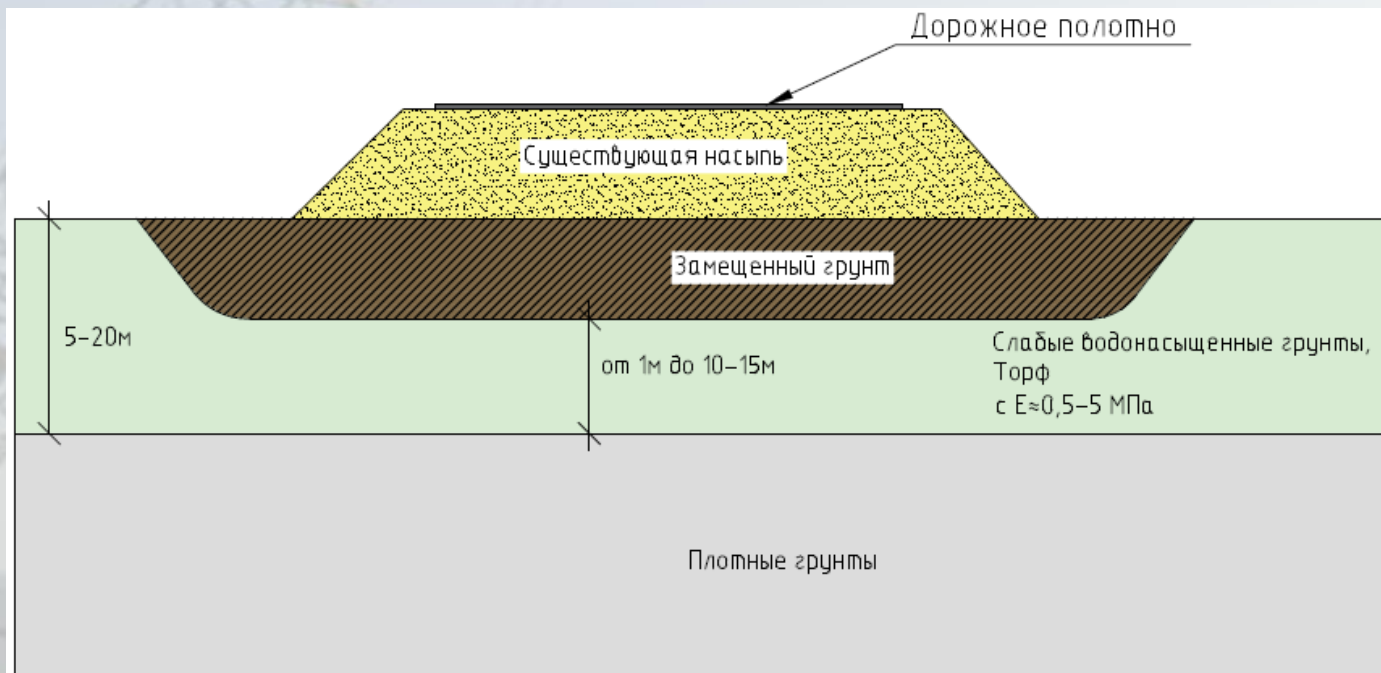
K_{ac} - коэффициент активного давления материала щебеночных свай, определяемый по формуле:

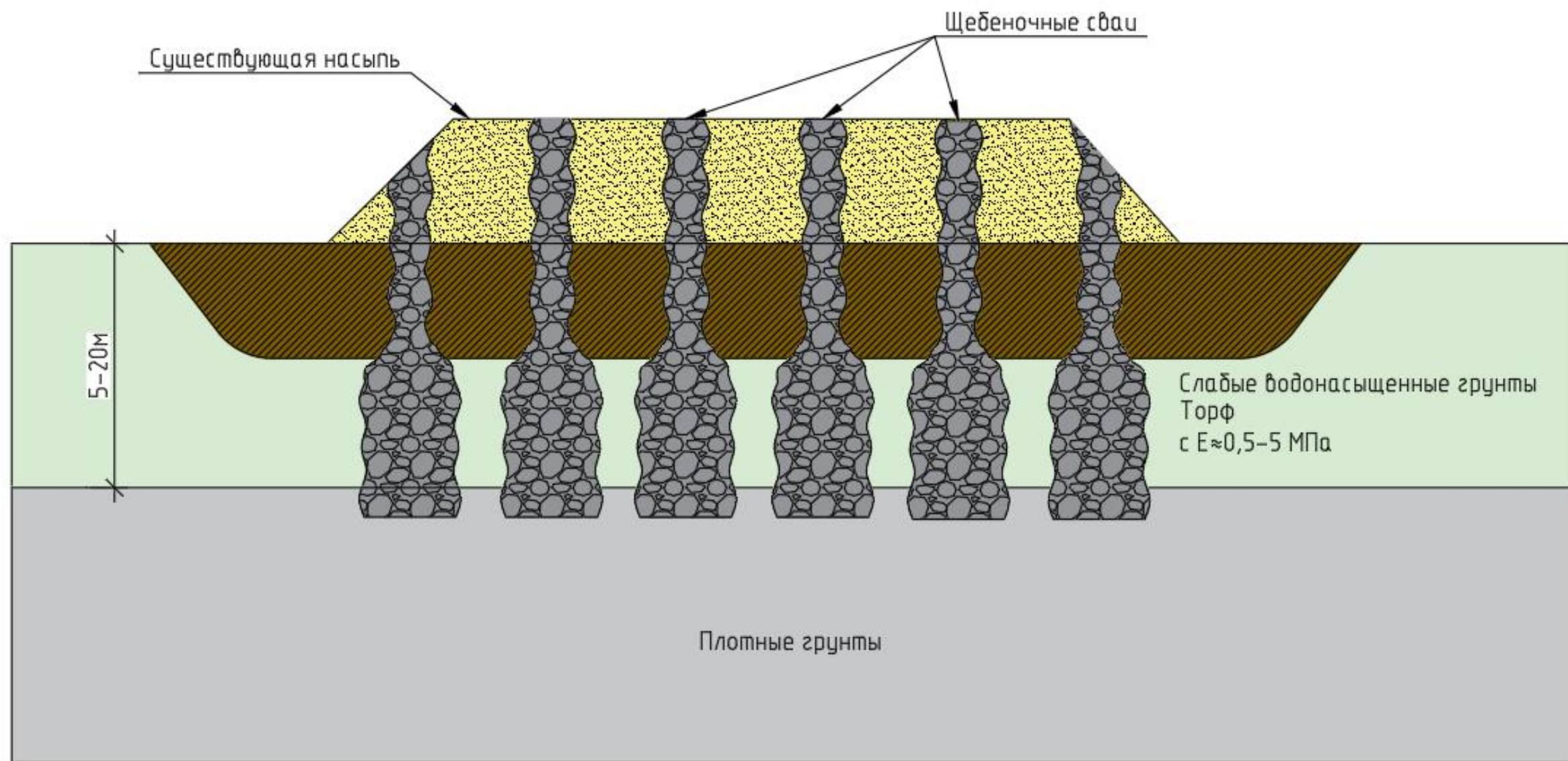
$$K_{ac} = \tan^2(45^\circ - \varphi_c / 2)$$

Определение сцепления массива грунта выполняется по формуле представленной ниже:

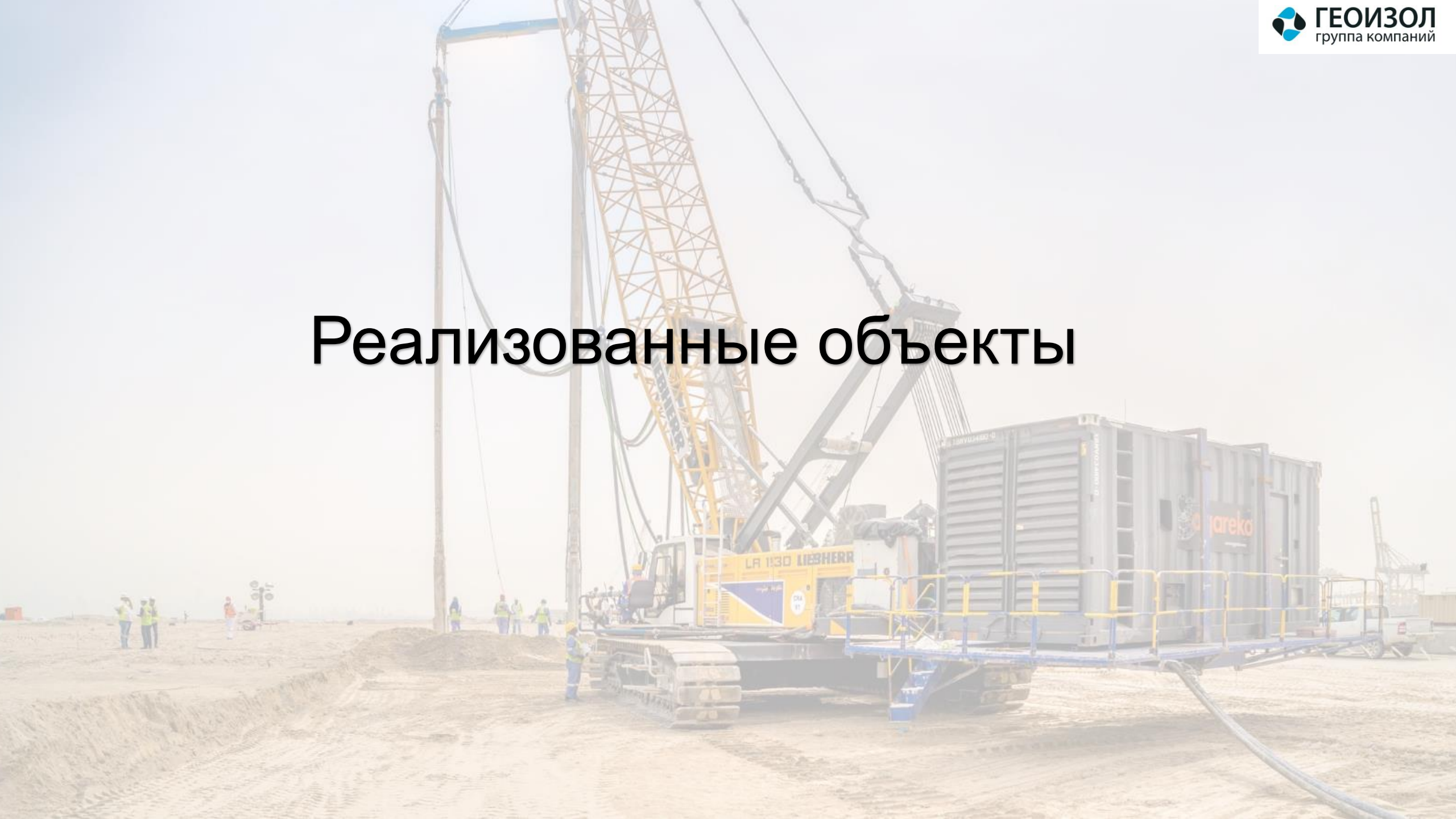
$$\bar{c} = (1 - m') \cdot c_s$$

где c_s - удельный вес грунта.





Реализованные объекты



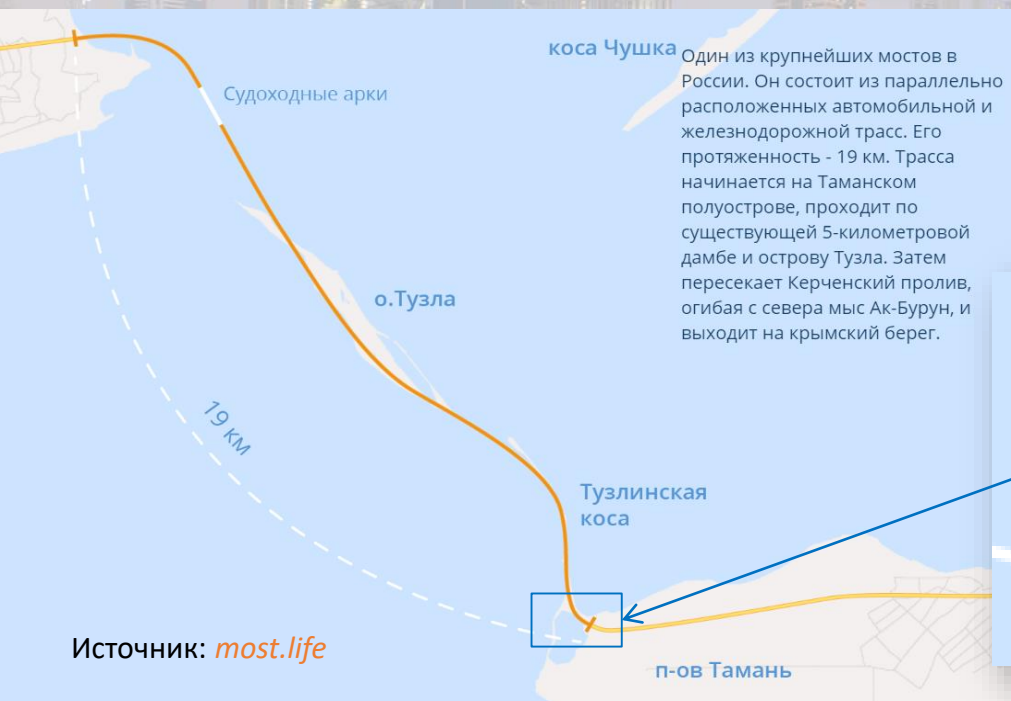
КРЫМСКИЙ МОСТ, П-ОВ ТАМАНЬ

Усиление основания насыпи на подходах к мосту



Цель:

Предотвращение возможной потери устойчивости основания, увеличение прочностных и фильтрационных свойств для достижения требуемого значения устойчивости и предотвращения возможности разжижения грунта при сейсмическом воздействии.



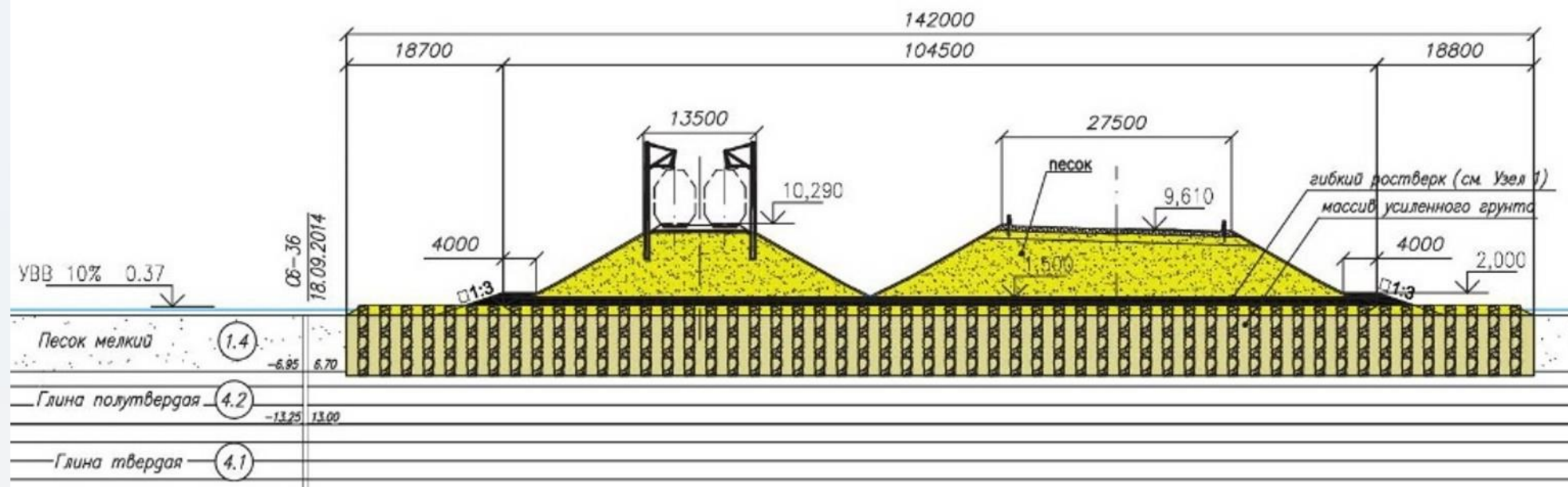
Дорожная насыпь с основанием, усиленным устройством щебеночных свай.
Длина – 224м.

Решение:

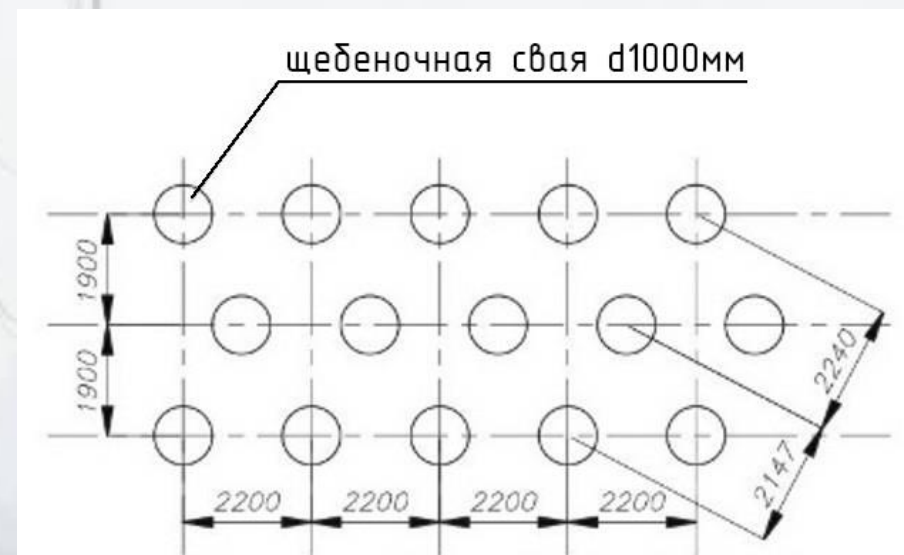
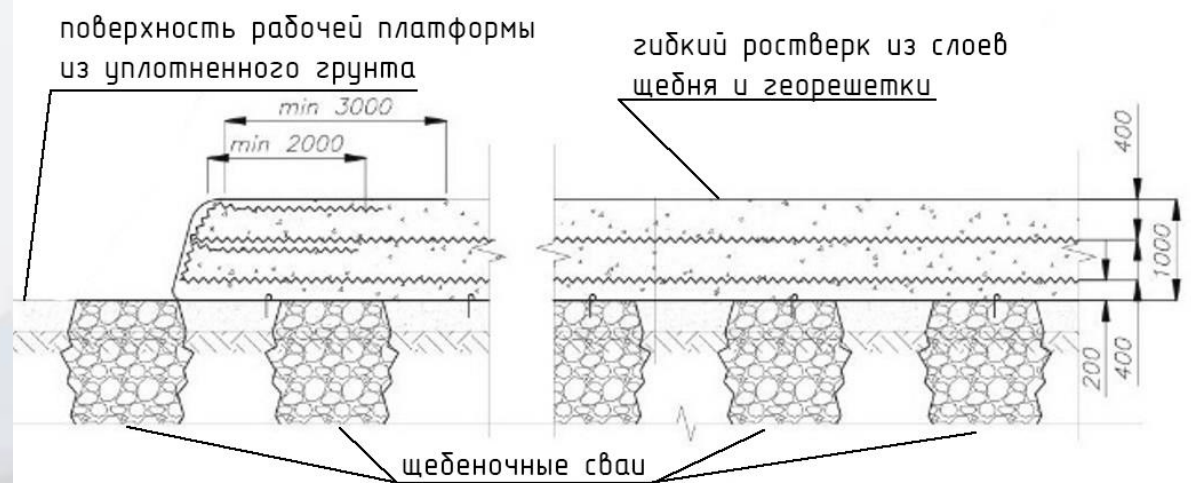
Устройство щебеночных свай Ø 1,0 м, длиной от 3,0 до 9,5 м в грунтах с низкой несущей способностью: набухающими, органоминеральными, текучими и текучепластичными грунтами.

Особые условия: 9-бальная сейсмичность района.

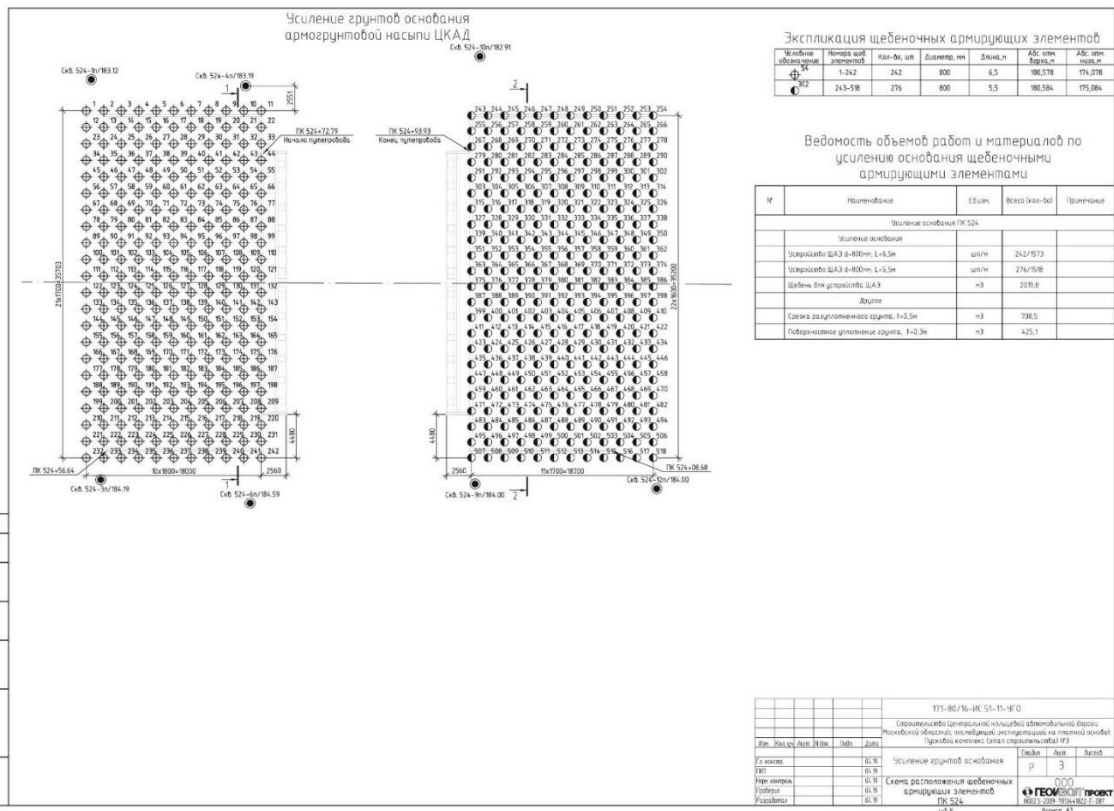
Усиление насыпи на подходе к Крымскому мосту



Узел 1



Цель: предотвращение возможной потери устойчивости армогрунтовой насыпи и больших деформаций, увеличение прочностных и деформационных свойств с целью достижения требуемого значения устойчивости. Сокращение времени стабилизации осадок.



ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС «ЛЮБЕРЦЫ ПАРК»

г. Люберцы, ул. 8 марта, корпуса 6 и 7.
Улучшение характеристик грунтов



Многokвартирный жилой дом:

- высота – 26 этажей;
- площадь застройки – 23 446 кв. м;
- строительный объем – 244 138 куб. м ;
- количество машиномест – 435.

Цель: укрепление грунтов основания, улучшение прочностных и деформационных характеристик грунтов.

Устройство щебеночных свай
Ø 0,8 м, длиной 2,0 и 5,5 м.

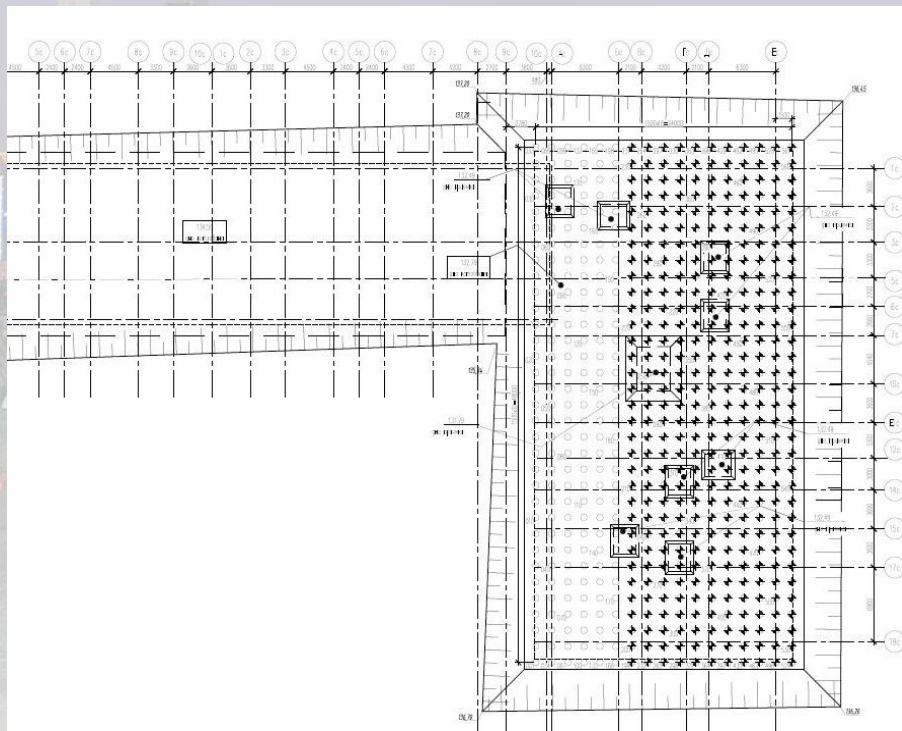


ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС «ЛЮБЕРЦЫ ПАРК» г. Люберцы, ул. 8 марта, корпуса 6 и 7. Улучшение характеристик грунтов

Характеристики:

- диаметр – 600 мм;
- объем – 561 шт.;
- длина – 2,0...5,5 м

План щебеночных армирующих элементов



ЗАВОД ESTEL

Санкт-Петербург, г. Колпино

Усиление грунтов основания щебеночными сваями для строительства большепролетного здания

Цель: усиление грунтов, для возможности выполнения фундаментной плиты без замены грунтового основания.

Устройство щебеночных свай $\varnothing 0,8$ м, длиной 3,0 м в насыпных грунтах вблизи действующего производства.



ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС «БЕЛЫЙ ОСТРОВ»

Улучшение характеристик грунтов



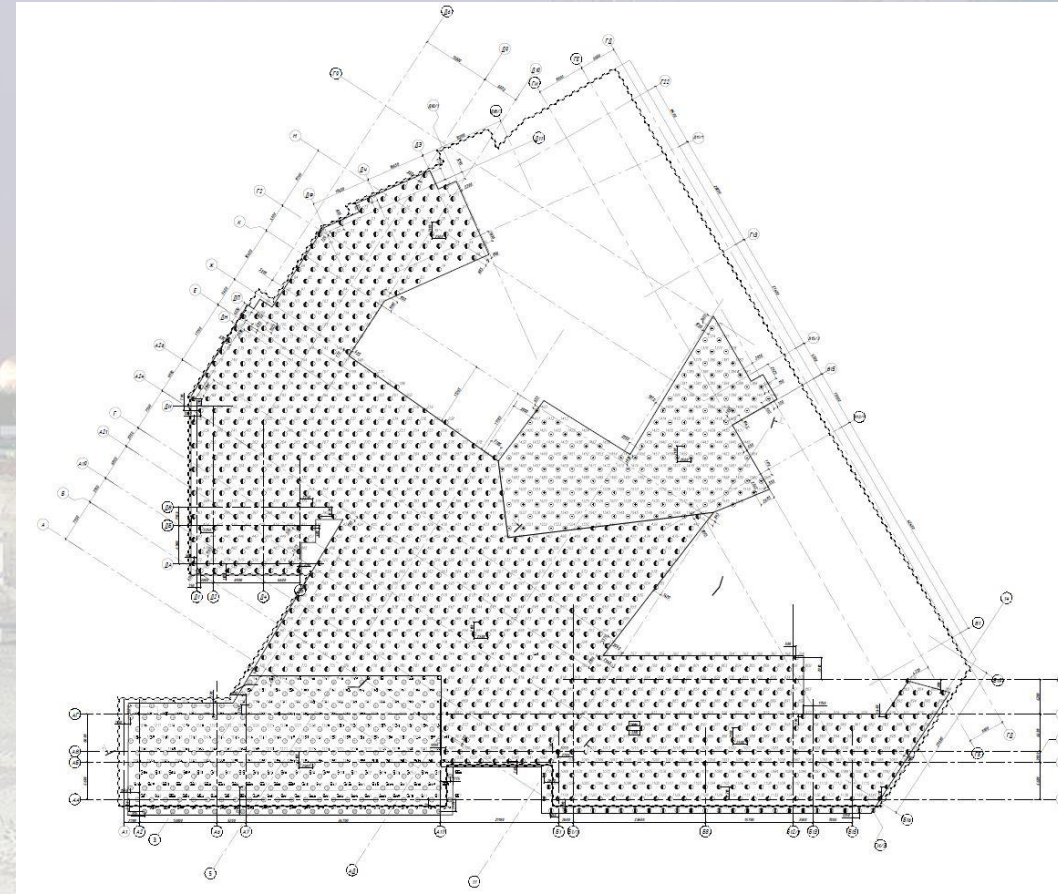
Многоквартирный жилой дом
с двухуровневым паркингом:

- высота - 10-12 этажей;
- 12 секций;
- площадь застройки – 79 377 м. кв.;
- строительный объем – 244 138 м. куб.;
- количество машиномест – 435.

План щебеночных армирующих элементов

Характеристики:

- диаметр – 800 мм;
- объем – 1606 шт.;
- длина – 4,5...8,0 м



ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС «БЕЛЫЙ ОСТРОВ»

Улучшение характеристик грунтов



Процесс виброфлотации

№ГЭ	Наименование	Параметры щебеночных свай			Характеристики улучшаемого грунта			Расчетные значения характеристик улучшенного грунта*		
		Диаметр м	Площадь сваи, м2	Площадь влияния, м2	Удельный вес грунта, кН/м3	Удельное сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, град	Удельное сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, град	Модуль деформации, Е, МПа
2	Пески пылеватые, средней плотности	0,8	0,636	5,25	18,9	3	28	2	32,4	26
3	Супеси пластичные	0,8	0,636	5,25	20,2	18	23	12	29,4	22,7
4	Суглинки текучие, ленточные	0,8	0,636	5,25	18	10	9	6,7	21,1	20,7
5	Суглинки текучепластичные, слоистые	0,8	0,636	5,25	19	13	11	8,7	22,3	21,4
6	Пески пылеватые плотные	0,8	0,636	5,25	21,4	8	36	5,3	37,4	42,7

* Расчетные характеристики грунтов предварительные, для уточнения характеристик необходимо выполнить полевые испытания после усиления грунтов.

Характеристики грунта

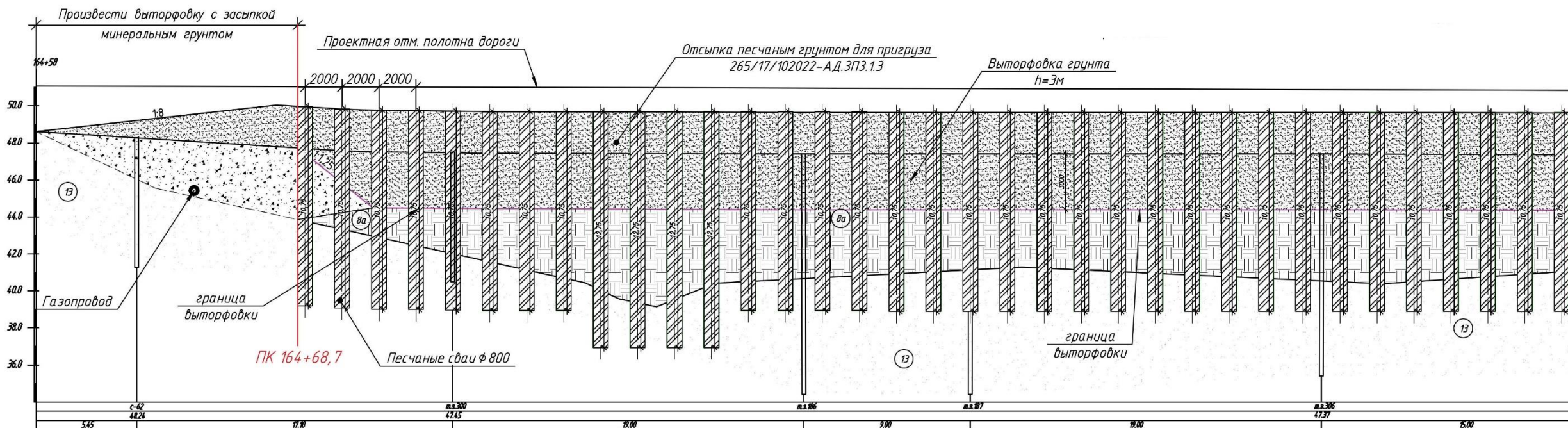


Погрузка щебня фронтальным погрузчиком

**Федеральная автодорога А-181 «Скандинавия»
км 65 – км 100 (подэтап 2,3 этапа 2)
Ленинградская область
Усиление грунтов основания песчаными сваями**



Федеральная автодорога А-181 «Скандинавия» км 65 – км 100 (подэтап 2,3 этапа 2) Ленинградская область Усиление грунтов основания песчаными сваями



Продольный разрез в месте пересечения болота (фрагмент)

На участке выполнена выторфовка на глубину 3 м с последующей засыпкой песчаным грунтом.

Для нижних слоев торфа, залегающих на глубину до 8 м, принято усиление песчаными сваями длиной от 6 до 16 м с шагом 1,7x2 м. Объем работ 1797 свай 18,5 тыс. м. пог.

Технология щебеночных свай:

- ❖ способствует снижению деформаций основания, передает нагрузки на более прочные слои грунта и уменьшает осадку в 2-6 раз;
- ❖ увеличивает несущую способность основания, предотвращая возможную потерю их устойчивости;
- ❖ сваи улучшают дренируемость грунтового массива, что ускоряет консолидацию и упрочнение грунтового основания;
- ❖ предотвращает резкое снижение физико-механических характеристик грунта во время землетрясений и исключают общую потерю устойчивости основания при сейсмических воздействиях;
- ❖ позволяет устраивать высокие насыпи не дожидаясь существенных осадок консолидации;
- ❖ сокращает сроки строительства за счёт высокой скорости производства работ;
- ❖ благодаря минимальному набору технологического оборудования облегчает работы на удалённых территориях;
- ❖ возможность операционного контроля параметров изготовления с созданием паспорта каждой сваи, с последующим включением данного паспорта в исполнительную документацию;
- ❖ позволяет выполнять фундаменты зданий и сооружений без земляных работ по замене слабого основания.

Благодарю за внимание!



ООО «ГЕОИЗОЛ»
197046, Санкт-Петербург, Большая Посадская ул., 12
БЦ «Крюммельхаус»
Телефон: +7 (812) 337 53 13
Факс: +7 (812) 337 53 10
E-mail: info@geoizol.ru
www.geoizol.ru



ООО «ГЕОИЗОЛ Проект»
197046, Санкт-Петербург, Большая Посадская ул., 12
БЦ «Крюммельхаус», оф. 312
Телефон: +7 (812) 416 30 28
E-mail: geoizolproject@geoizol.ru
geoizolproject.ru



ООО «УМ ГЕОИЗОЛ»
196600, Санкт-Петербург,
Пушкин, Новодеревенская ул., 17
Телефон: +7 (812) 640 79 93
E-mail: um@geoizol.ru
www.geoizol.ru



ООО «Пушкинский машиностроительный завод»
196600, Санкт-Петербург,
Пушкин, Новодеревенская ул., 17
Телефон: +7 (812) 640 79 95
Факс: +7 (812) 470 19 51
E-mail: pmz@geoizol.ru
www.pmzspb.ru

Мы в социальных сетях:

 [instagram.com/geoizolgroup/](https://www.instagram.com/geoizolgroup/)

 [instagram.com/geoizolproject/](https://www.instagram.com/geoizolproject/)

 [facebook.com/geoizolproject/](https://www.facebook.com/geoizolproject/)

 vk.com/geoizolproject/

geoizolproject.ru

