

Э Г Е О С

**ИСПЫТАНИЯ
свай и грунтов**

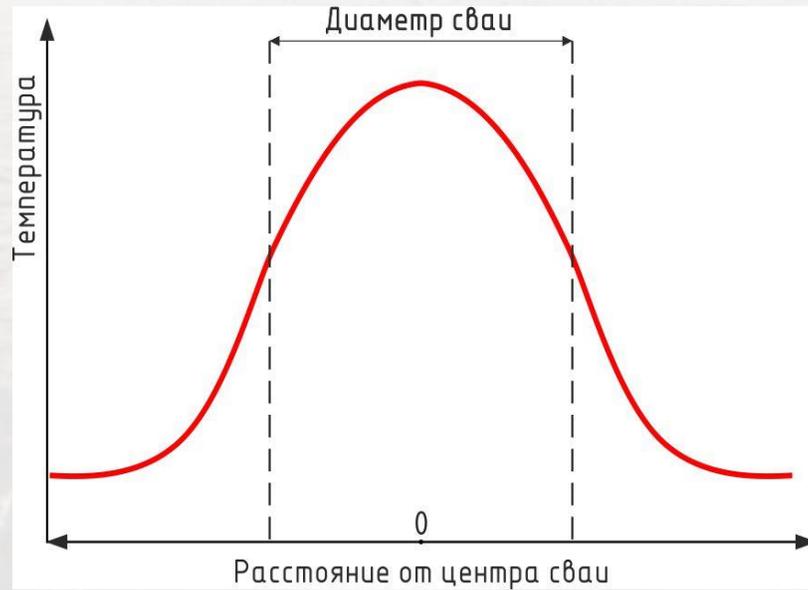


**Контроль сплошности бетона свай термометрическим методом.
Определение несущей способности свай методом PDA с
использованием волновой теории удара.
Опыт лаборатории ООО "ЭГЕОС"**

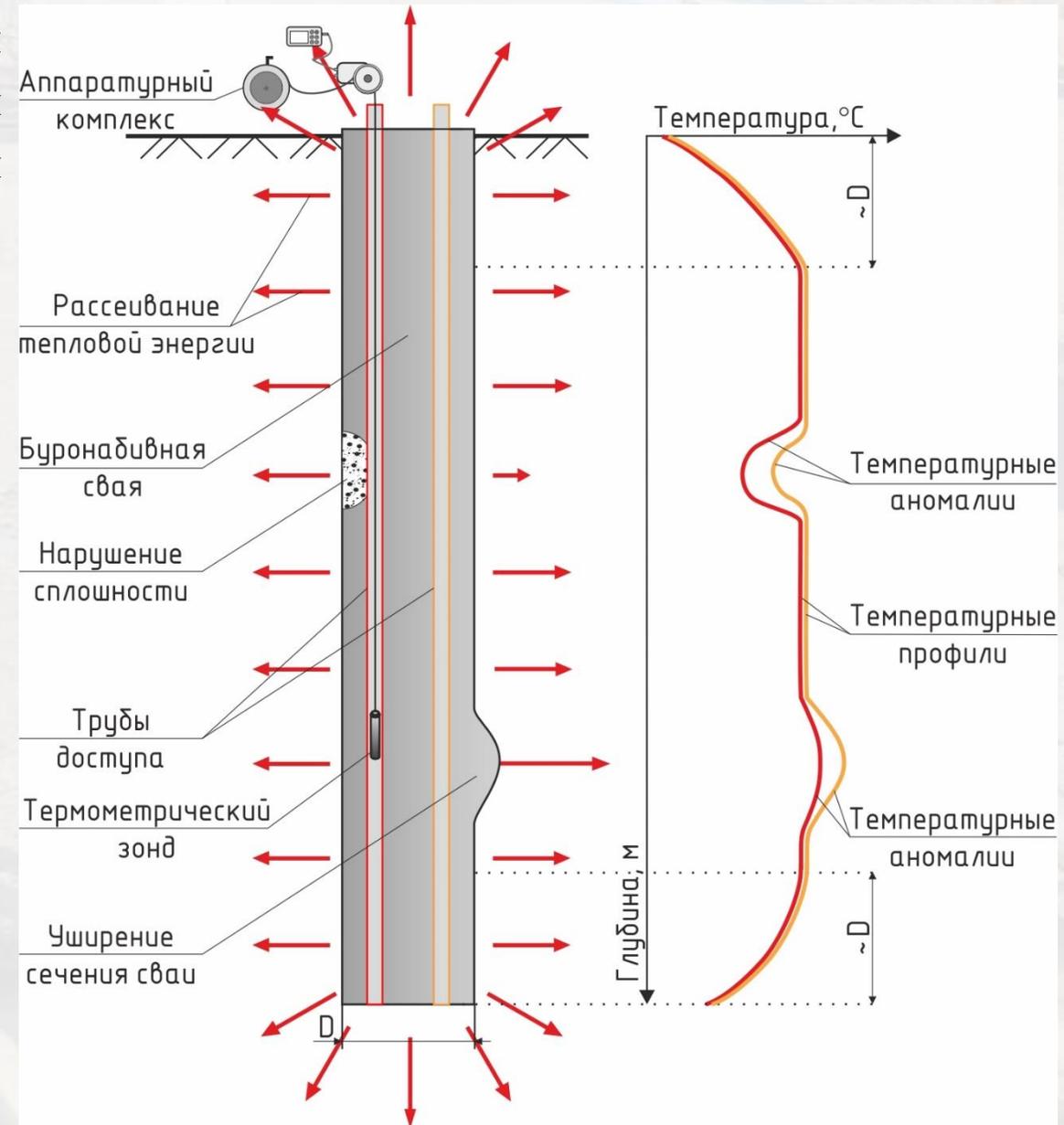
**Чуркин Алексей Андреевич – инженер-геофизик
ООО «ЭГЕОС»**

Термометрический метод. Общие положения

Контроль сплошности буронабивных свай термометрическим методом основан на измерении температуры в стволе сваи через установленные в составе арматурного каркаса сваи трубы доступа в процессе твердения бетона.



В процессе твердения бетона в результате реакции гидратации цемента происходит выделение тепла. Количество выделяемого тепла зависит от количества активного материала (цемента), состава бетонной смеси и времени, прошедшего с начала гидратации.



Возможности и ограничения термометрического метода

Термометрический метод позволяет:

- обнаружить изменения поперечного сечения сваи, включения бетона с нарушенным составом или инородного материала в свае **как внутри, так и снаружи арматурного каркаса**;
- локализовать по глубине нарушения сплошности бетона сваи, производить оценку их расположения и геометрических размеров;
- обнаружить смещение или наклон арматурного каркаса сваи **относительно оси сваи**;
- производить оценку эффективного радиуса испытываемой сваи;
- контролировать сплошность длинных свай небольшого диаметра, для которых ограничено применение ультразвукового и сейсмоакустического методов контроля сплошности свай.



Возможности и ограничения термометрического метода

Метод испытаний не позволяет:

- получить информативные данные вне интервала времени, когда температура в свае близка к максимальным значениям;
- сделать однозначный вывод о природе выявленных нарушений сплошности;
- обнаружить нарушения сплошности небольших геометрических размеров, удаленные от труб доступа.



Обработка данных

В верхней и нижней частях сваи на участках длиной около диаметра сваи на температурных профилях наблюдается снижение значений температуры, связанное с рассеиванием тепла не только в радиальном, но и в продольном направлении.

Значения температуры T_{measured} ($^{\circ}\text{C}$), на данных участках могут быть аппроксимированы функцией вида:

$$T_{\text{fit}}(z) = -\left(\frac{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}}{2}\right) \text{th}\left(\frac{z - z_0}{\alpha}\right) + \left(\frac{T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{2}\right)$$

T_{max} – среднее значение температуры на ближайшем к области ввода поправок участке температурного профиля, на котором значения температуры изменяются незначительно, $^{\circ}\text{C}$;

T_{min} – температура, подбираемая исходя из температуры воздуха/грунта вокруг верхнего/нижнего торца сваи, $^{\circ}\text{C}$;

z_0 – отметка верха бетона сваи, м; α – временной параметр, м;

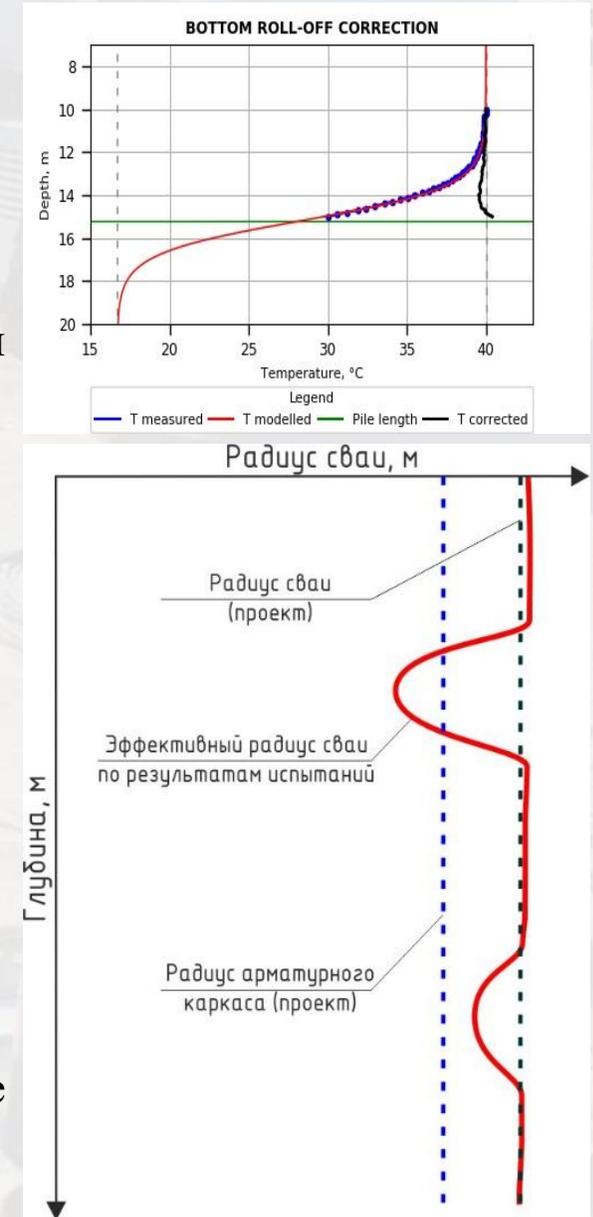
для нижней части температурного профиля:

T_{max} – среднее значение температуры на ближайшем к области ввода поправок участке температурного профиля, на котором значения температуры изменяются незначительно, $^{\circ}\text{C}$;

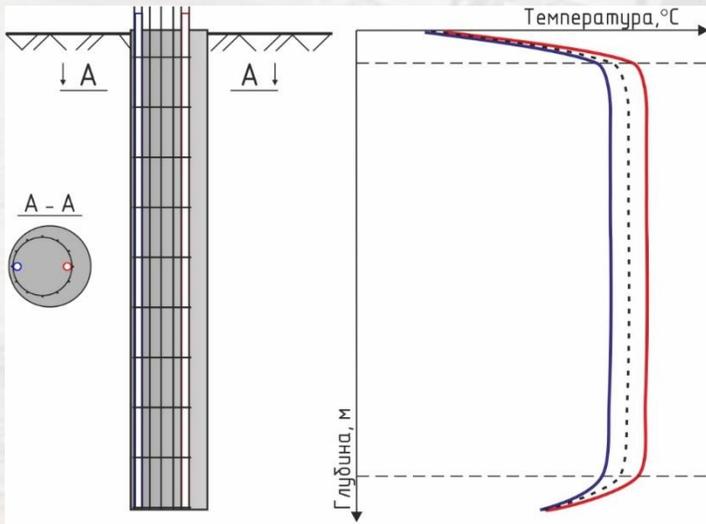
T_{min} – температура вмещающих грунтов (по справочным данным), $^{\circ}\text{C}$;

z_0 – отметка нижнего конца сваи, м; α – временной параметр, м.

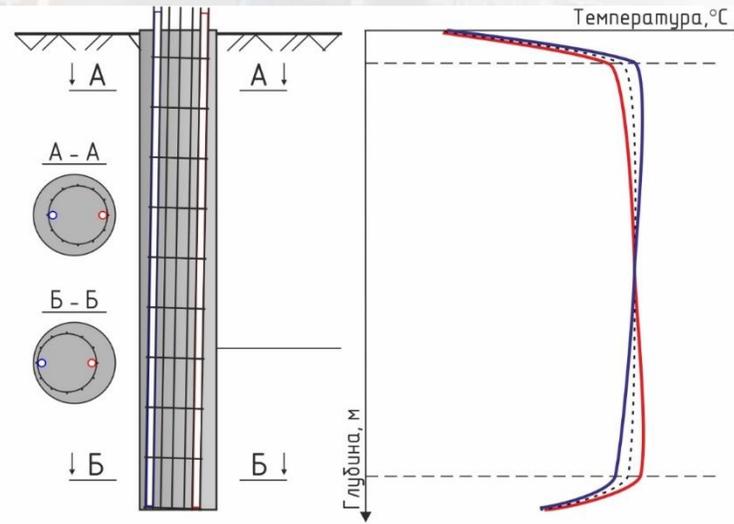
После введения поправок в графики допускается пересчет зарегистрированных в свае значений температуры в значения **эффективного радиуса сваи**.



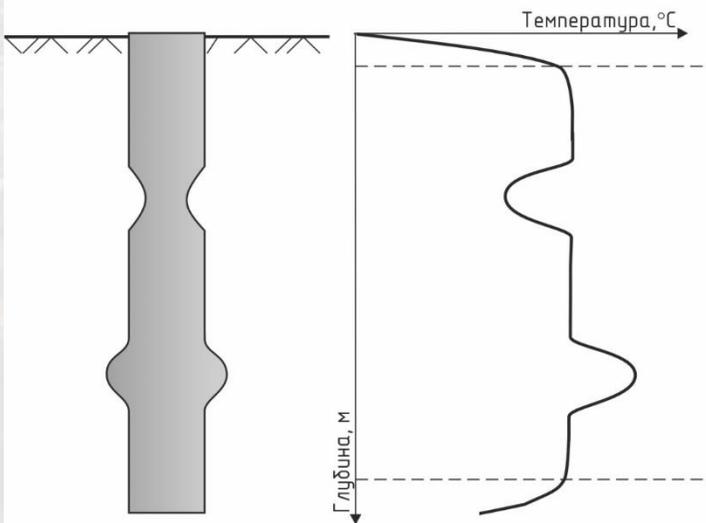
Интерпретация данных



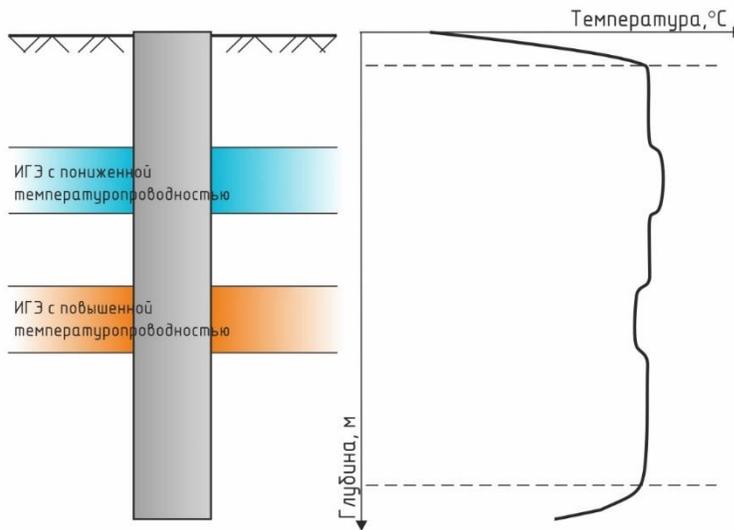
а) Смещение арматурного каркаса



б) Наклон арматурного каркаса



в) Изменения поперечного сечения сваи



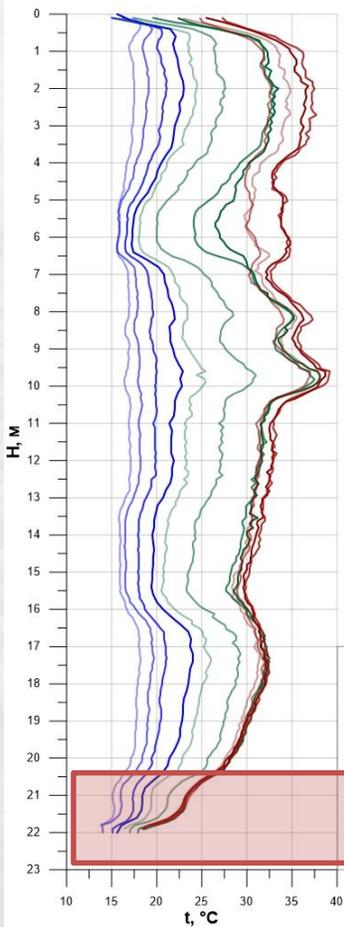
г) Влияние теплопроводности вмещающих грунтов

Анализ отклонения температурных профилей, зарегистрированных в противоположных трубах доступа, от средних значений - с целью выявления смещения или наклона арматурного каркаса сваи относительно оси сваи

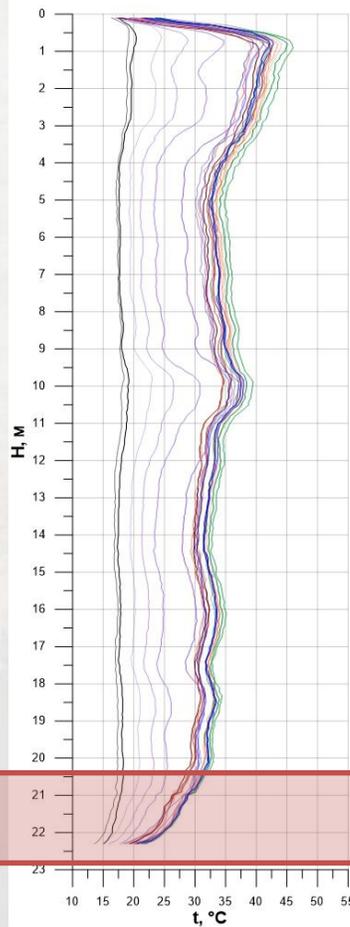
Для каждого температурного профиля проводится выделение локальных отклонений значений температуры от нормы и анализ выявленных температурных аномалий с привлечением дополнительной информации

Использование метода на опытно-методических работах на строительстве моста в Рязанской области

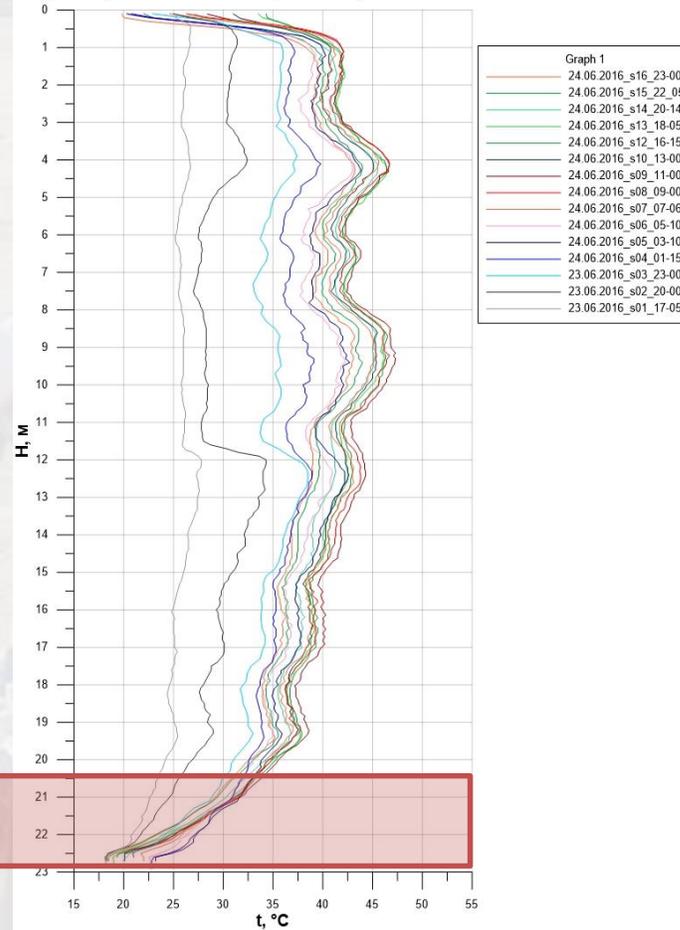
Опора №2 | БНС 1 | Труба доступа №1
08.06 - 09.06.2016



Опора №2 | БНС 2 | Труба доступа №1
11.06 - 13.06.2016



Опора №3 | БНС 2 | Труба доступа №1
дата / время начала и конца бетонирования 23.06.2016 / 10:15 - 12:20



Характеристики БНС:

Диаметр – 1000 мм;

Бетон – В35;

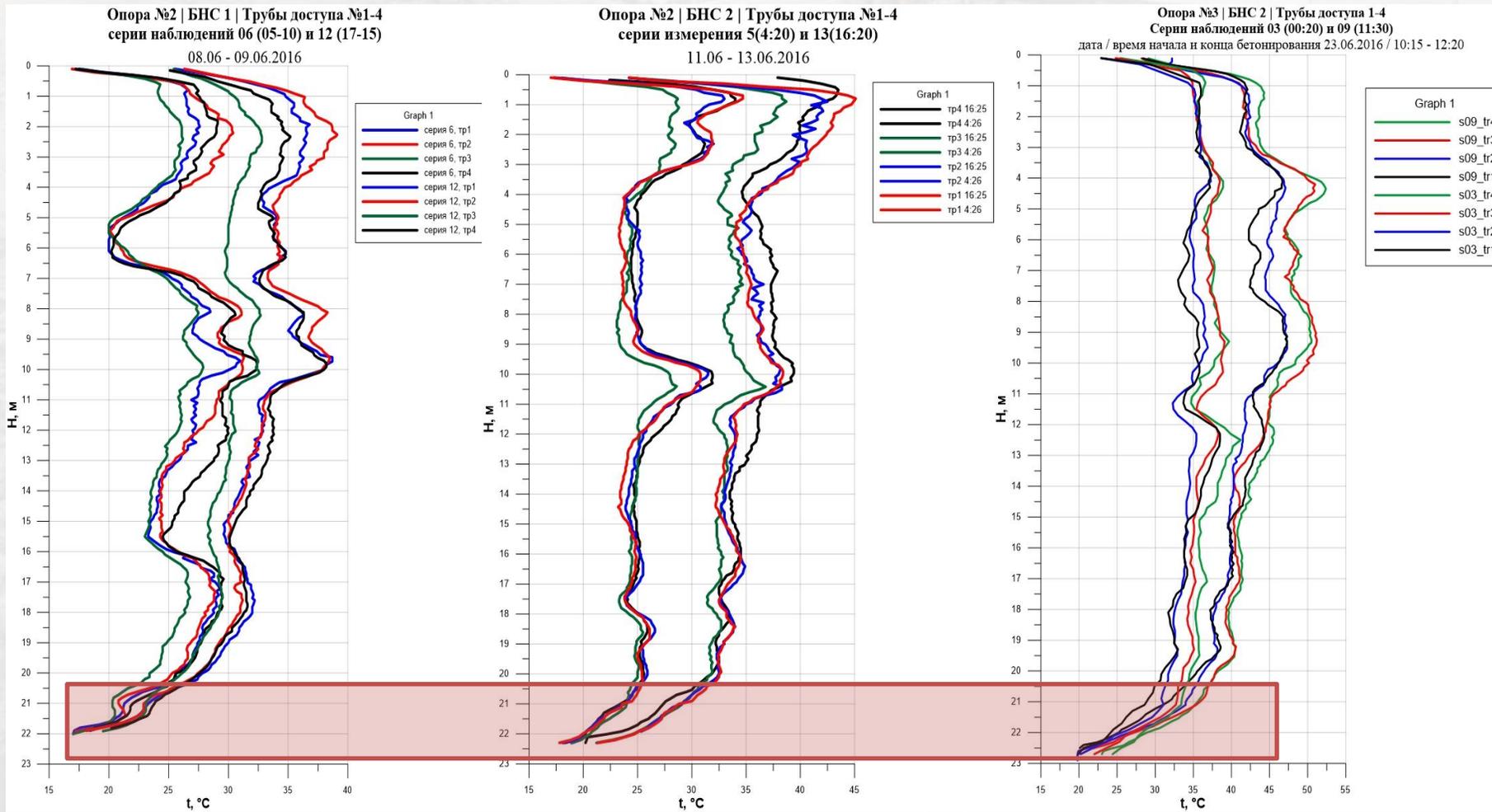
Длина (проект) – 22 м

БНС Опоры 2 бетонировались с большими задержками из-за перерывов в подаче цементной смеси - около 5 часов для БНС 1 и 3.5 часов для БНС 2.

Бетонирование сопровождалось выходом маслянистой жидкости с большим количеством цемента.

Некоторые результаты температурного мониторинга для испытанных свай.

Использование метода на опытно-методических работах на строительстве моста в Рязанской области



Характеристики БНС:

Диаметр – 1000 мм;

Бетон – В35;

Длина (проект) – 22 м

Мониторинг производился на протяжении:

ОП 2 БНС 1 - 26 часов (пиковые температуры – 25 часов после бетонирования)

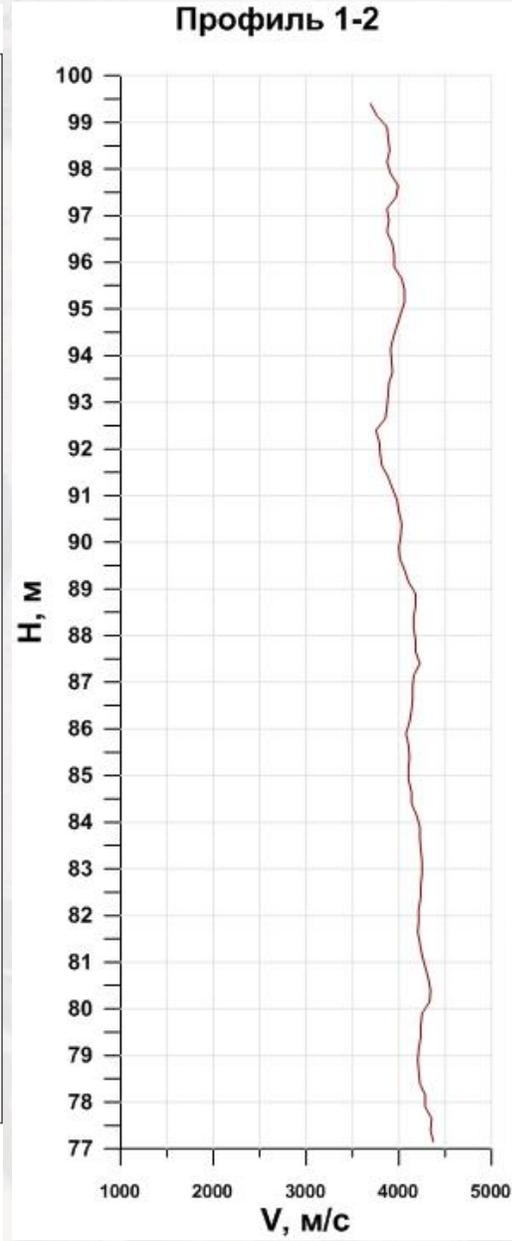
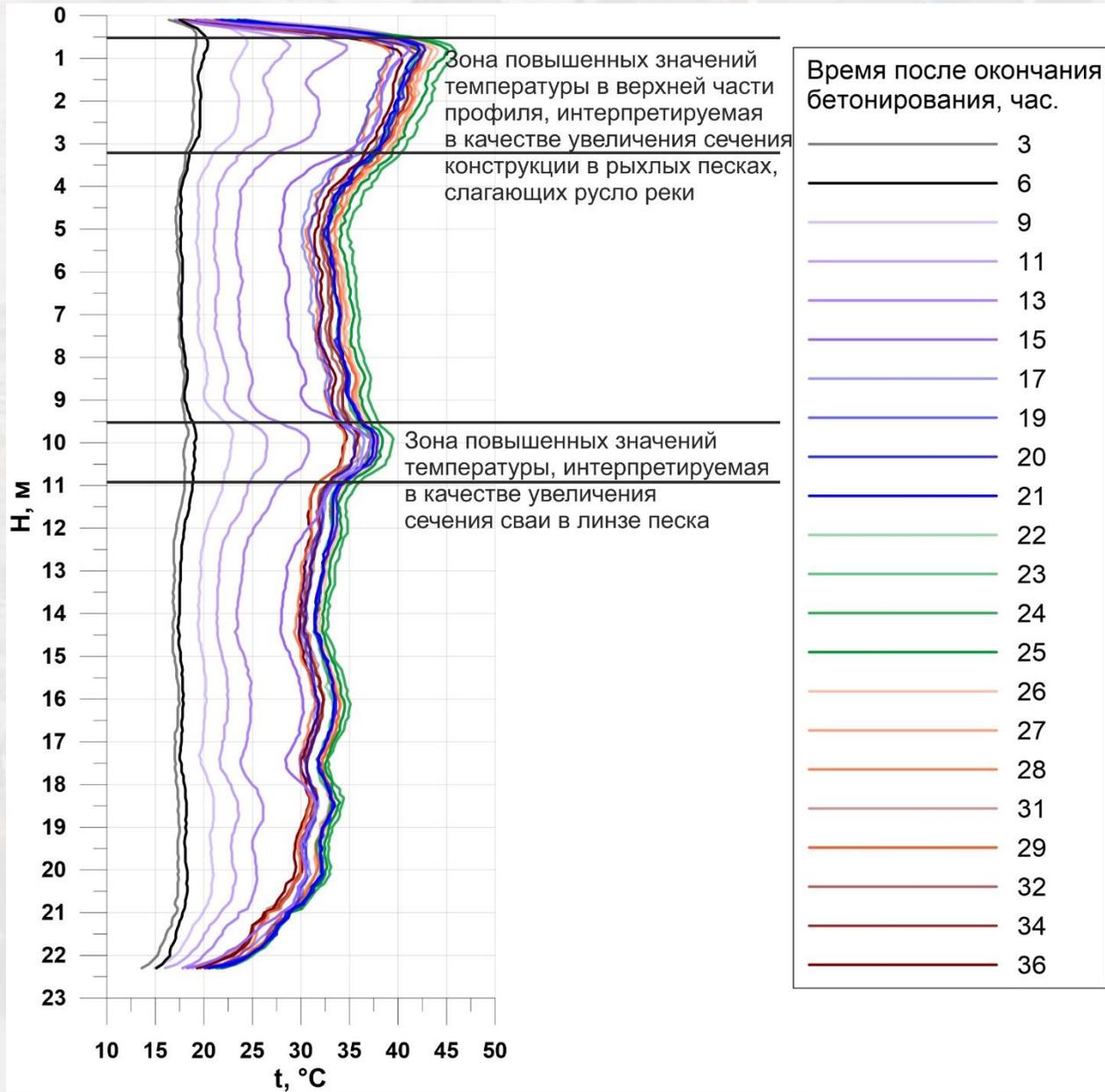
ОП 2 БНС 2 – 36 часов (пиковые температуры – 22 часа после бетонирования)

ОП 3 БНС 2 - 28 часов (пиковые температуры – 22 часа после бетонирования)

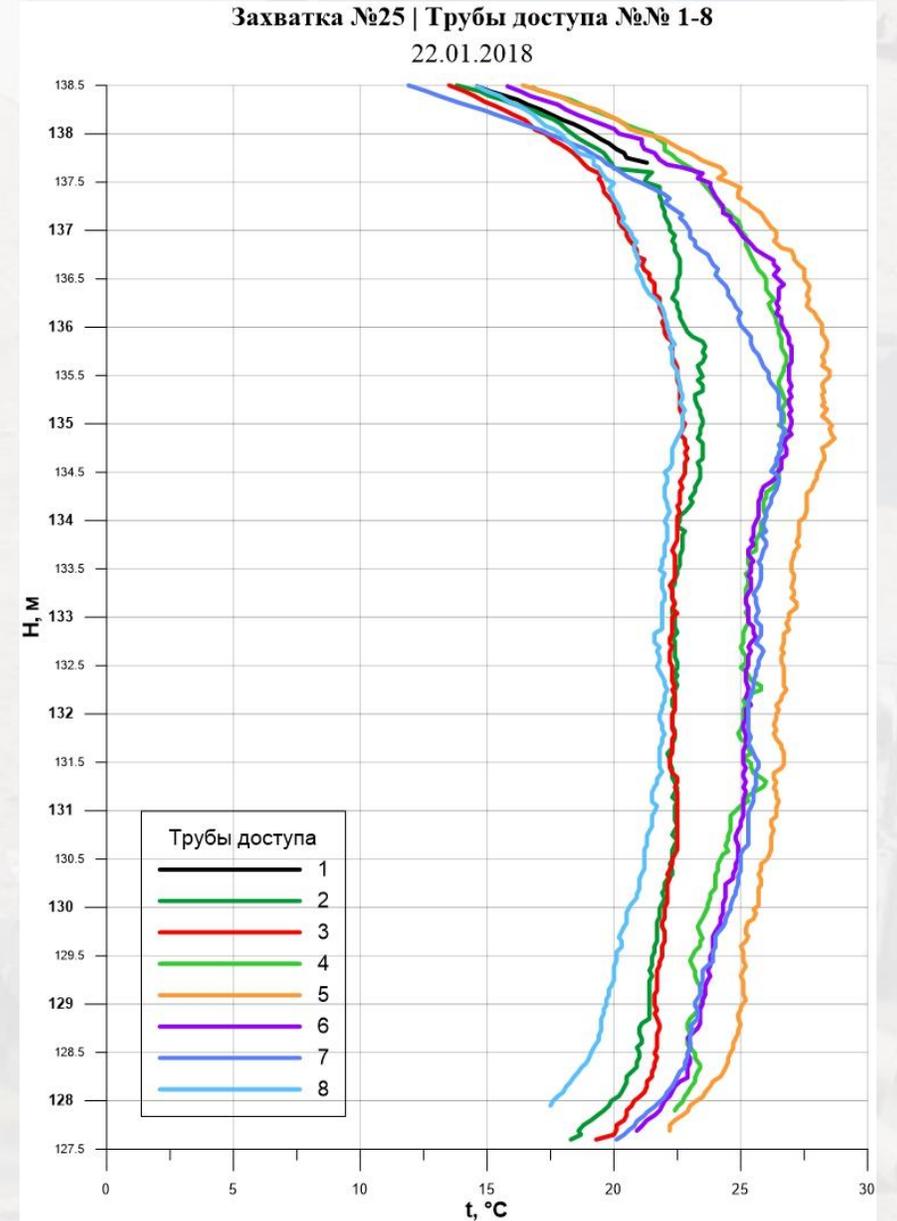
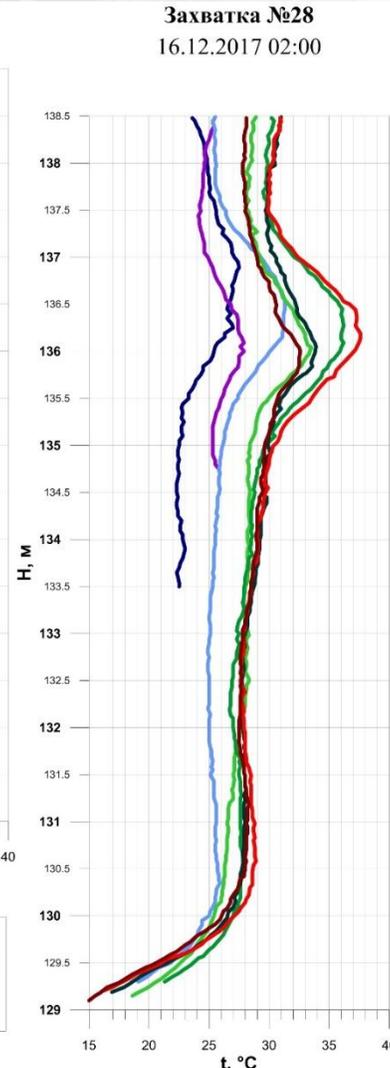
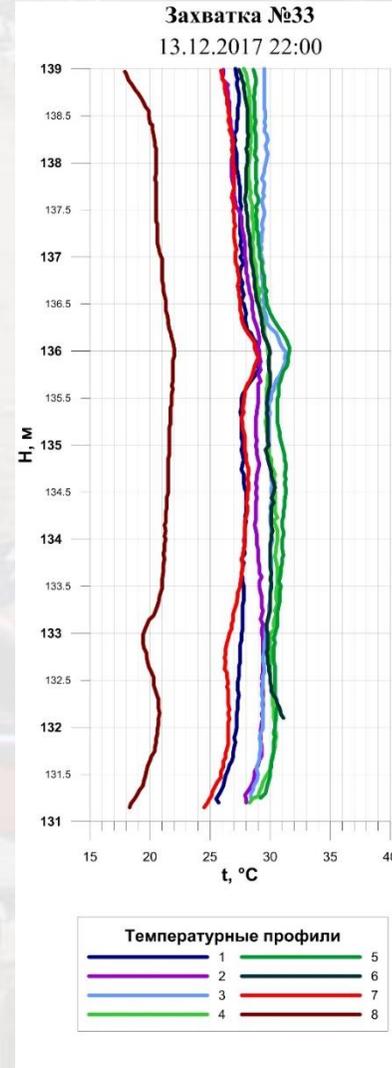
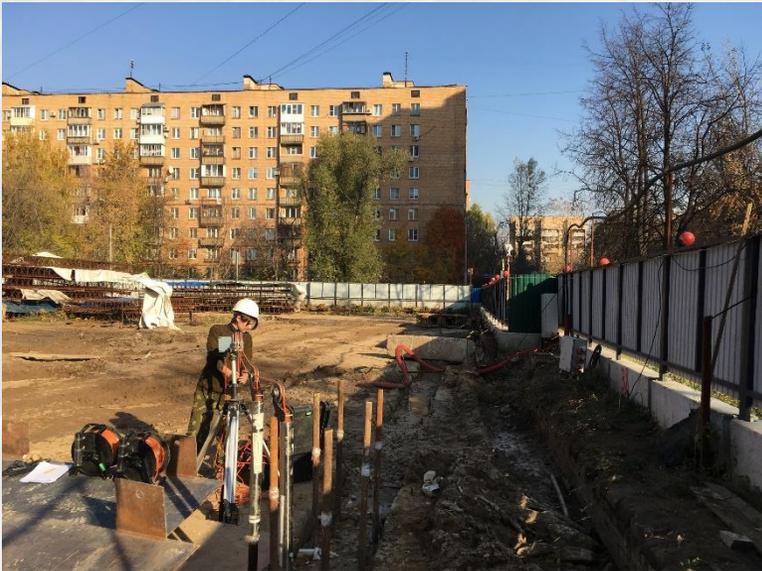
после бетонирования сваи

Некоторые результаты температурного мониторинга для испытанных свай.

Использование метода на опытно-методических работах на строительстве моста в Рязанской области



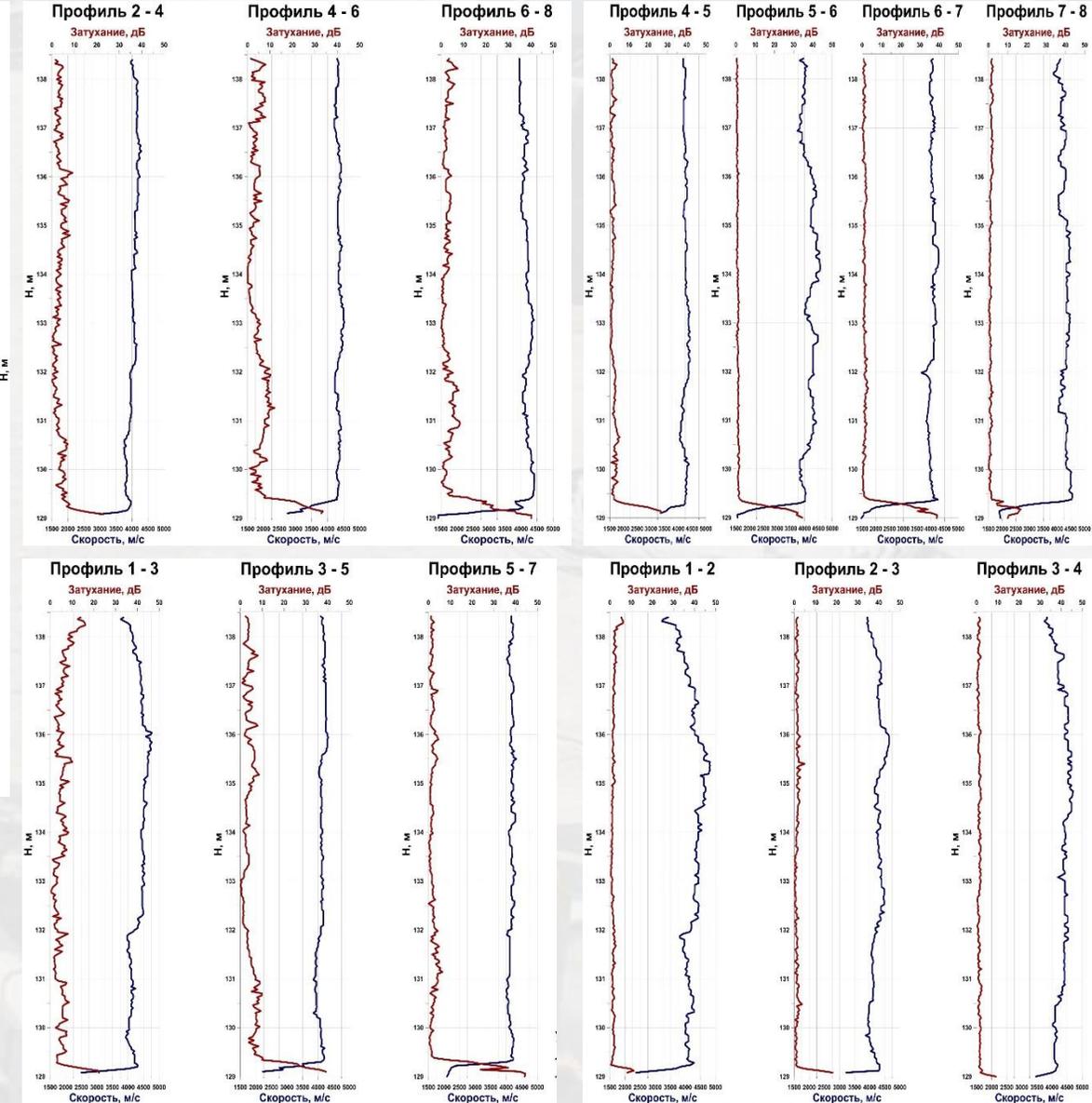
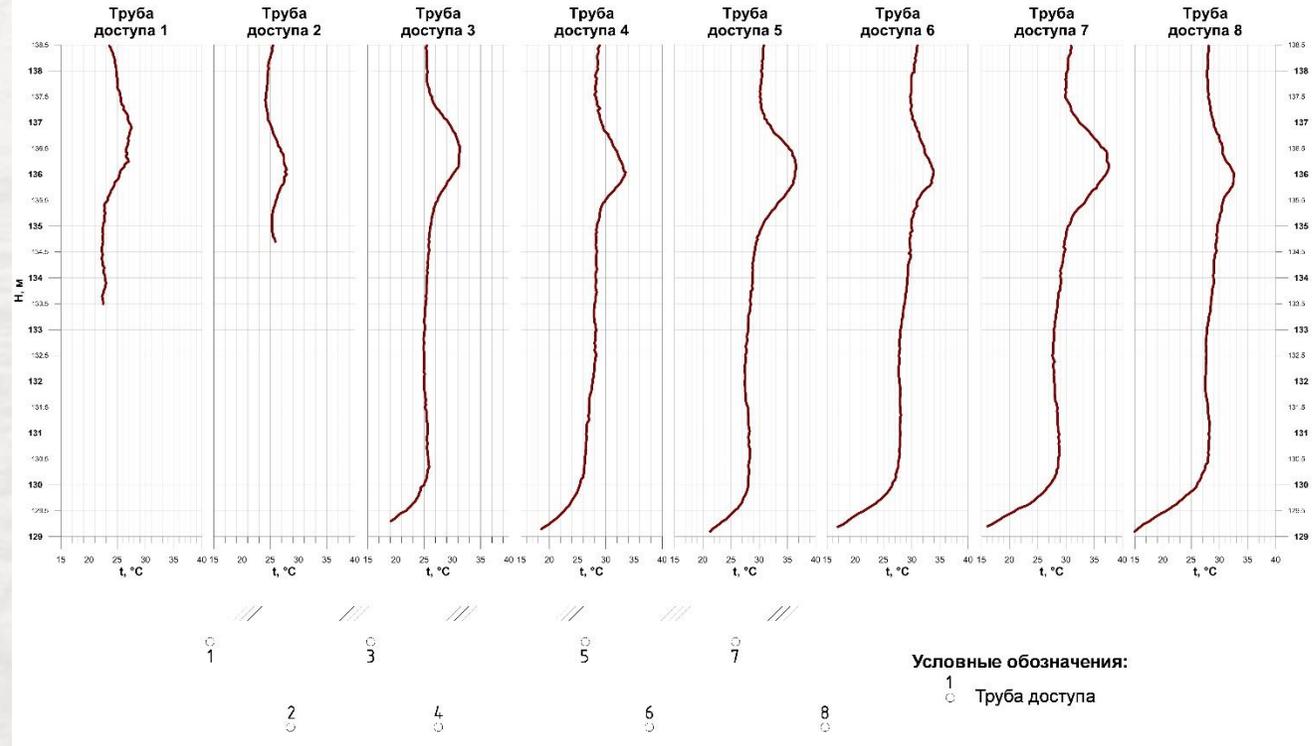
Использование метода на опытно-методических работах на «стене в грунте» в Москве



Использование метода на опытно-методических работах на «стене в грунте» в Москве

ЗАХВАТКА №28

16.12.2017 02:00

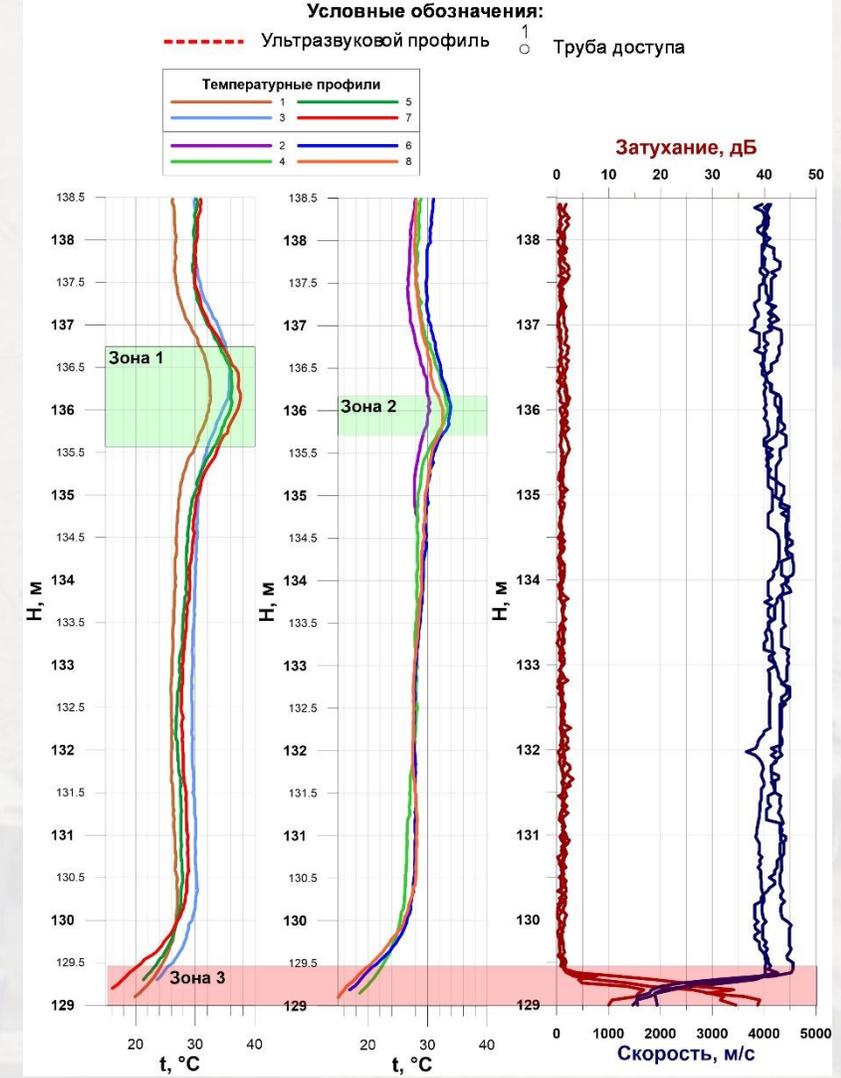
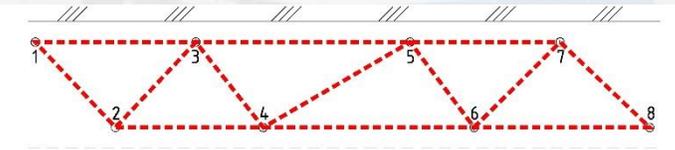
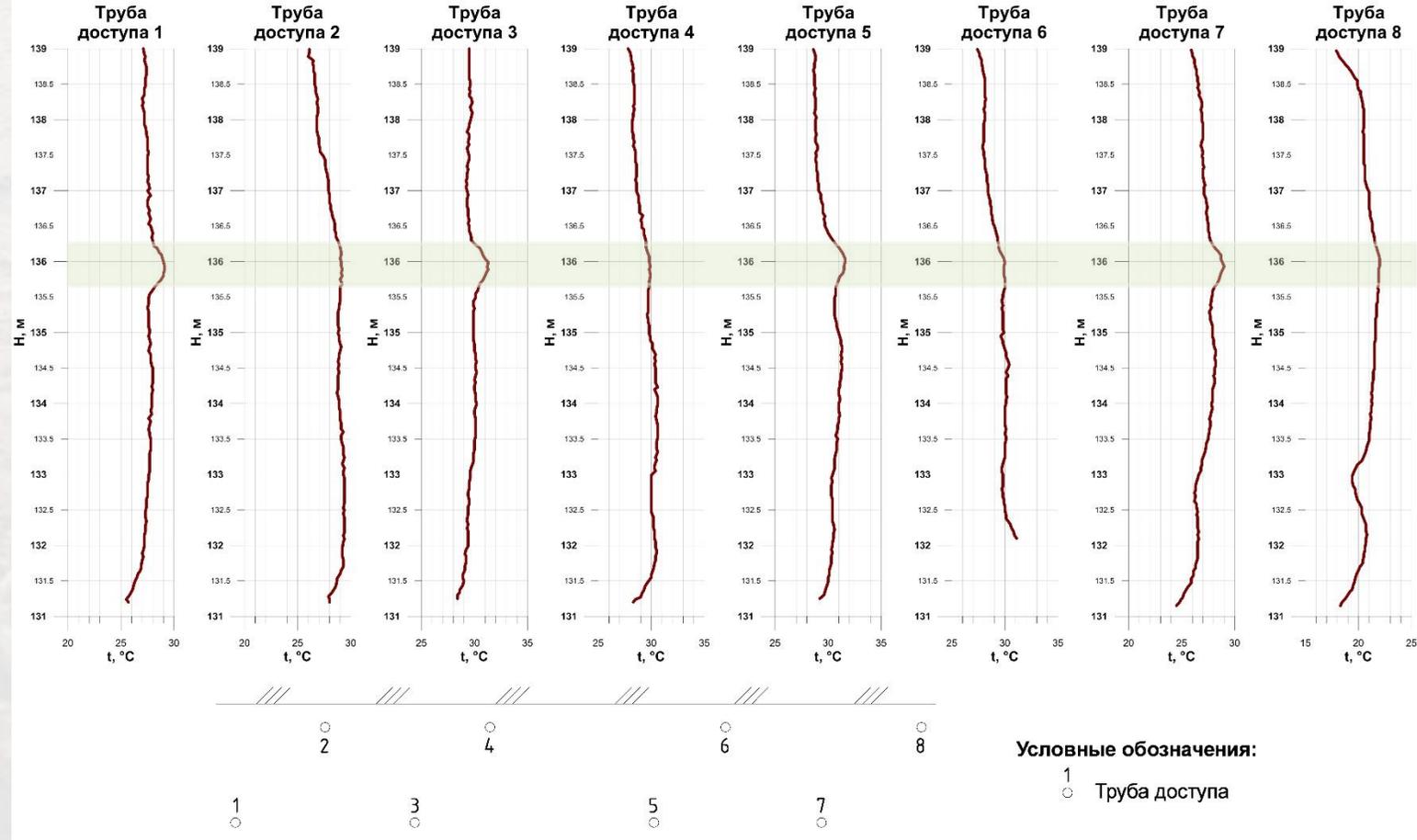


Температурные профили, соответствующие пику температур (~30 часов после окончания бетонирования) и результаты межскважинного ультразвукового прозвучивания

Использование метода на опытно-методических работах на «стене в грунте» в Москве

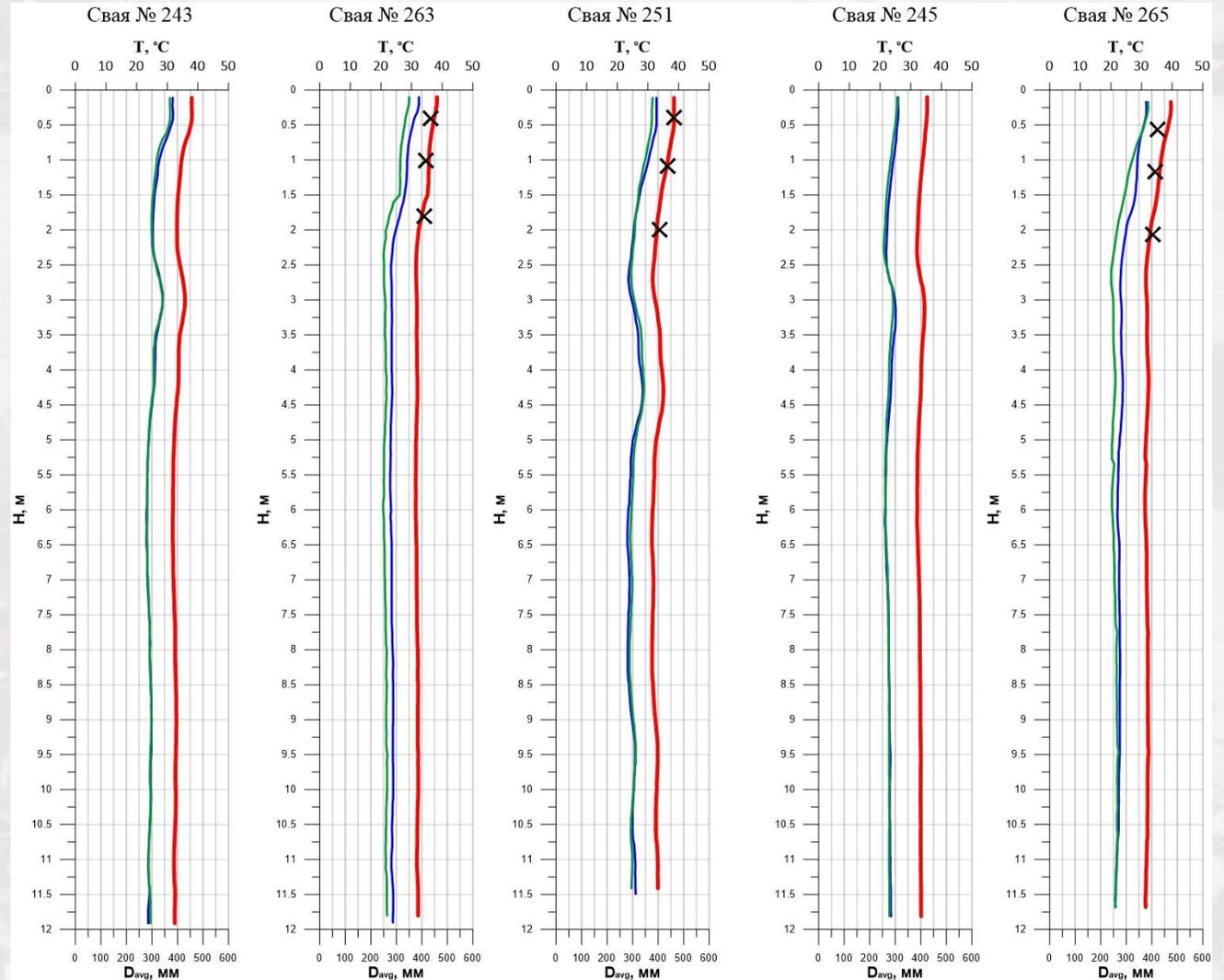
ЗАХВАТКА №33

13.12.2017 22:00



Мухин А.А., Лозовский И.Н., Чуркин А.А., "Неразрушающий контроль сплошности бетона буронабивных свай термометрическим методом", "Транспортное строительство", № 10, 2018

Использование метода на опытно-методических работах в Саратове

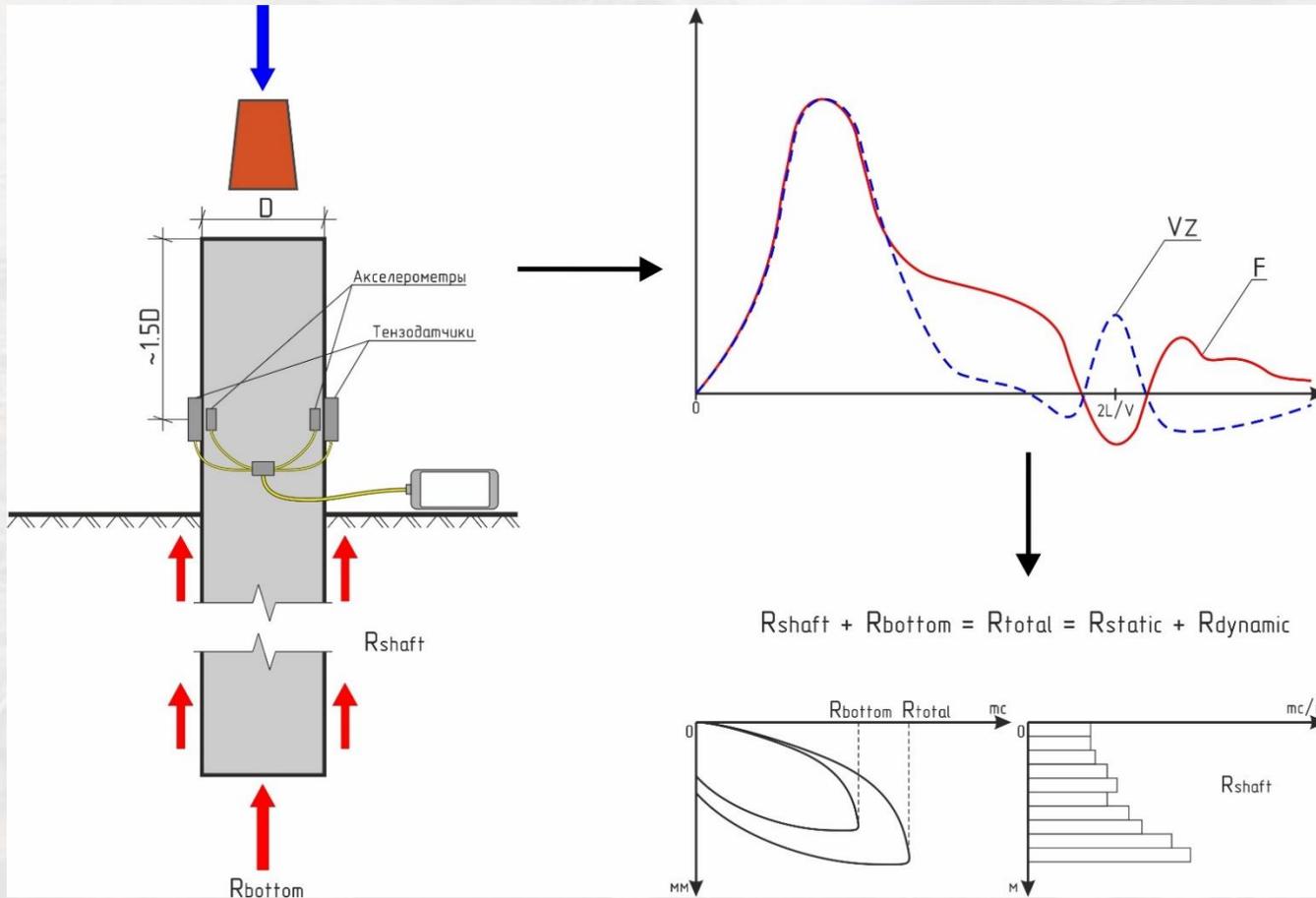


- Средний диаметр, определенный по результатам термометрии
- × Диаметр, измеренный после экскавации
- Температура в трубе доступа №1
- Температура в трубе доступа №2

Чуркин А.А., Лозовский И.Н., Фролов В.Е., Бровиков Ю.Н.

«Комплексное исследование качества буронабивных свай на опытной площадке с использованием методов неразрушающего контроля», «Геотехника», № 5-6, 2018

Определение несущей способности свай методом PDA с применением волновой теории удара.



Испытания свай на вдавливающую нагрузку методом, использующим принципы волновой теории удара, основаны на регистрации упругих волн, возникающих в свае после приложения к ее голове ударной нагрузки, и их последующем анализе.

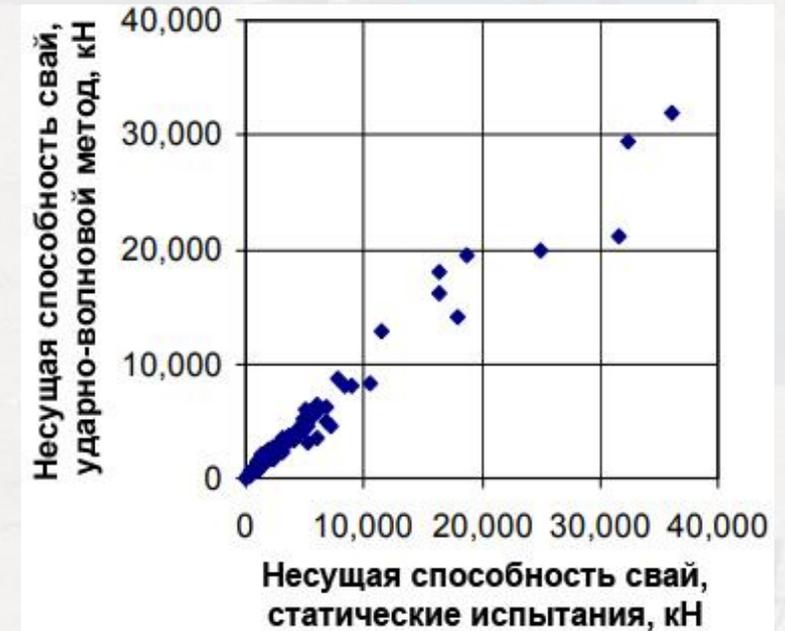


Схема проведения испытания свай (слева). Синей стрелкой условно показано направление удара молотом, красными стрелками – реактивные силы. Сигналы, регистрируемые датчиками: красная линия – скорость, синяя линия – сила (справа, сверху).

Определение несущей способности свай методом PDA с применением волновой теории удара. Возможности метода.

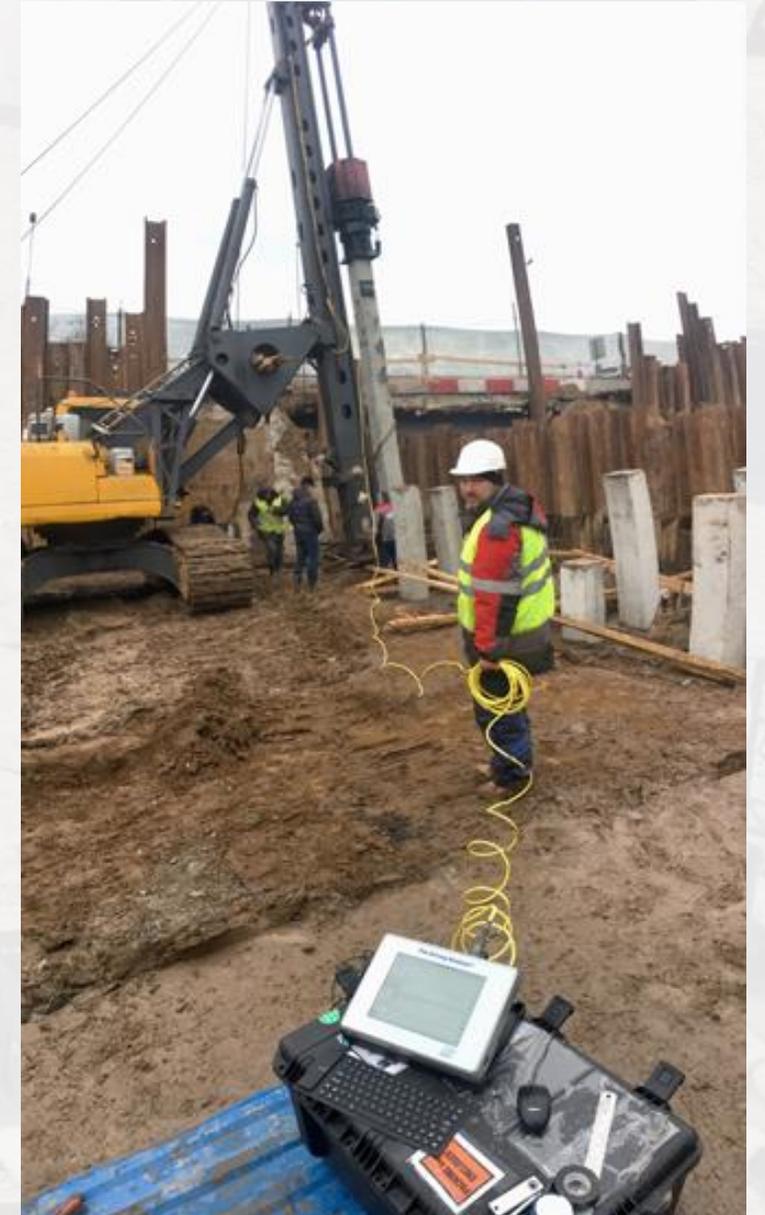
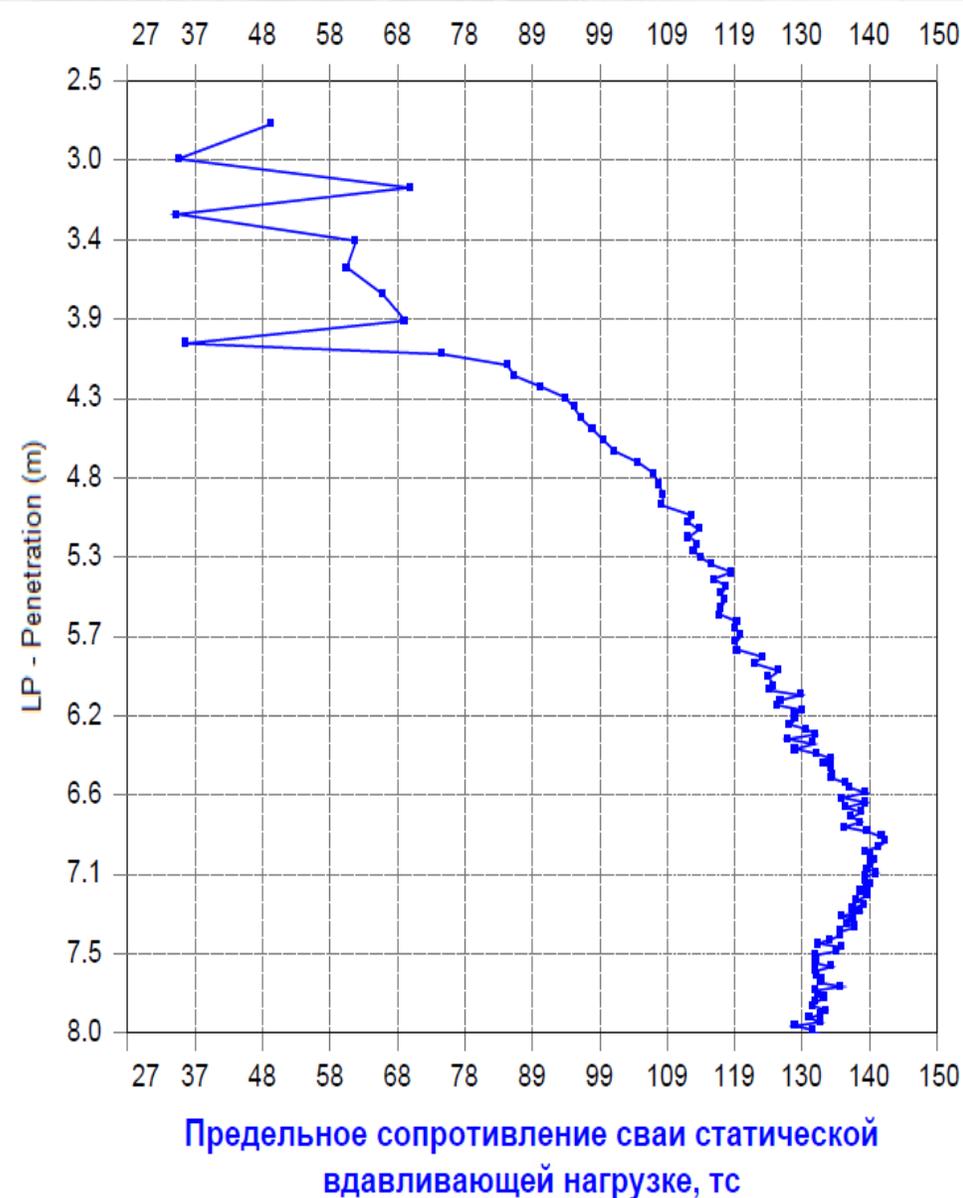
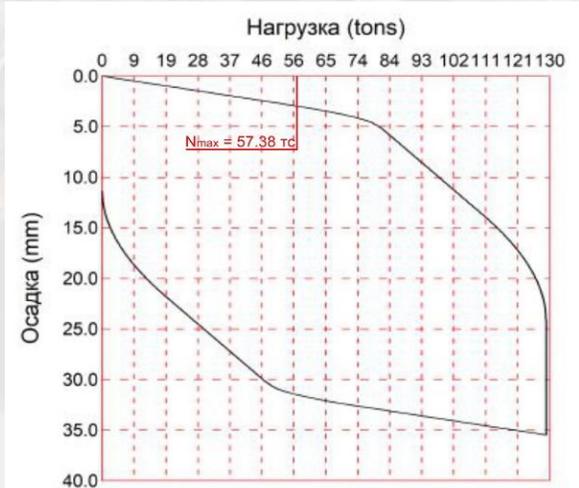
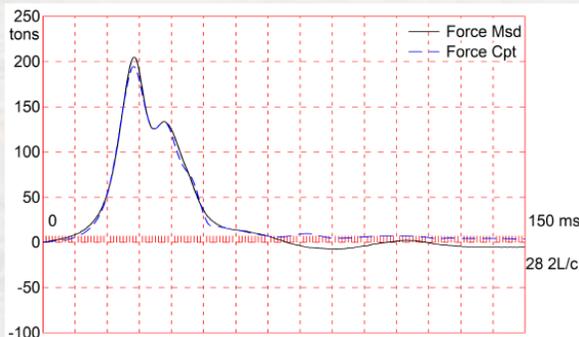
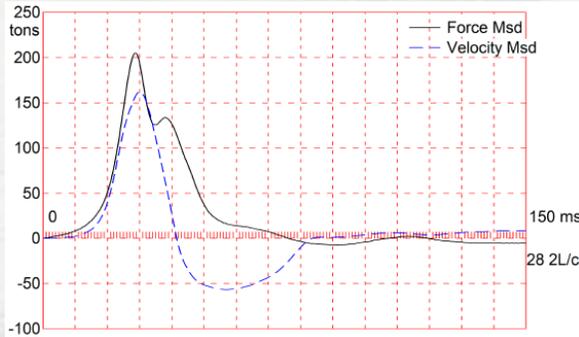
Испытания свай с применением волновой теории удара позволяют определить:

- несущую способность сваи по грунту, в том числе **раздельно по боковой поверхности и под нижним концом**;
- зависимость "осадка-нагрузка", аналогичную получаемой по классической методике испытаний свай статической нагрузкой;
- **внутренние напряжения в свае в процессе ее забивки**;
- произвести подбор сваебойного молота с оптимальными характеристиками для эффективного погружения сваи на необходимую глубину с обеспечением проектной несущей способности (или на проектную глубину);
- при пробном погружении сваи **оперативно скорректировать длину сваи, необходимую для обеспечения требуемой несущей способности** в данных инженерно-геологических условиях площадки.

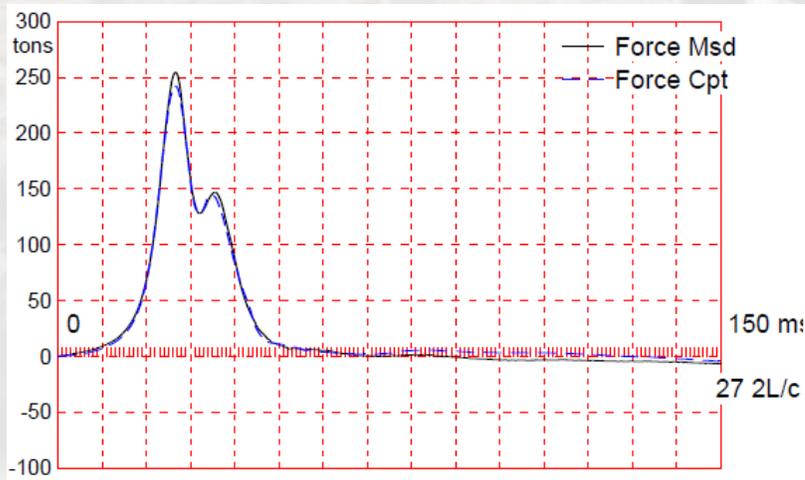
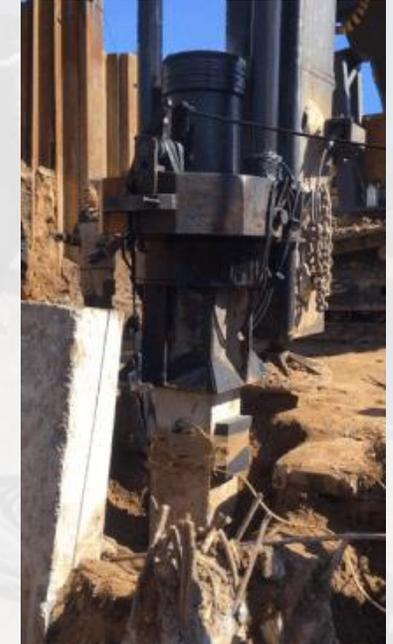
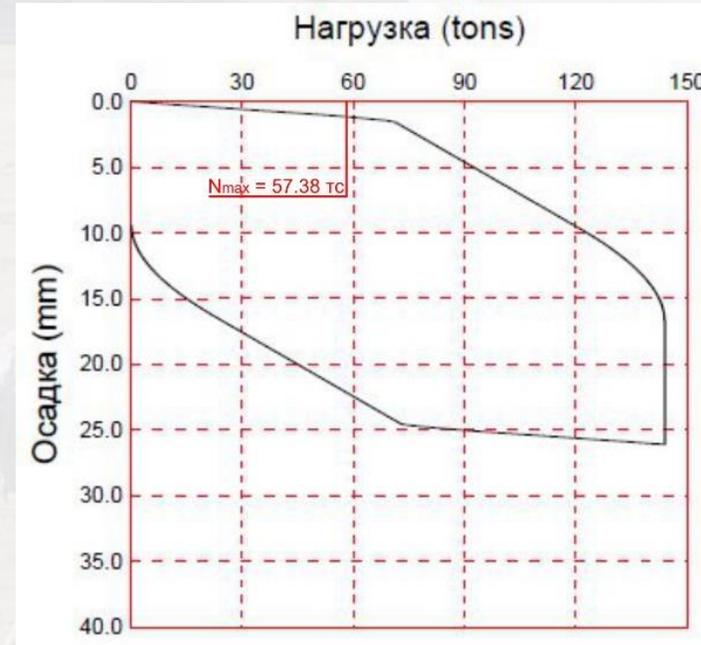
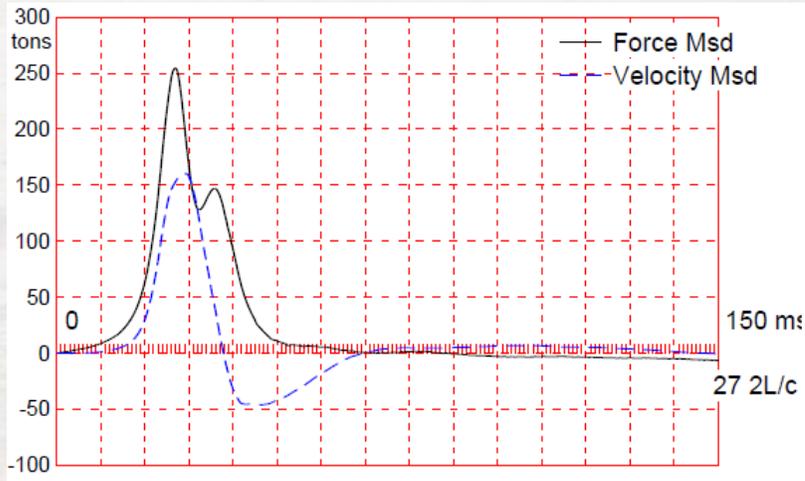


Результаты сравнения данных о несущей способности свай (143 шт.), полученных по испытаниям статической вдавливающей нагрузкой и методом, использующим принципы волнового удара [Likins, G., Rausche, F., (2004)]

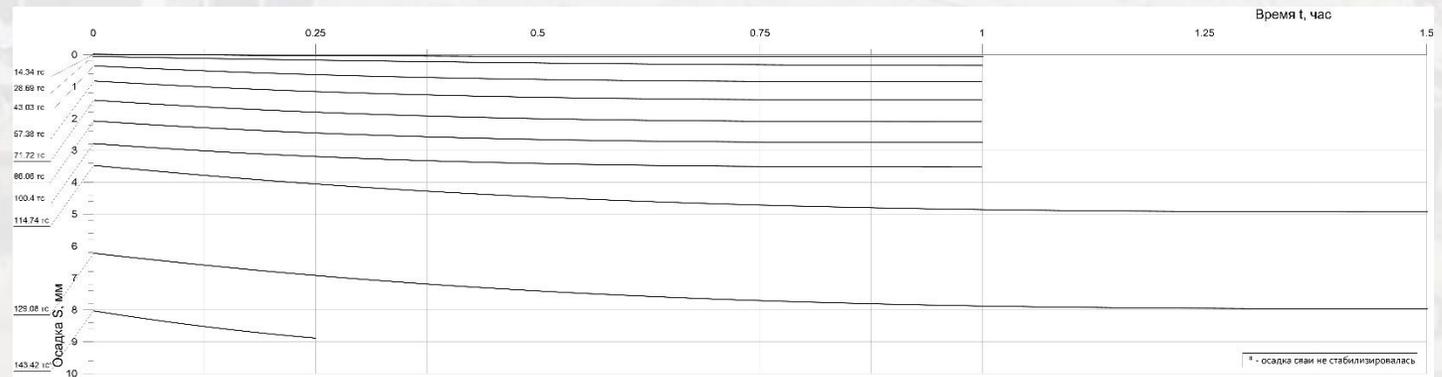
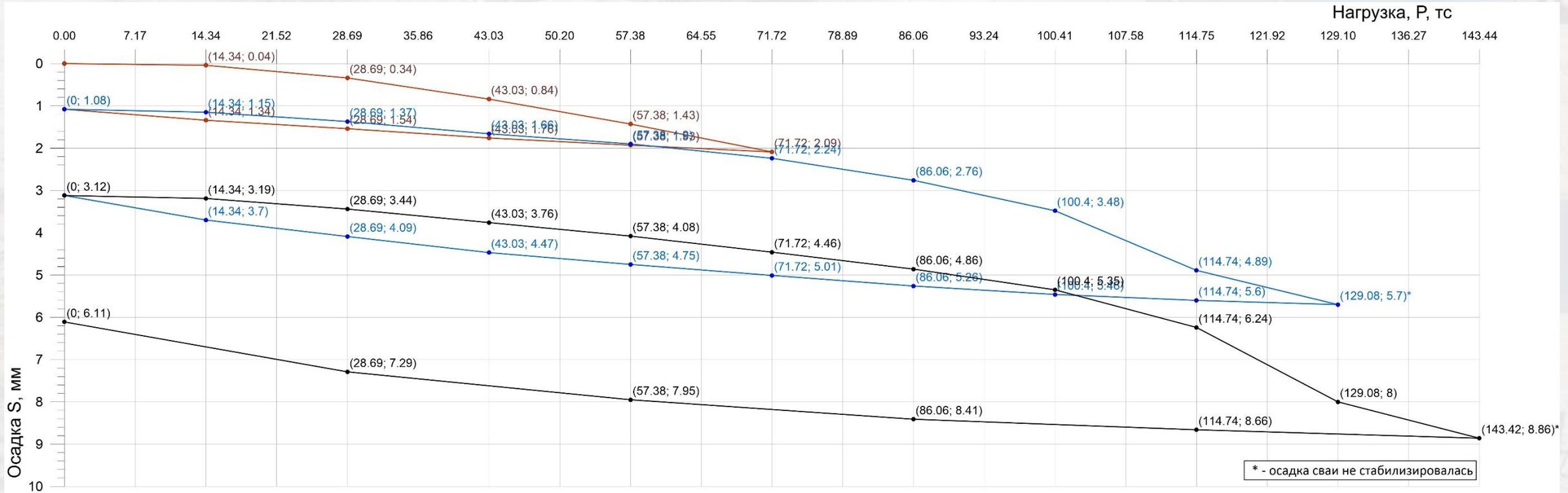
Использование метода для определения несущей способности забивных свай на реконструкции моста в Тверской области.



Использование метода для определения несущей способности забивных свай на реконструкции моста в Тверской области.



Использование метода для определения несущей способности забивных свай на реконструкции моста в Тверской области.





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Контакты:

e-mail: piles@aigeos.ru

Тел.: +7 (499) 739-56-96,