



# МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СНИЖЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ОСАДКИ ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА

Кайгородов Михаил Дмитриевич



Тюмень, 2018



Рис.1 Соборная колокольня, г. Соликамск



Рис.2 Церковь Oude Kerk, г. Делфт, Нидерланды



Рис.3 Жилой комплекс «Империал» г. Санкт-Петербург

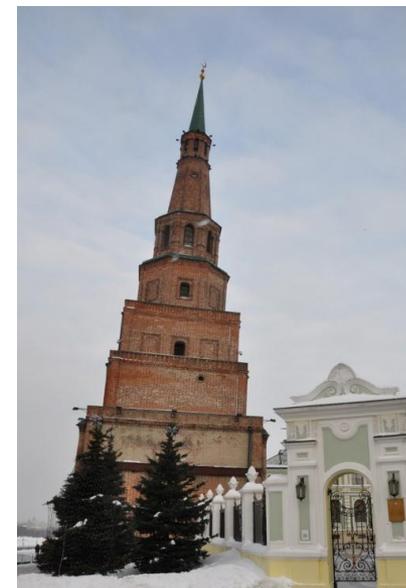


Рис.4 Башня Сююмбике, г. Казань



Рис.5 Жилой дом г. Сантос, Бразилия



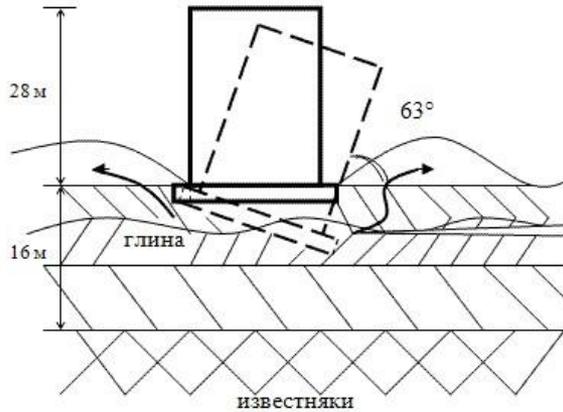
Рис.6 Жилой комплекс, г. Алматы, Казахстан



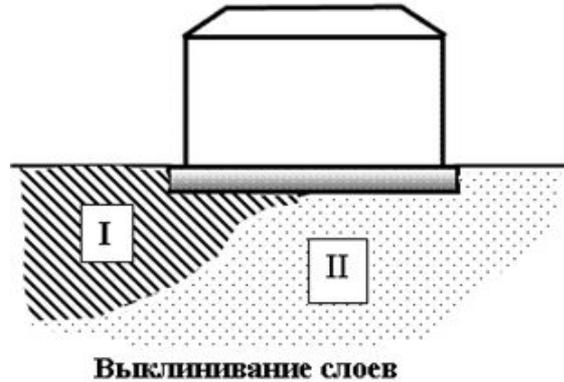
Рис.7 Дом Барклай г. Тарту, Эстония

# Причины возникновения неравномерных осадок оснований

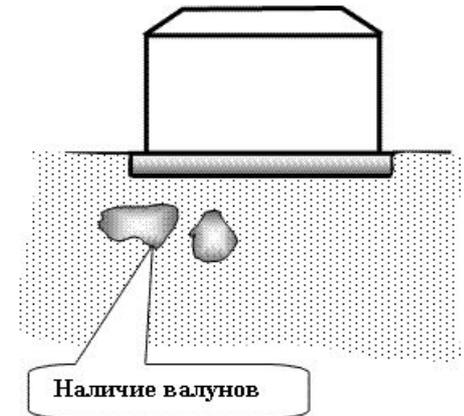
## Ошибки при проектировании объектов



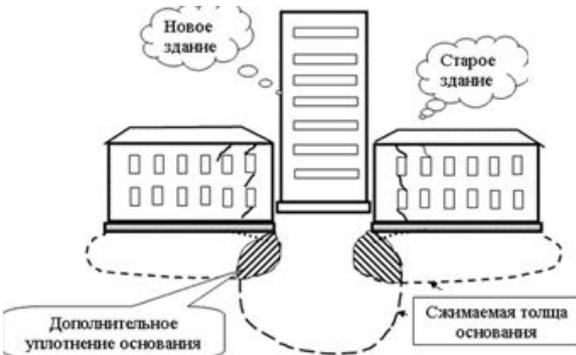
## Сложное (неоднородное) напластование грунтов



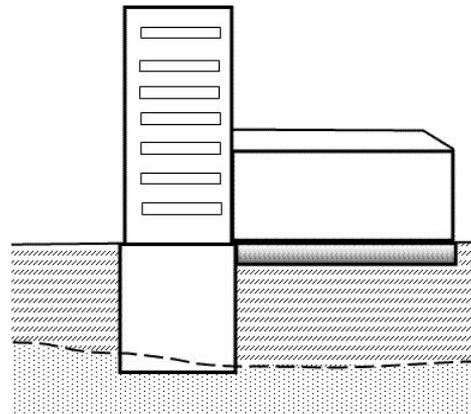
## Неоднородный грунт



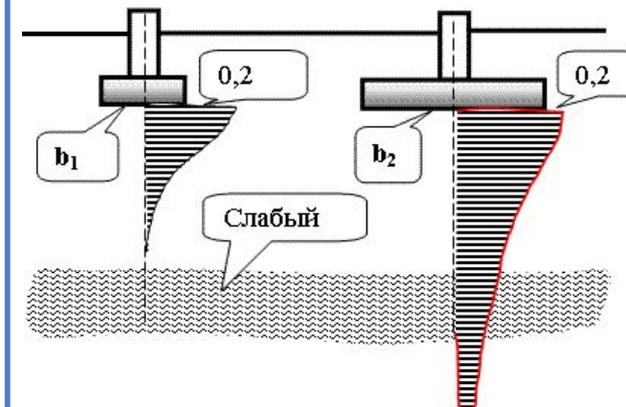
## Влияние загрузки соседних фундаментов



## Неодинаковый несущий слой грунта в основании



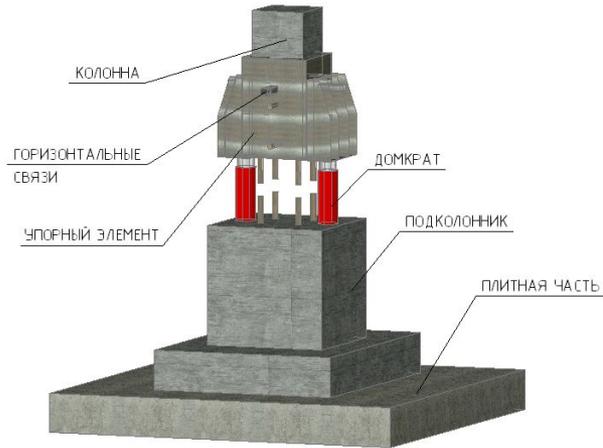
## Неодинаковое нагружение фундаментов



## Способы регулирования геометрического положения фундаментов.

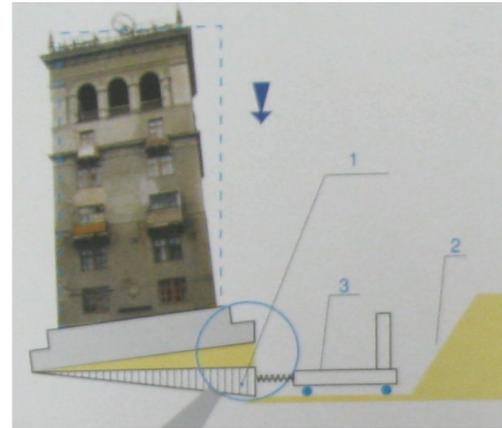
### При помощи домкратных систем:

*М.В. Зотов, М.Г. Скибин, И.А. Кутасов, А.М. Зотов, С.П. Гусаренко, А.Д. Казаков, E. Goncalves и др.*



### Выбуривание грунта из-под подошвы фундамента:

*В.П. Дыба, А.П. Пулатов, В.И. Чаплыгин, О.В. Гречко, М.В. Jamiolkowski, J.V. Burland и др.*



1. Область выемки грунта

2. Котлован

3. Буровой станок

### Метод искусственного водопонижения :

*Г.Г. Потлов, Маринич Я.Е. и др.*

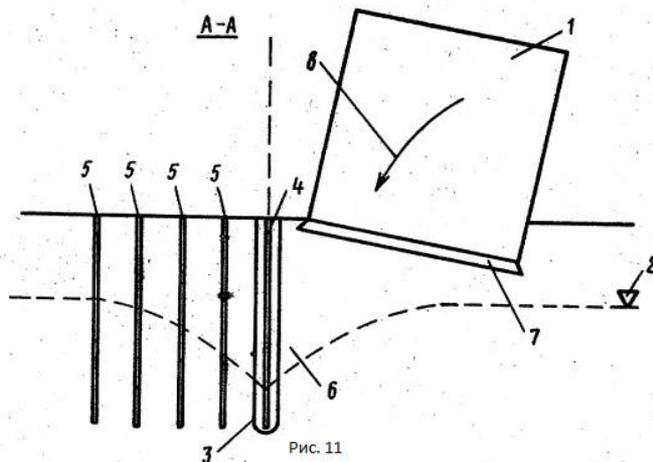
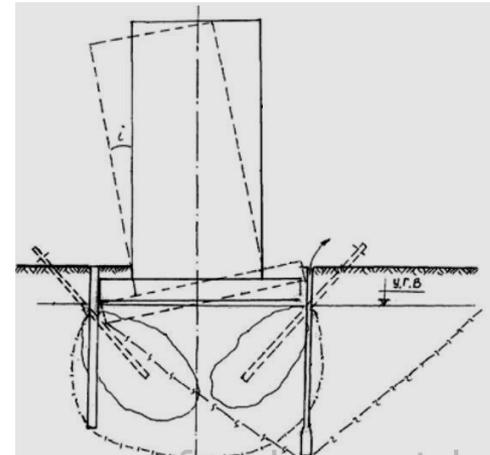


Рис. 11

### Цементация основания:

*М. Аббуд, В.А. Ермолаев, М.Н. Ибрагимов, А. Камбефор, Р.А. Мангушев, Б.Н. Мельников, О.В. Сергейчук и др.*



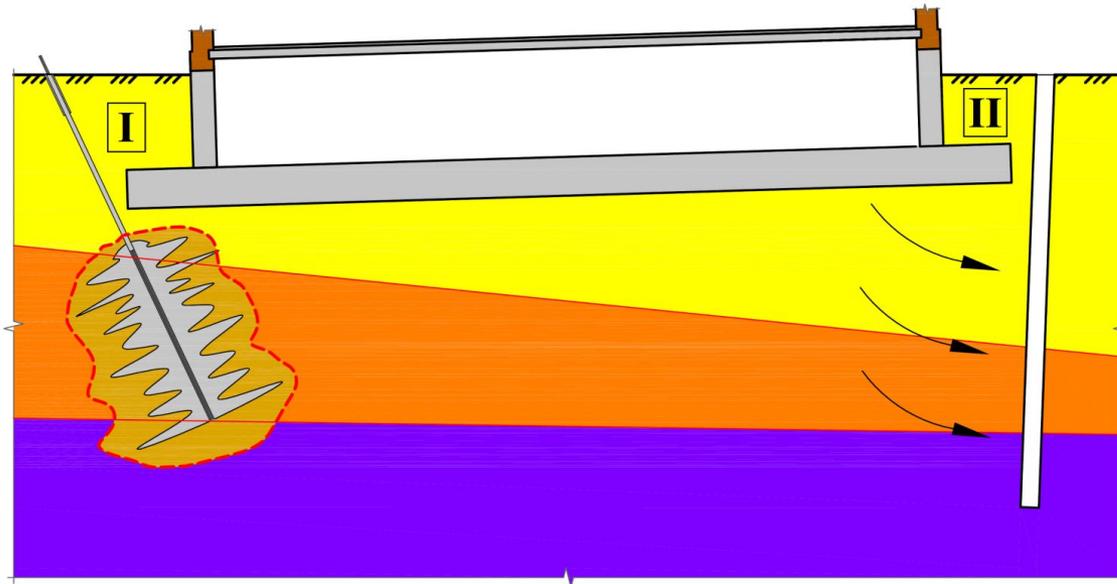


Рис.8 Принципиальная схема регулирования неравномерности осадок



Рис.9 Выполнение работ по закреплению основания



Рис.10 Выбуривание вертикальных скважин

# Внедрение технологии на объекте в городе Тюмень

## Ситуация на объекте



Рис.11 Общий вид объекта



Рис.13 Зазор между 14 - и 9-этажной секцией

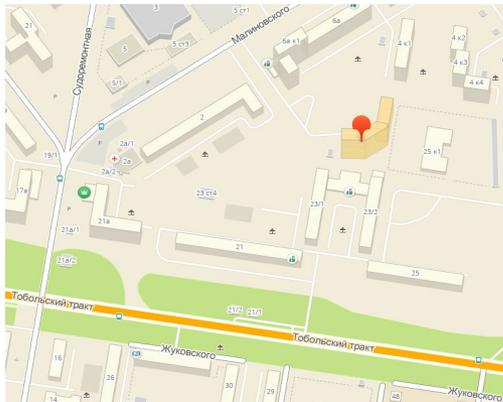
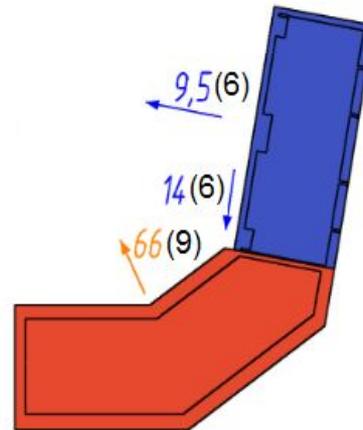


Рис. 12 Расположение объекта на местности



Горизонтальное отклонение секций здания от вертикали в (см); в скобках приведены предельные значения в (см)

# Внедрение технологии на объекте в городе Тюмень

## Численное моделирование ситуации на объекте

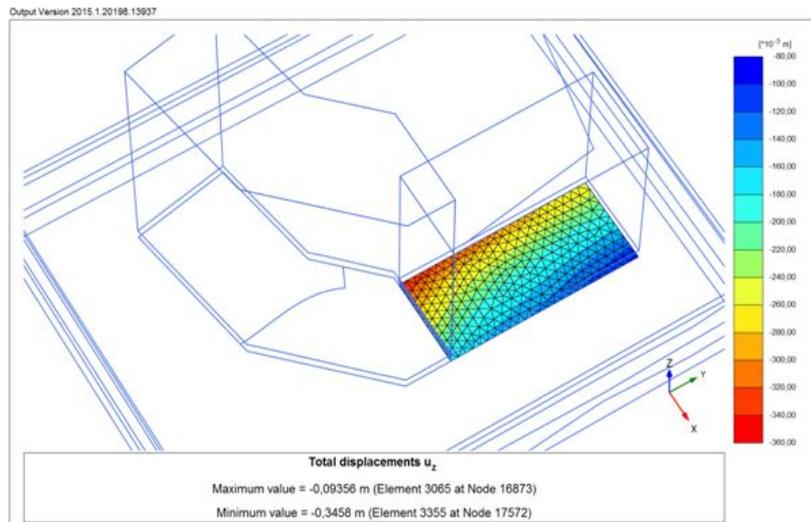
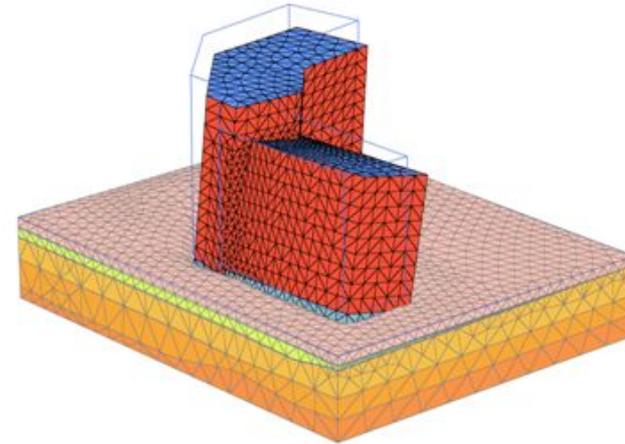
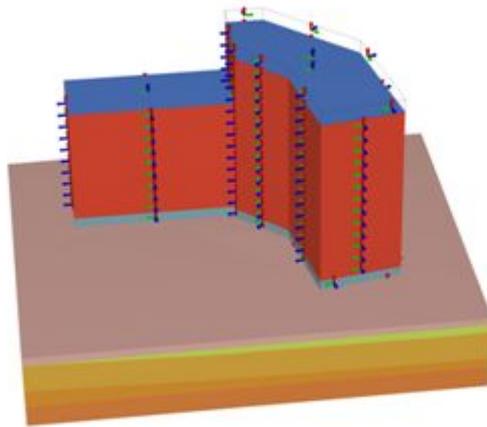


Рис. 14 Максимальная осадка для 9-этажной секции 346 мм

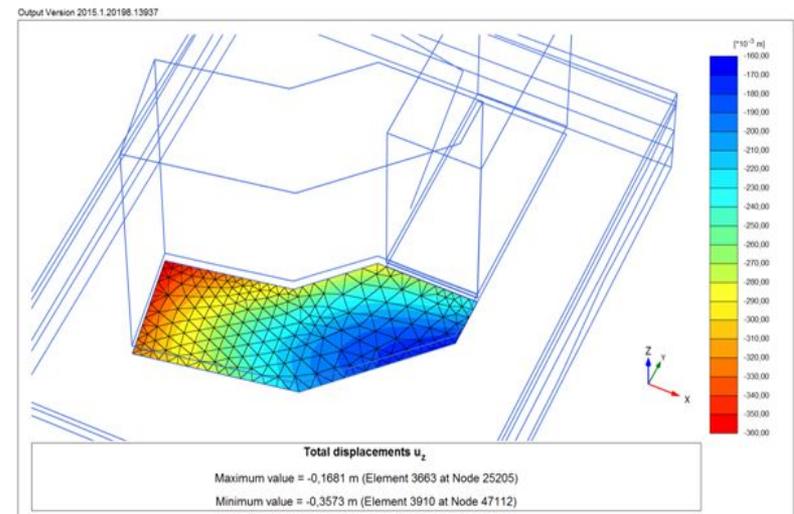


Рис. 15 Максимальная осадка для 14-этажной секции 357 мм

## Численное моделирование разбуривания скважин

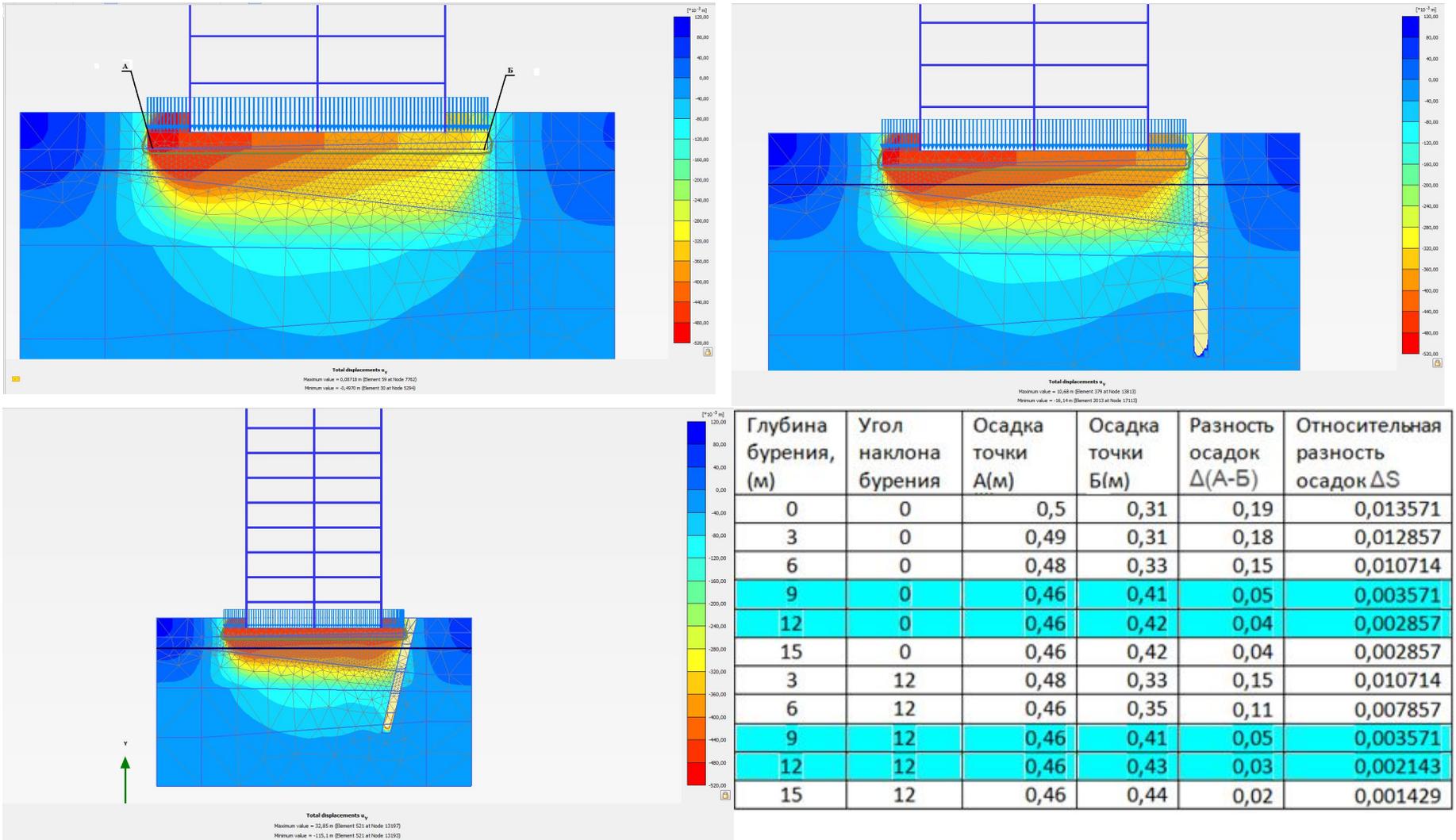


Рис.16 Численное моделирование работ по разбуриванию скважин

## Экспериментальная установка



Рис.17 Общий вид экспериментальной установки

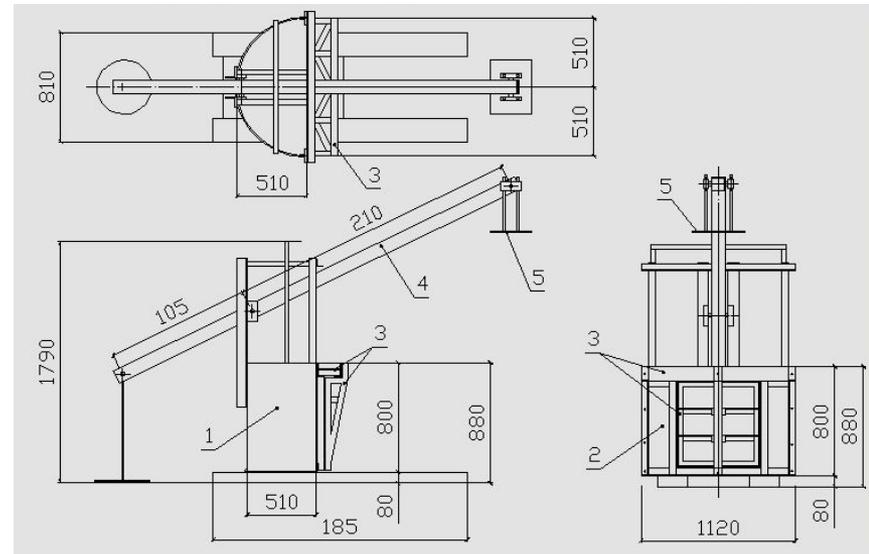


Рис.18 Схема экспериментальной установки



Рис.19 Установка для испытаний

### Физико-механические характеристики грунта

№ ИГЭ	Вид грунта	Показатель текучести, $I_L$	Влажность, $W, \%$	$\gamma, \text{кН/м}^3$	$E, \text{МПа}$	$c, \text{кПа}$	$\varphi, \text{град}$
1	Суглинок мягкопластичный	0,7	31	18,9	4,5	14	15

## Моделирование неравномерной осадки

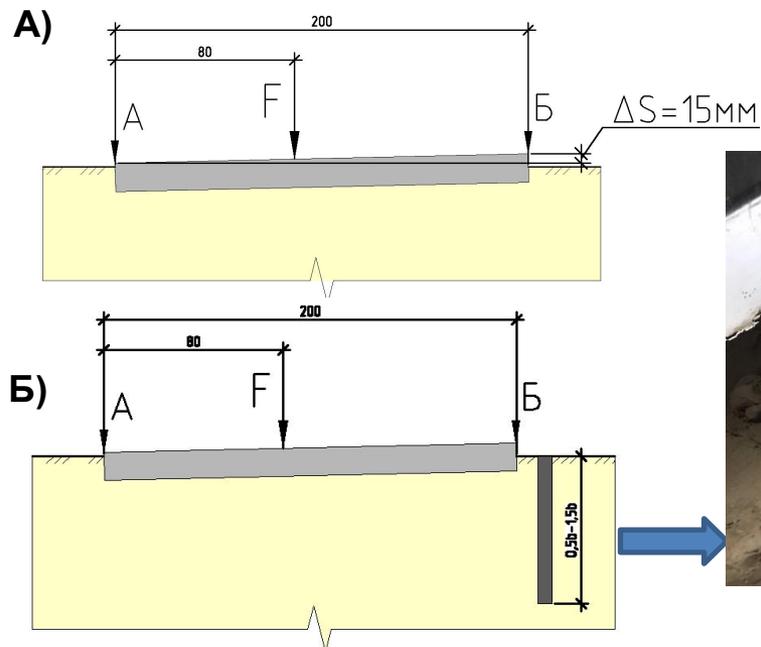


Рис.22 Фиксация деформаций методом фотограмметрии

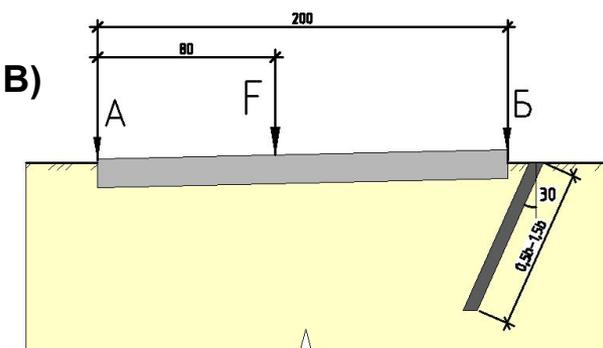


Рис.21 Процесс выбуривания грунта

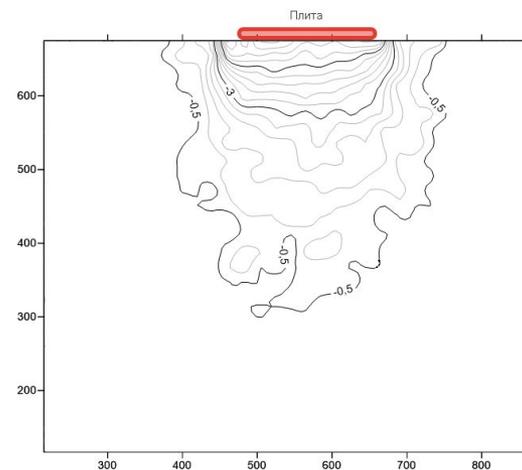


Рис.23 Распределение вертикальных деформаций грунта

Рис.20 Принципиальная схема проведения испытаний

- А) моделирование неравномерности  
 Б) моделирование выбуривания вертикальной скважины  
 В) моделирование выбуривания наклонной скважины

# Результаты испытаний

## Мониторинг осадок на объекте в г. Тюмень

Данные о фактических осадках марок для 14-ти этажной секции здания

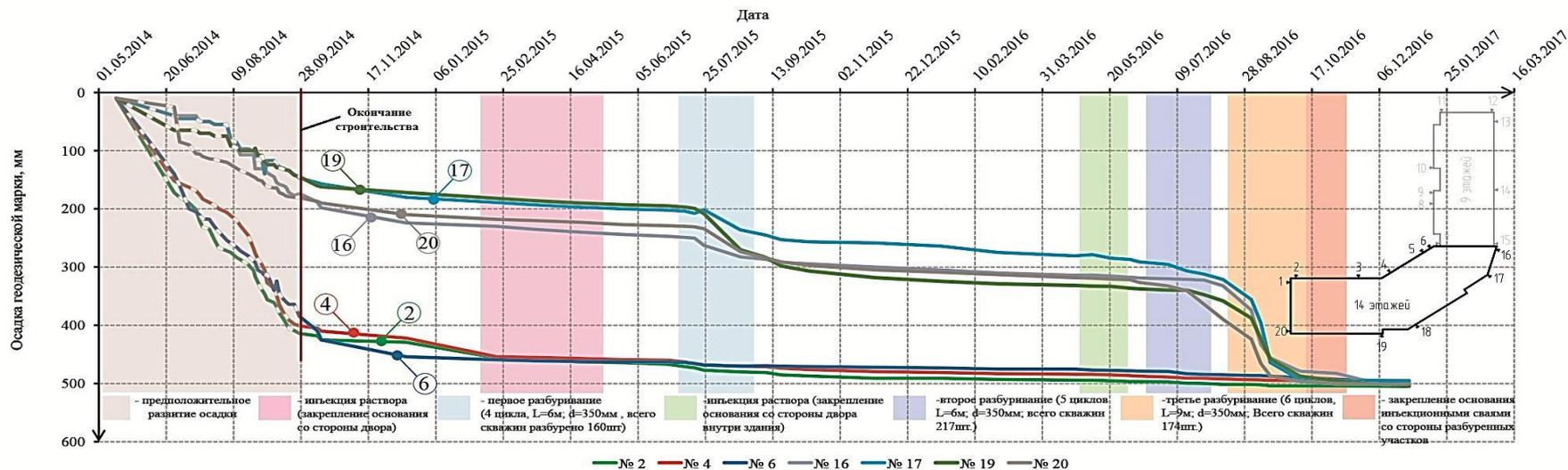


Рис.24 График развития осадки во времени

## Лабораторные исследования



Рис.25 График развития осадки во времени при вертикальном выбуривании

Рис.26 График развития осадки во времени при наклонном выбуривании

## Основные выводы

- Мониторинг осадок здания на объекте в г. Тюмень показал эффективность применения методики регулирования геометрического положения способом, представленным в работе, относительную разность осадок удалось уменьшить до  $i=0,00044$  для 14-этажной секции и  $i=0,00045$  для 9-этажной секции по торцам здания соответственно
- Лабораторные исследования методики вертикального и наклонного выбуривания грунта в зоне активных деформаций показали адекватные результаты и позволили снизить разность осадок с 12 мм до  $\Delta s=0,2$  мм.
- В ходе эксперимента удалось воссоздать неравномерность осадки, затем в 3 стадии изменяя длину бурения и угол наклона выправить крен.
- Наиболее эффективных результатов удалось добиться при глубине бурения  $1,5b$  и  $2b$ , где  $b$  - ширина фундаментной плиты, при вертикальном выбуривании и  $1,5b$  при наклонном
- При выполнении наклонного бурения скорость выполнения работ увеличилась на 40% по сравнению с вертикальным выбуриванием.