



Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный  
университет»  
Кафедра Геотехники

## **ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ В ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА ТЮМЕНИ**

Я.А. Пронозин

Тюмень, 2018

## Тюменская область



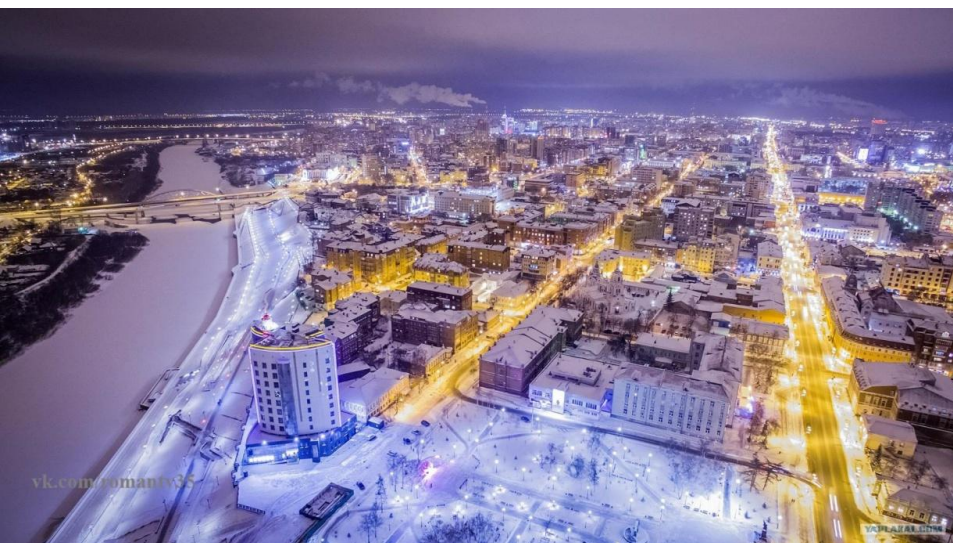
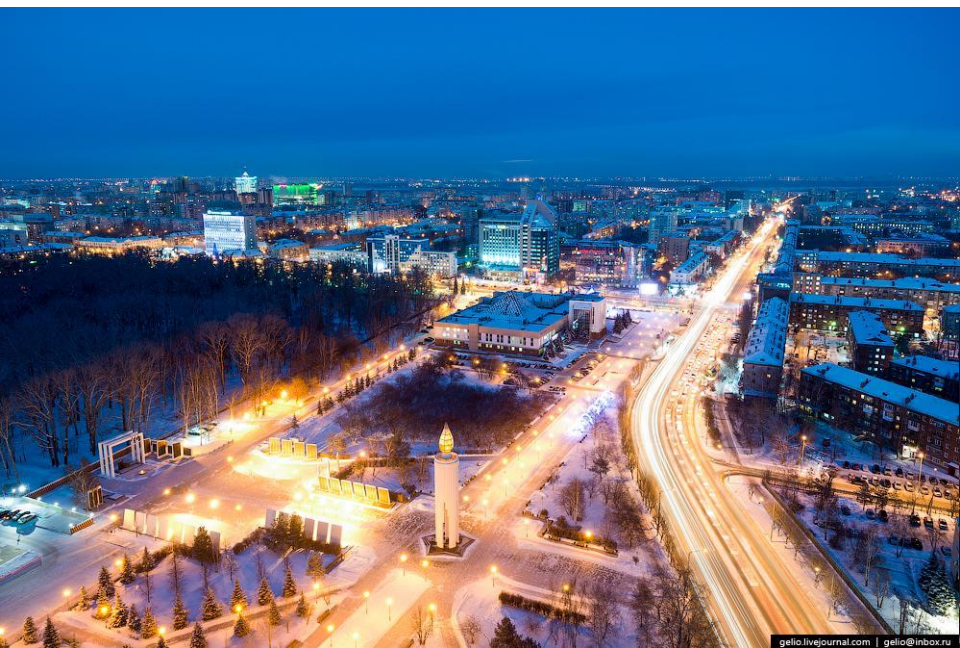
# Распространение ММГ на территории РФ



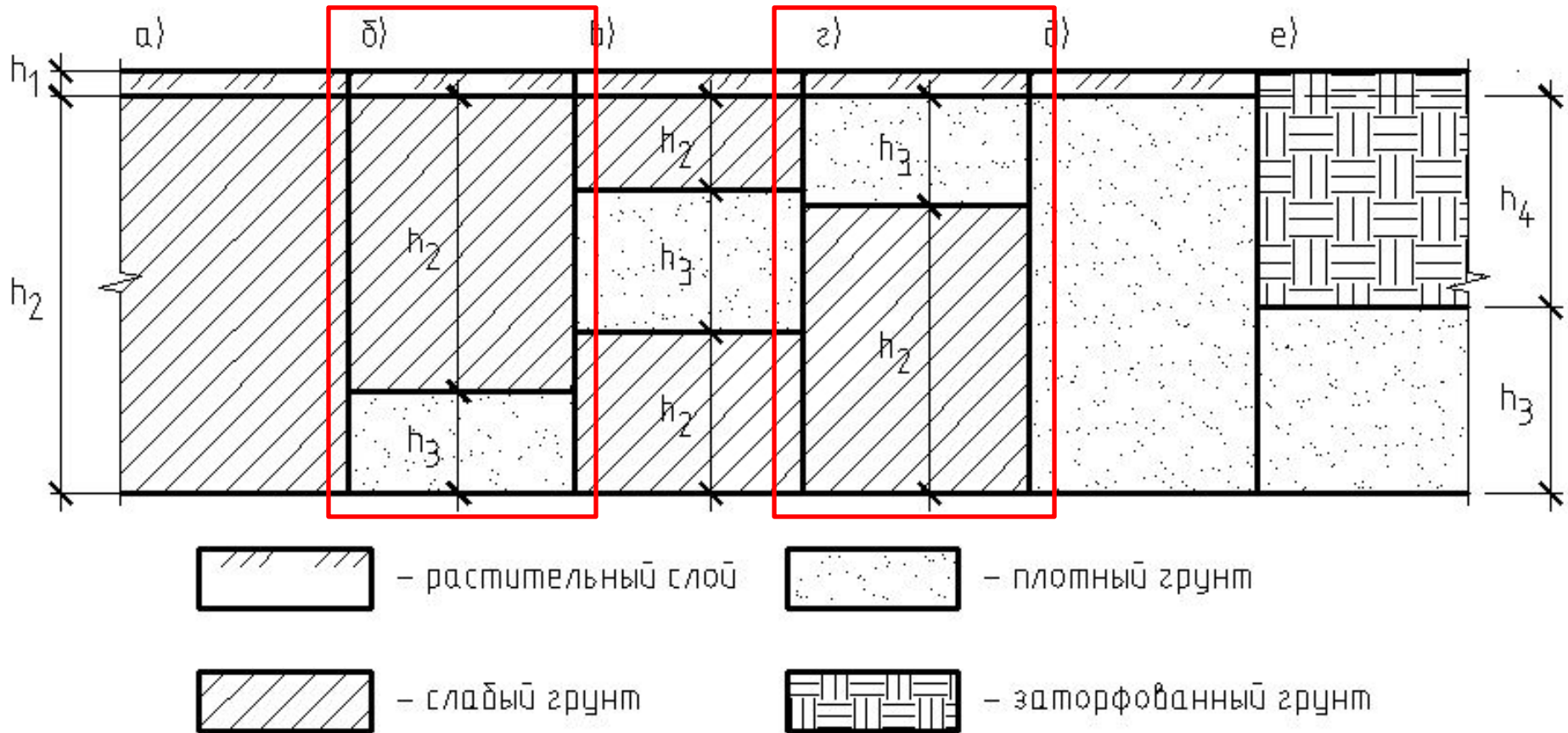
# Старое поселение Чимги-Тура (графическая реконструкция)



# Современная Тюмень



# Схемы типичных геологических разрезов территорий Тюменской области



**Табл. 1 - Состав и физико-механические свойства минеральных грунтов Западной Сибири (по Кушнину С.Я.)**

Физико-механические свойства	Вид грунта		Зерновой состав								Влажность	Плотность частиц грунта, г/см <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Плотность скелета грунта, г/см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, МПа	Модуль деформации, МПа
			Глинист.		Пылеват.		Песчаные											
	0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0								
Пески	0,0-5,0	0,0-15	10-20	20-60	20-60	0,0-30	0,0-10	до 2,0	1,0	0,15-0,35	2,6-3,0	1,7-1,95	-	0,6-0,8	18-32	-	9,0-20,0	
Супеси	0,0-10	5,0-15	2,0-10	30-50	20-50	0,0-5,0	0,0-1,0	до 1,0	-	0,2-0,35	2,7-2,8	1,8-2,05	2,45-1,7	0,6-0,8	16-28	0,01-0,03	6,0-12,0	
Суглинки Глины	-	10-40	5,0-10	20-55	10-30	до 1,0	0,0-6,0	редко	редко	0,23-0,40	2,8	1,73-2,11	-	0,75-1,02	14-22	0,02-0,05	3,5-10,0	

# Современная Тюмень



Рис.1 – Микрорайон Правобережный



Рис.2 – Набережная г. Тюмени



Рис.3 – Микрорайон Европейский



# Современная Тюмень



Рис.4 – Набережная г. Тюмени

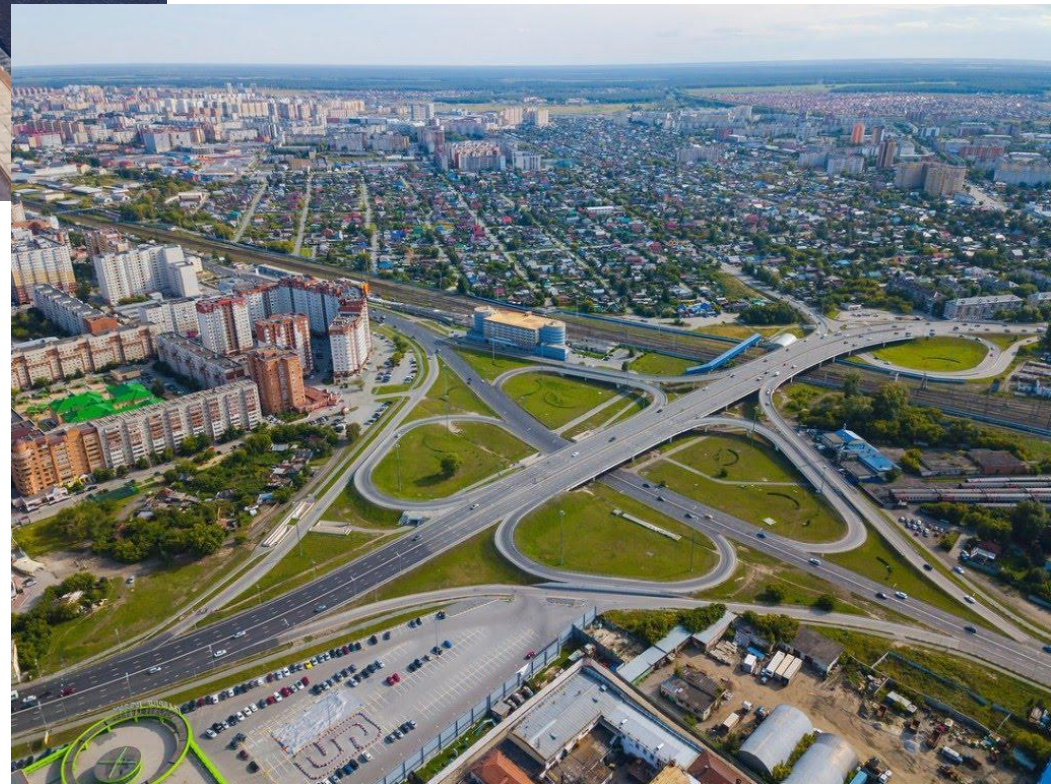


Рис.5 – Развязка на Федюнинского и Мельникайте



## Заречные микрорайоны





## Микрорайоны Лесобазы



Табл. 2 - СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* Табл.4.1

Категория сложности инженерно-геологических условий (в соответствии с СП 47.13330)	Уровень ответственности сооружений (в соответствии с ГОСТ 27751)		
	КС-3 (повышенный)	КС-2 (нормальный)	КС-1 (пониженный)
I (простая)	3	2	1
II (средняя)	3	2	1
III (сложная)	3	3	2

Табл. 3 - СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 Прил. А, табл. А1

Факторы, определяющие производство изысканий	Категории сложности		
	I (простая)	II (средняя)	III (сложная)
Геоморфологические	Один геоморфологический элемент. Поверхность слабоклонная, нерасчлененная	Несколько геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность слабоклонная, слаборасчлененная	Несколько геоморфологических элементов разного генезиса. Поверхность сильнорасчлененная. Склоны
Геологические	Не более двух литологических слоев с уклоном $\leq 0,1$ , мощность выдержанная. Свойства грунтов меняются незначительно. Основание - скальные монолитные грунты	Не более четырех литологических слоев. Мощность и характеристики грунтов изменяются закономерно. Скальные грунты с неровной кровлей, перекрытой нескальными грунтами	Более четырех слоев. В разрезе линзы, выклинивание слоев, тектонические нарушения. Состав и показатели свойств грунтов не закономерно изменчивы. Скальные грунты: трещиноватые, кровля расчлененная, выветрелая

Табл. 3 - СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 Прил. А, табл. А1 (продолжение)

Гидрогеологические	Один выдержанный горизонт неагрессивных подземных вод	Два и более выдержанных горизонта, линзы слабоагрессивных (загрязненных) вод, наличие напорных вод	Горизонты подземных вод не выдержаны, сложное чередование водоносных и водоупорных пород, химический состав неоднородный или загрязненный
Опасные геологические и инженерно-геологические процессы	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение или не оказывают влияния на проектные решения, строительство и эксплуатацию объектов	Имеют широкое распространение или оказывают решающее влияние на проектные решения, строительство и эксплуатацию объектов
Специфические грунты (в основании фундамента)	Отсутствуют	Ограниченно распространены или не оказывают существенного влияния на проектные решения, строительство и эксплуатацию объектов	Широко распространены или оказывают решающее влияние на проектные решения, строительство и эксплуатацию объектов
Природно-технические условия производства работ	Хорошие условия для проходимости техники, развитая инфраструктура, наличие стационарных построек для базирования	Плохие условия для проходимости техники, слабо развитая инфраструктура, ограниченность стационарных построек для базирования	Очень плохие условия для проходимости техники, неразвитая инфраструктура, отсутствие стационарных построек для базирования
Примечания			
1 Категорию сложности устанавливают по факторам, оказывающим максимальное влияние на объемы и стоимость инженерных изысканий согласно настоящему приложению.			
2 Категории сложности в районах распространения многолетнемерзлых грунтов устанавливают в соответствии с [11], приложение Б.			

# 1. Здание на плитном фундаменте – в районе Мыса



Рис. 6 - Зазор между 14 - и 9- этажной секцией

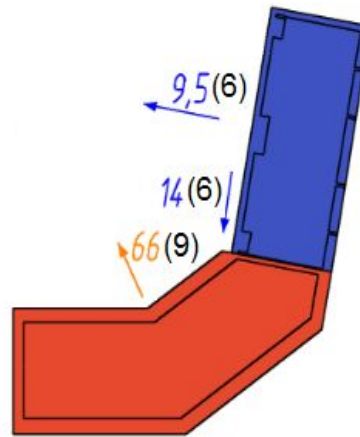


Рис. 7 - Горизонтальное отклонение секций здания от вертикали в (см); в скобках приведены предельные значения в (см)

- Здание представляет собой две смежные 14-этажные секции и две смежные 9-этажные секции. Под всем зданием расположен подвал.
- Конструктивная схема: с продольными несущими кирпичными стенами.
- Фундамент представлен монолитной железобетонной фундаментной плитой толщиной 1,0 м, глубина заложения - 2,4 .

Причины:

Ошибки проектирования и строительства

Относительная разность осадок:  $\Delta s / L = 0,01 > [\Delta s / L] = 0,0024$

Трещины в кирпиче шириной раскрытия не более 0,25 мм

## 2. Здание на свайном фундаменте – в районе Лесобазы



Рис. 8 – Фото здания

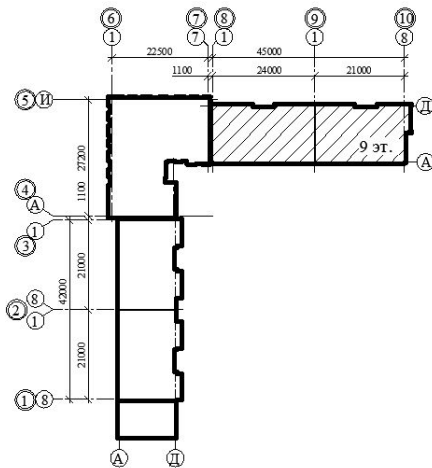


Рис. 9 – Схема блокировки здания

Жилой дом имеет Г-образную форму в плане, состоит из трех блоков: блоки в осях «1-3» и «8-10» - 9-этажные, блокированные, секционные, панельные дома размерами 13,2x42,0 м и 13,2x45,0 м соответственно; блок в осях «4-7» - 9-этажная угловая кирпично-панельная вставка. Введен в эксплуатацию в 2008 году.

Деформации:

1. Максимальный прогиб ростверка в продольном направлении составляет 80 мм, в поперечном – 30 мм;
2. Абсолютные значения максимальных горизонтальных перемещений в поперечном направлении **превышены более чем на 280%** относительно предельного значения, в продольном направлении - более чем **на 460%**.
3. Максимальное **приращение осадок за месяц превышает 1 мм.**

Причины образования дефектов:

- отсутствия надежного опирания свай в песчаный грунт;
- развития сил отрицательного трения по боковой поверхности свай на глубину, превышающую 65% от длины свай;
- Наличие слабых водонасыщенных ППГ с высоким содержанием органики.

### 3. Здание на свайно-плитном фундаменте в Заречных микрорайонах

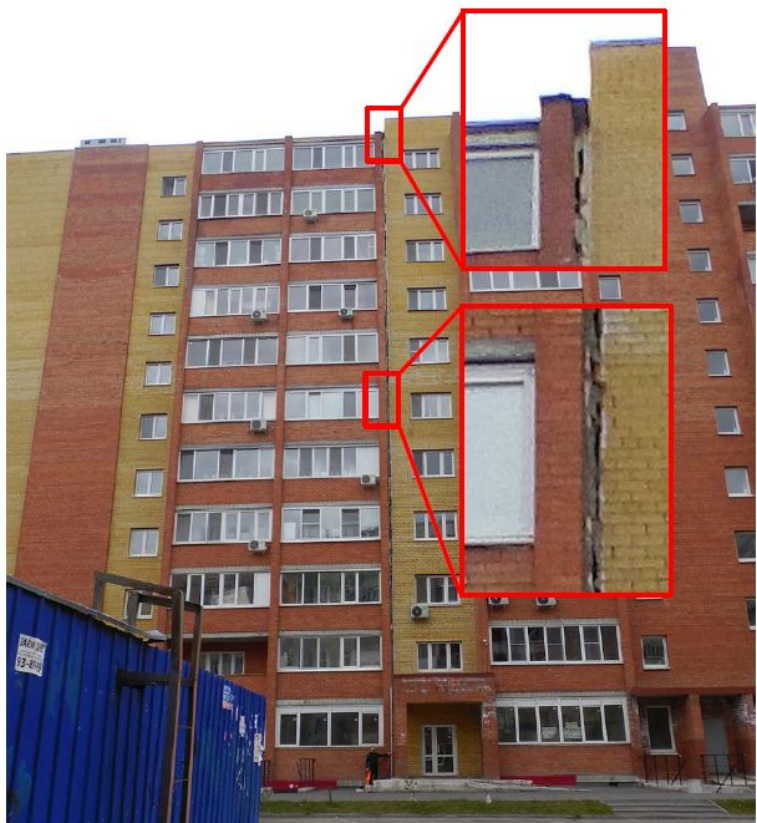


Рис. 10- Зазор между секциями

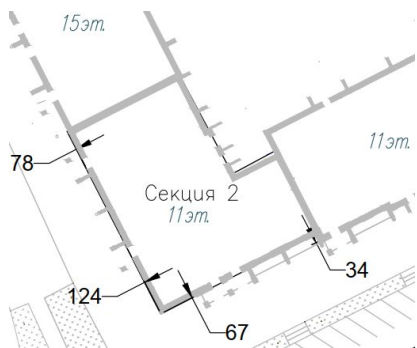


Рис. 11- Вертикальные отклонения блок-секции №2

Дом имеет П-образную форму в плане, состоит из шести блок-секций: №1,2, 5, 6 – 9-этажные, №3, 4 – 16-этажные.

Секции выполнены из кирпичной кладки, перекрытия – сборные железобетонные.

В пространство внутреннего двора вписана одноуровневая подземная парковка с каркасом из монолитного железобетона.

Деформации:

1. Неравномерные осадки фундаментной плиты превышают предельно допустимые **более, чем в 2 раза**;
2. Отклонение блок-секции №2 от вертикали превышает предельно допустимые значения **более, чем в 2 раза**.

Причины неравномерных осадок основания и фундамента:

1. Сложные ИГУ;
2. Перегрузка свай фундамента;
3. Опираение плиты КСПФ на слабые водонасыщенные глинистые грунты со значительными включениями органических веществ (до 7%);
4. Ошибки строительства.

## Плита паркинга жилого комплекса



Рис. 12 – Жилой комплекс

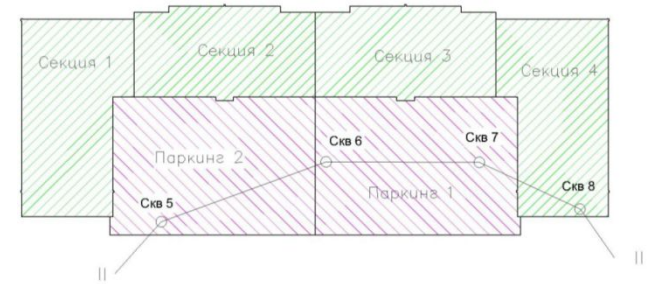


Рис. 14 – Схема расположения секций

Рис. 15 - Значения осадки Паркинга №1 в мм

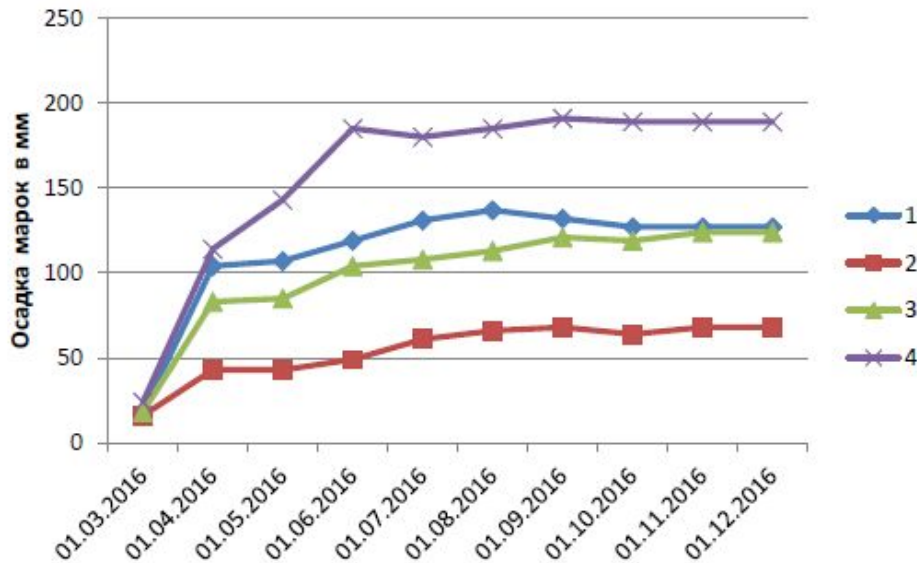


Рис. 13 - Графики осадки марок Паркинга №1

№ марки	Месяцы									
	01.03.2016	01.04.2016	01.05.2016	01.06.2016	01.07.2016	01.08.2016	01.09.2016	01.10.2016	01.11.2016	01.12.2016
1	18	104	107	119	131	137	132	127	127	127
2	16	43	43	49	61	66	68	64	68	68
3	18	83	85	104	108	113	121	119	124	124
4	24	114	143	185	180	185	191	189	189	189
Среднее	19	86	95	114	120	125	128	125	127	127
Максимальное	24	114	143	185	180	185	191	189	189	189

Причины: Такие большие деформации вызваны не уплотнением грунта, а его расструктурированием, изменением характеристик в процессе производства работ и периода эксплуатации.

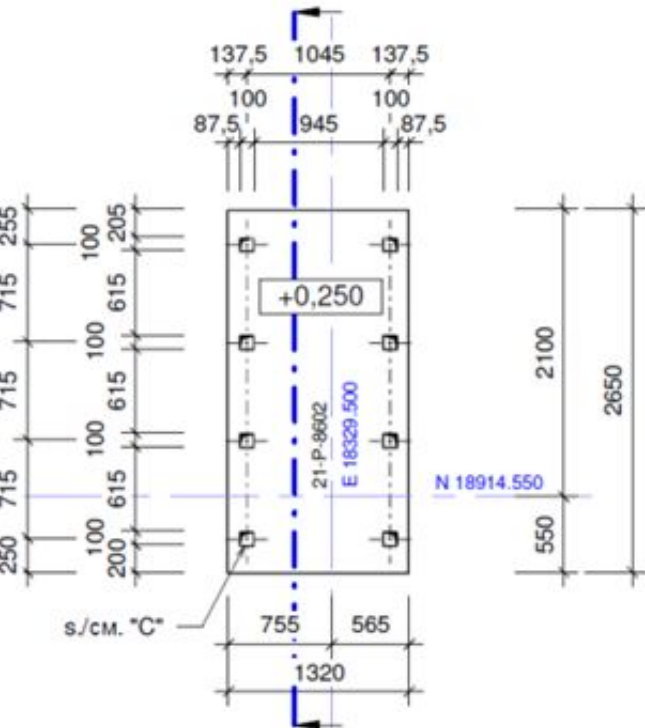


# Плита водоотчистного сооружения

Рис. 16 – Извлечения из журнала геодезического мониторинга

Наименование конструкции	Номер RFI	Дата RFI	Точка съемки	Проектная отметка	Отклонение от проектного положения (мм)
21-P-8602	31151	16 марта 2017 г.	5	95.750 (0)	-114
			6	95.750 (0)	-119
			7	95.750 (0)	-118
			8	95.750 (0)	-105

F70-Ф2



F70-Ф2

Рис. 17– План фундамента

F70-Ф2 - F70-Ф2

M 1 : 50



Рис. 18– Продольное сечение фундамента

Причинами развития деформаций грунтового основания являются:

1. Искусственное основание фундамента - пески мелкие и пылеватые с коэффициентом неоднородности до 2,8.
2. Появление грунтовых вод на отметке 1,4-1,5м от поверхности земли: изменилась консистенция глинистых грунтов - от тугопластичной до текучепластичной, снизились значения углов внутреннего трения грунтов основания- до 38%
3. Коэффициент уплотнения ( $k_{com}$ ) искусственного песчаного основания меньше требуемых проектных значений.

Факторы, ухудшающие состояние грунтового основания фундаментов:

- присутствие грунтовых вод и верховодки;
- промораживание глинистых грунтов основания фундаментов в зимний период

# "Здание госпиталя", г.Тобольск, ул. Аптекарская, д.3 (1872 года



*Техническое состояние здания – аварийное*

# "Здание госпиталя", эксплуатируемый подвал

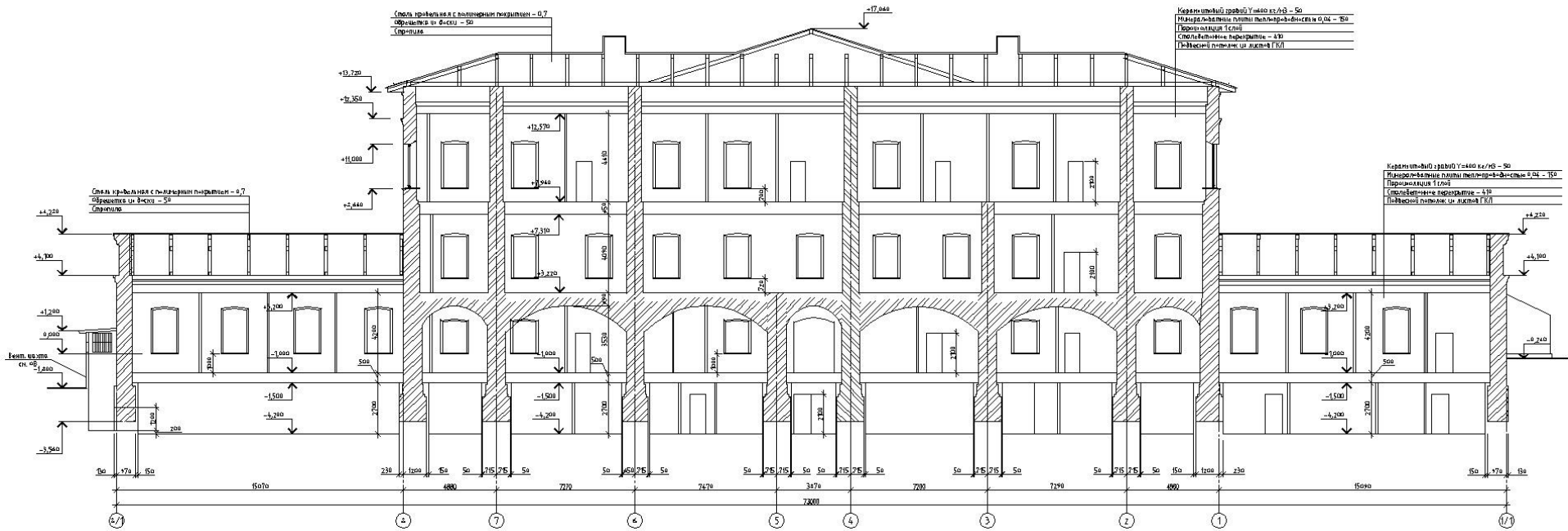


Рис. 19, 20 - Усиление фундаментов, разработка грунта

# Текутьевская больница, г. Тюмень, ул. ДAUDельная 1а (литера А) (1902-1904гг)



*Техническое состояние здания – ограниченно-работоспособное*

# Проект реставрации «Текутьевской больницы» (1902-1904гг)

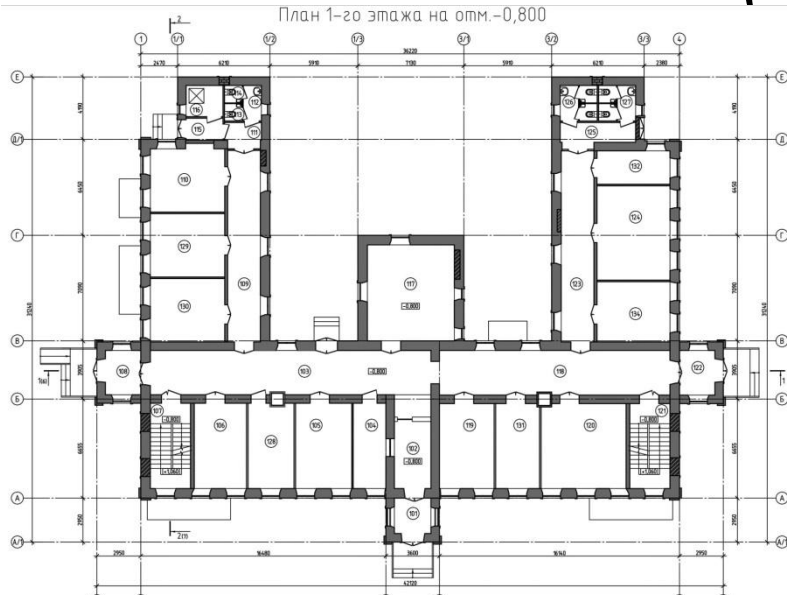
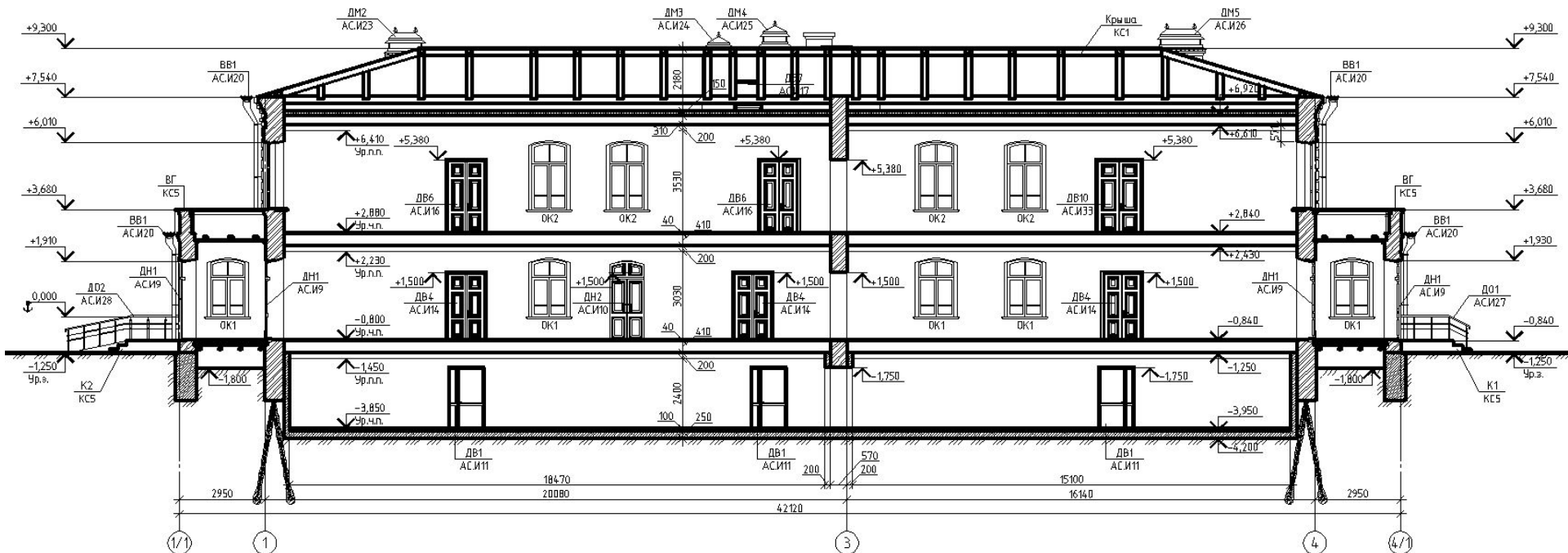
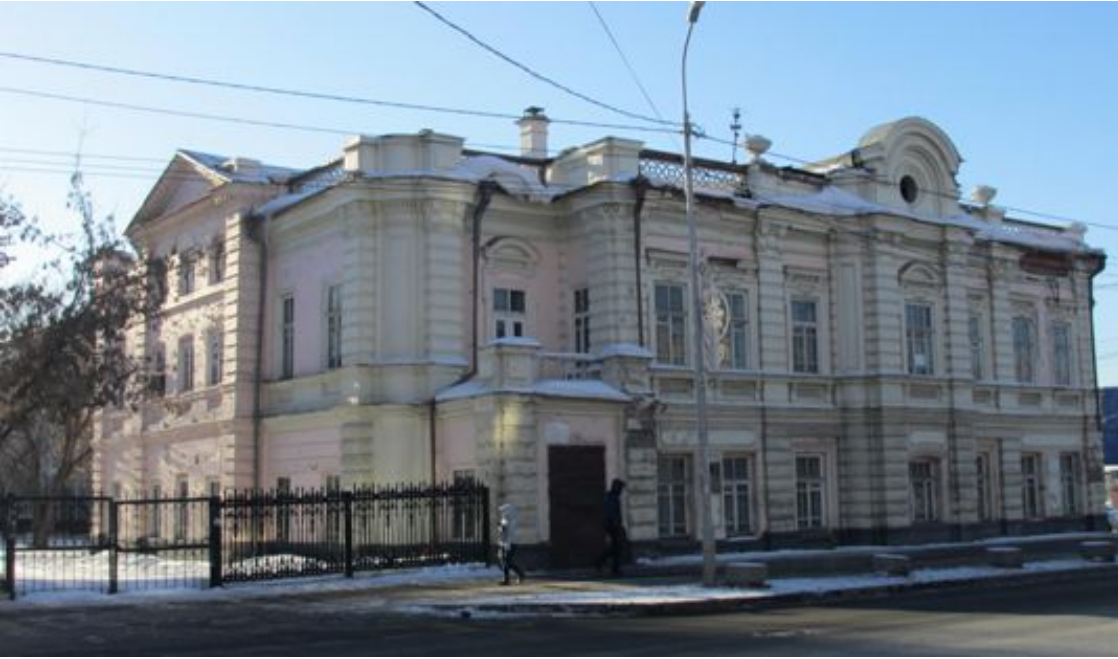


Рис. 21 - Процесс усиления фундаментов инъекционными сваями



# Дом В.И. Князева , г. Тюмень, ул. Ленина, 10



# Дом В.И. Князева . г. Тюмень. ул. Ленина, 10

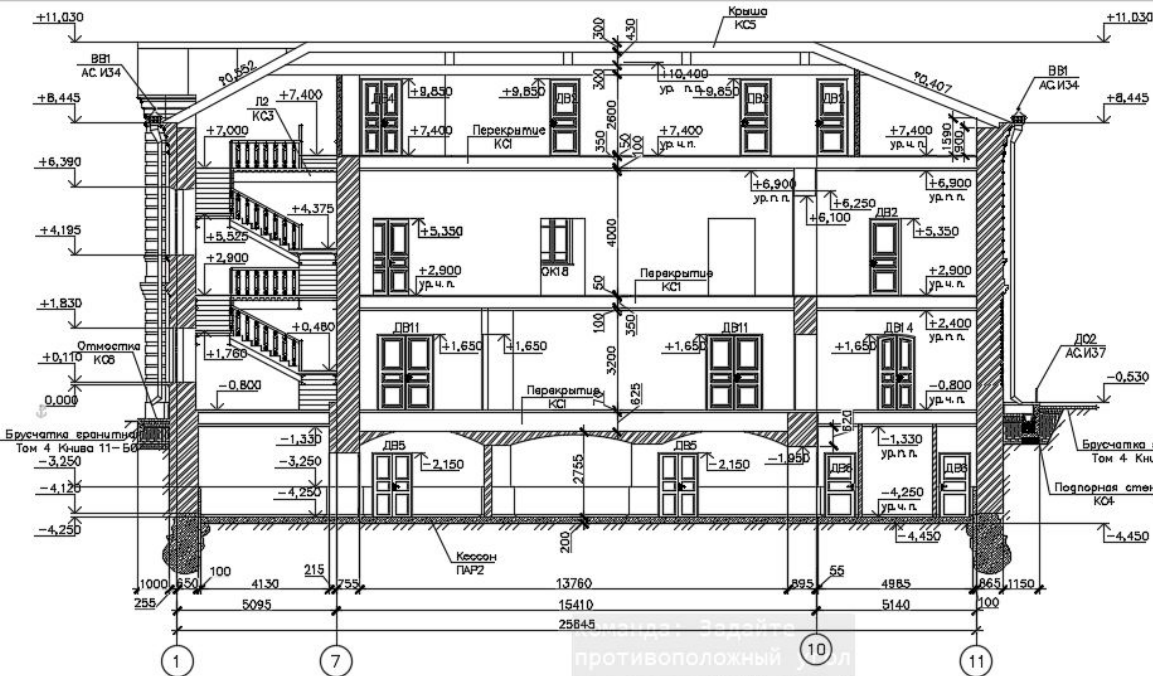
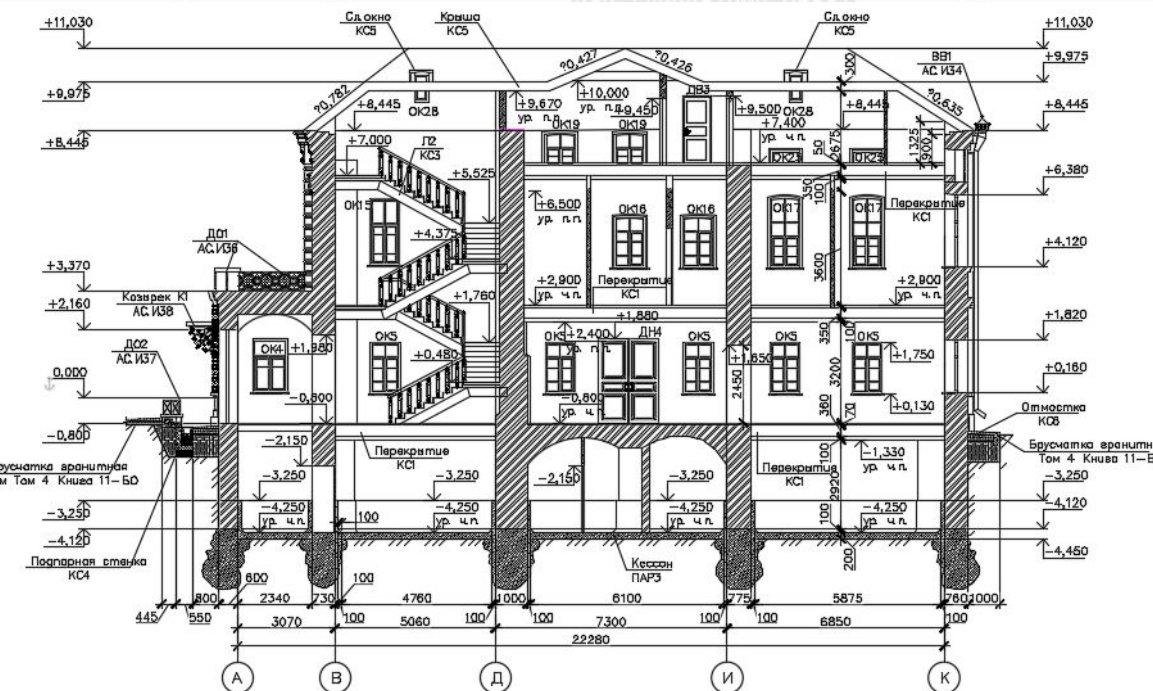


Рис. 22 – Усиление фундаментов школы в г. Тюмень



# Проектные решения по жилому комплексу в г. Тюмени

Исходное решение – свайно-плитный фундамент,  
количество свай – 320 С120.30-8, толщина плиты – 1м.

Измененное решение – ленточно-оболочечный фундамент



Рис. 23 – ЖК Акварель



Рис. 24 – Общий вид ЛОФ



Рис. 25 – Армирование ЛОФ

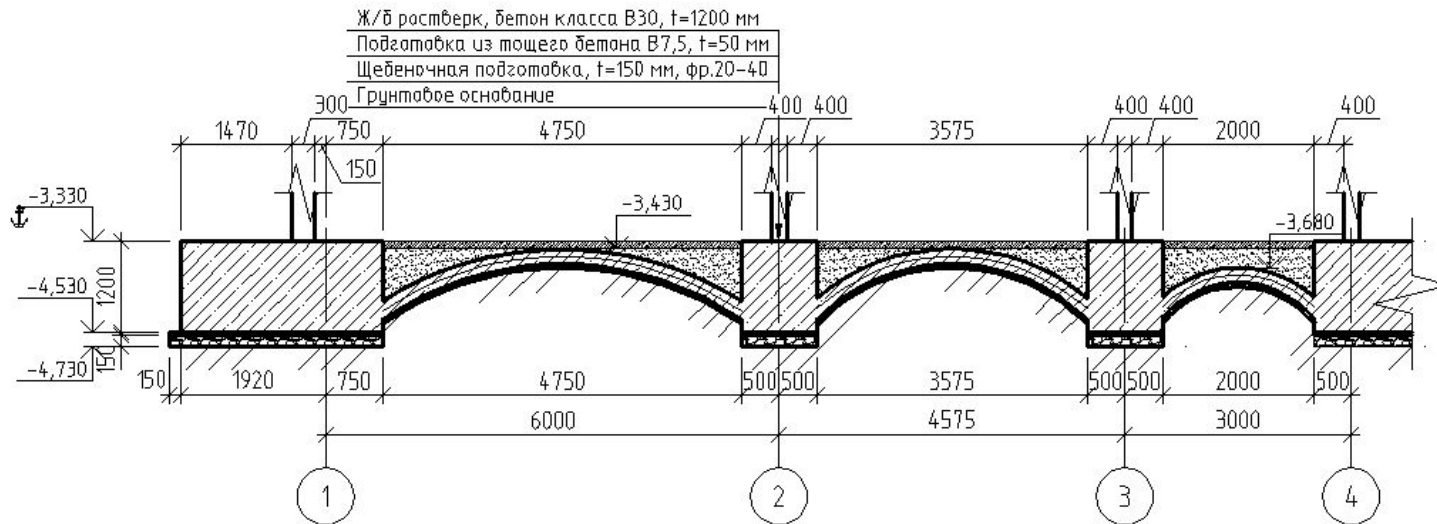


Рис. 26 – ЛОФ



# Проектные решения по ЖК в г. Тюмени

Исходное решение – свайно-плитный фундамент с составными сваями длиной 20 м, количество – 320 шт



Рис. 27 – Общий вид КЛСФ

Измененное решение – КСЛФ

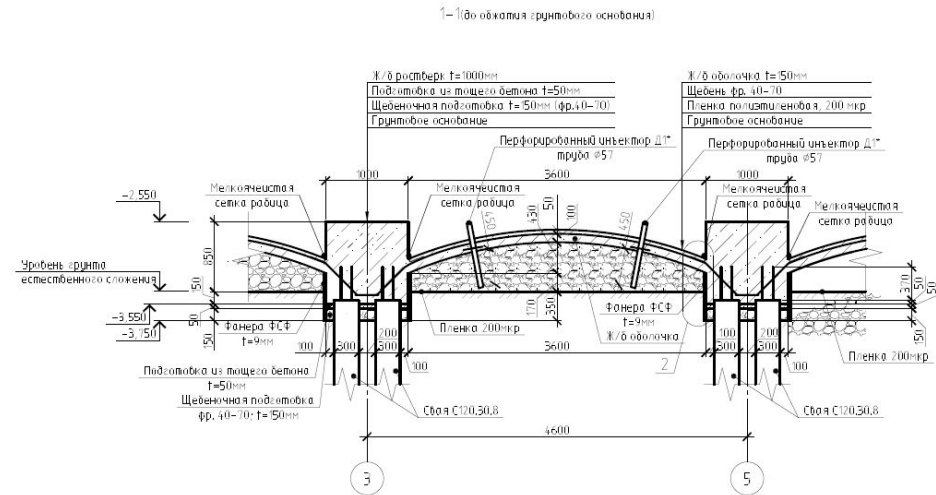


Рис. 28 – До обжата грунтового основания

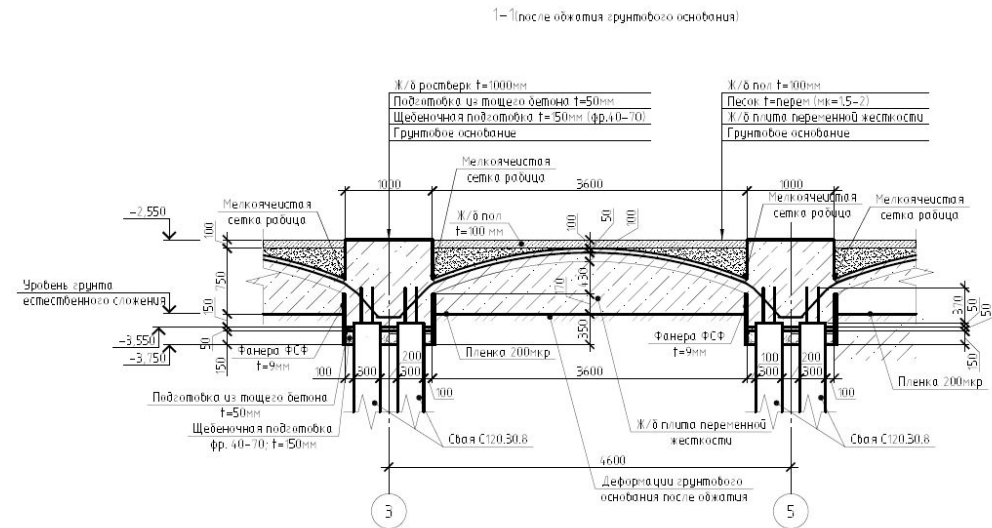
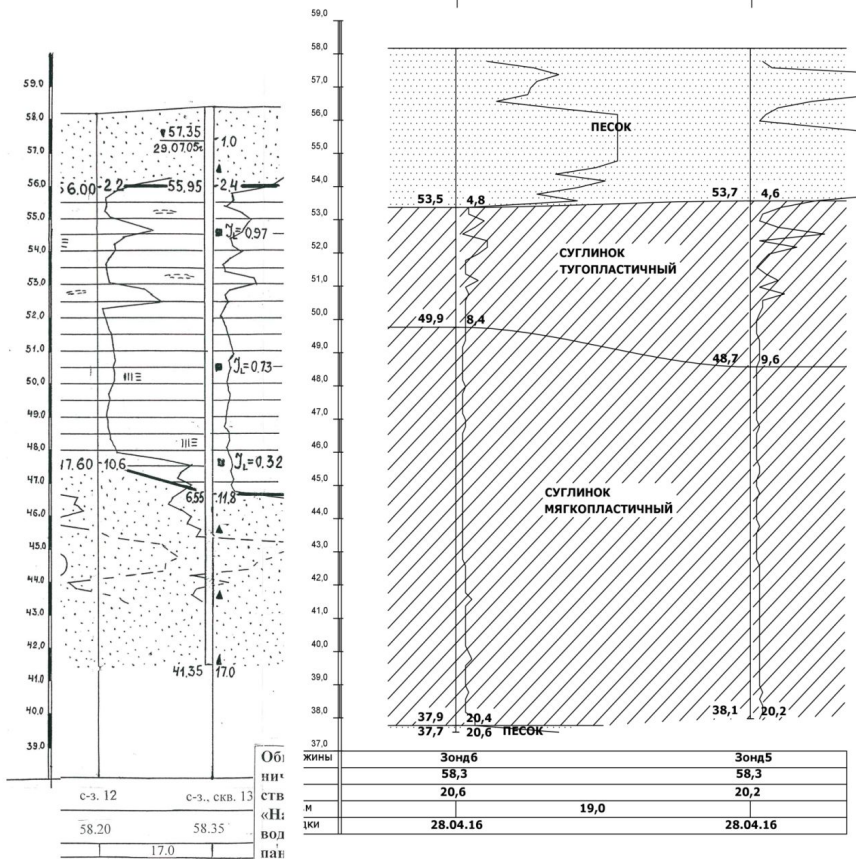


Рис. 29 – После обжата грунтового основания

# Инженерно-геологические данные на одном участке



- Разрез I-I, 2005;
- Разрез II-II, 2016.

с расстоянием между разрезами -  $3 \approx 5$  м.

# Двухсекционное здание в районе пос. Мыс

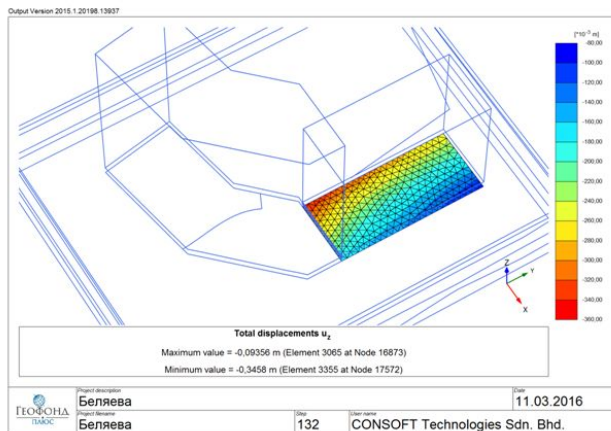
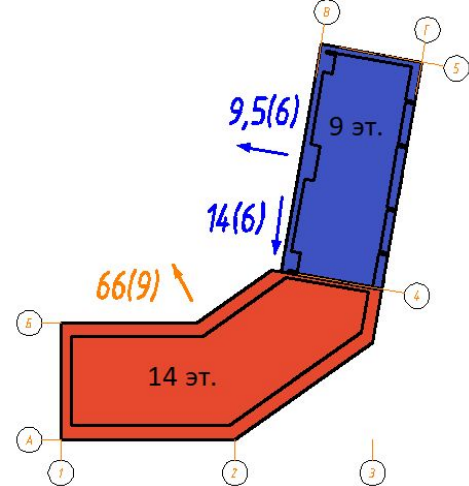


Рис. 31 - Максимальная осадка для 9-этажной секции 346 мм

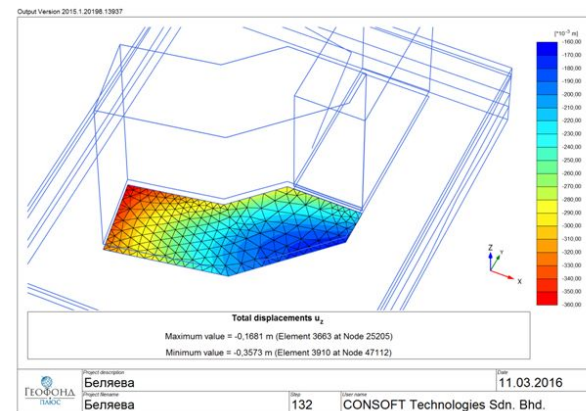


Рис. 32 - Максимальная осадка для 14-этажной секции 357 мм

Рис. 30 - Горизонтальное отклонение секций здания от вертикали в (см); в скобках приведены предельно допустимые значения в (см)

№	Характеристика свойств грунтов	Наименование грунта и номер ИГЭ			
		Суглинок ИГЭ – 1	Суглинок ИГЭ – 2	Переслаивание песка, с сугупью ИГЭ – 3	Песок ИГЭ – 4
1	2	3	4		
1.	Естественная влажность $W$ ( $\delta e\delta$ )	0,25	0,34	0,23	0,22
2.	Плотность грунта, $\rho$ ( $г/см^3$ )	1,91	1,88	2,01	2,06
3.	Плотность сухого грунта, $\rho_s$ ( $г/см^3$ )	1,53	1,38	1,63	1,70
4.	Плотность частиц грунта, $\rho_p$ ( $г/см^3$ )	2,69	2,70	2,67	2,66
5.	Коэффициент пористости $e$ ( $\delta e\delta$ )	0,77	0,96	0,64	0,56
6.	Пористость, $n$ ( $\delta e\delta$ )	43	49	39	36
7.	Степень влажности $S_r$ ( $\delta e\delta$ )	0,84	1,01	0,94	1,84
8.	Угол внутреннего трения $\phi$ ( $град$ )	21	14	27	31
9.	Удельное сцепление при $P = 1 - 2 - кг / см^2 - C(КПа)$	22	15	9	3
10.	Модуль деформации $E(МПа)$	3,7	5,3	20,6	29,0

Рис.33 Физико-механические характеристики грунтов

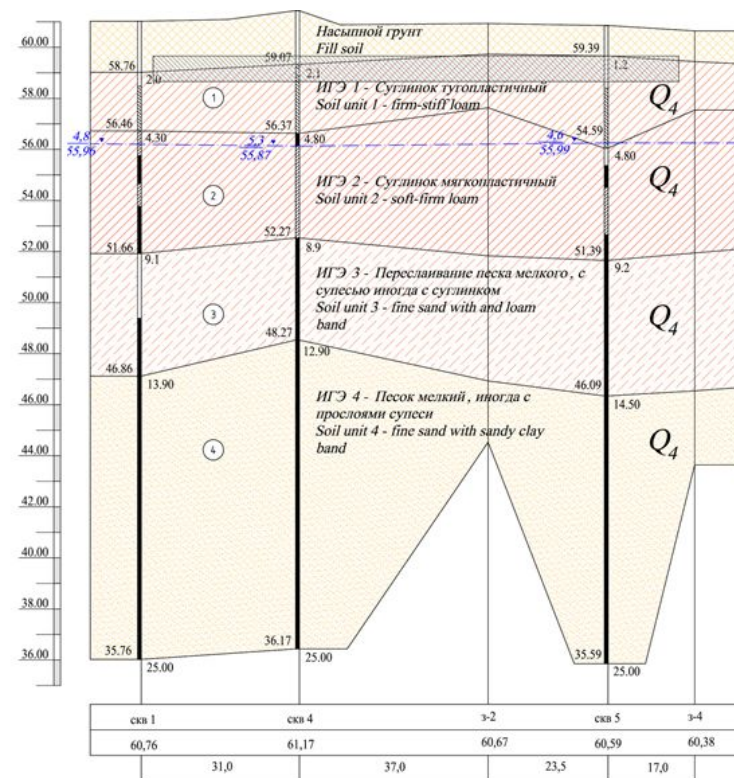


Рис.34 Геологический разрез



Рис. 35– Простенок школы в г. Тюмень



Рис.36 – Стена в детском саду, г. Тюмень

# 1. Геотехническая экспертиза объектов капитального строительства и линейных объектов

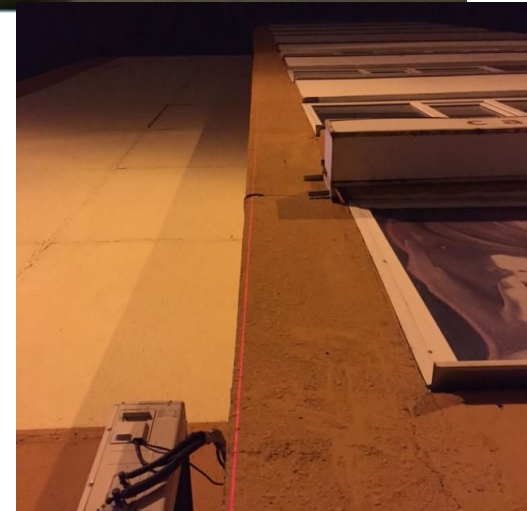
Жилой дом, расположенный по адресу: г. Тюмень, пр. Заречный, 14



4х-секционный жилой дом переменной этажности по адресу: г. Тюмень, ул. Беляева, 23

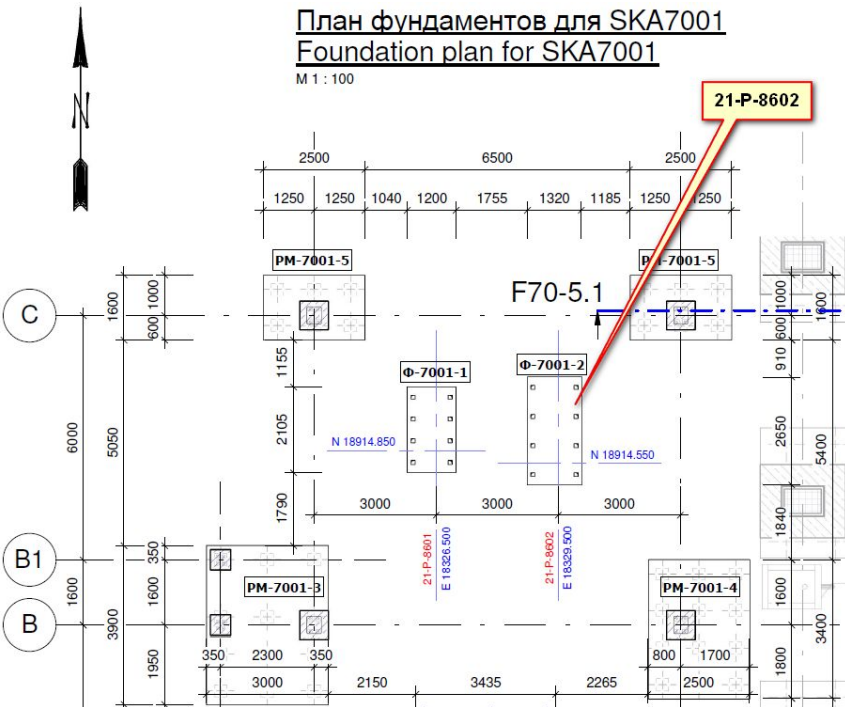


Жилой дом ГП-1 В ЖК «Тура» г. Тюмень

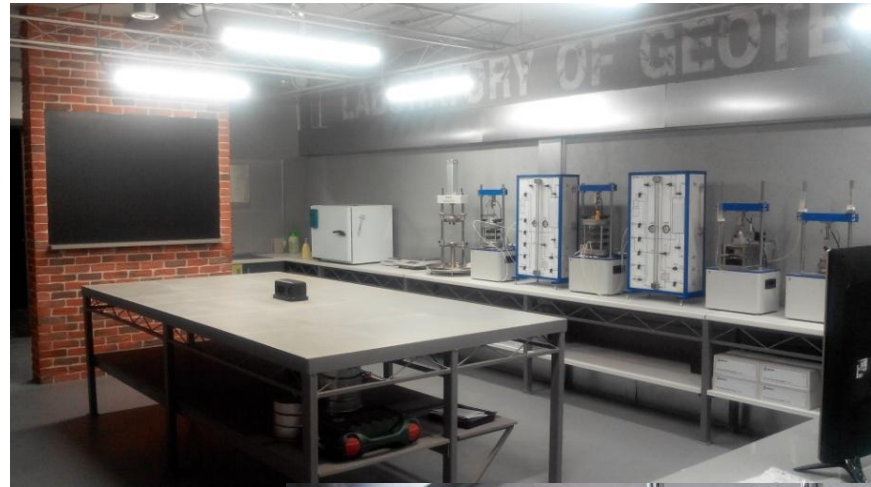


# 1. Геотехническая экспертиза объектов капитального строительства и линейных объектов

СИБУР - фундаменты водоотчистных сооружений



Лаборатория кафедры «Геотехника»



## 2. Геотехнические технологии усиления и повышения эксплуатационной надежности исторических зданий

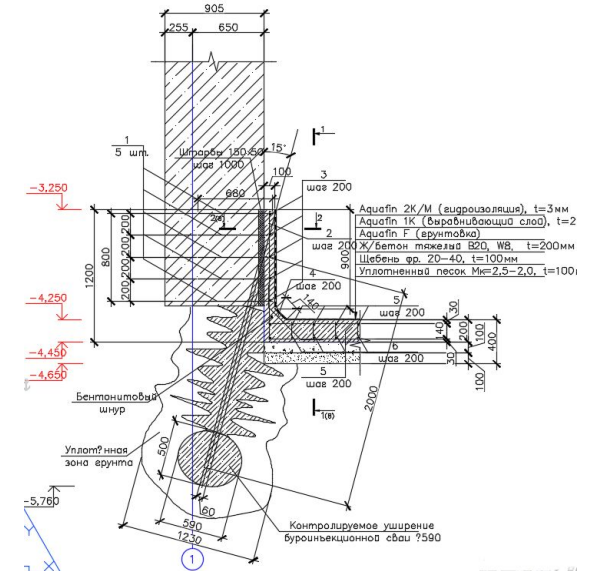
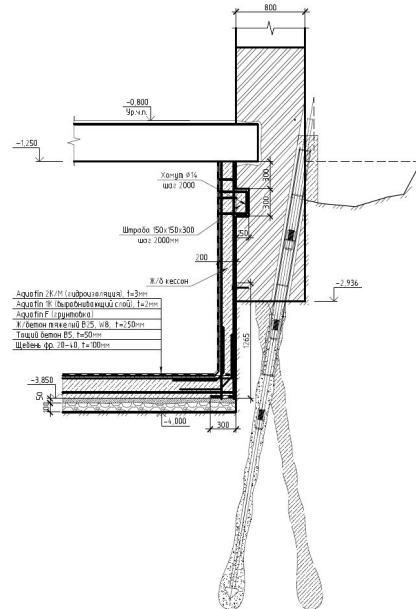
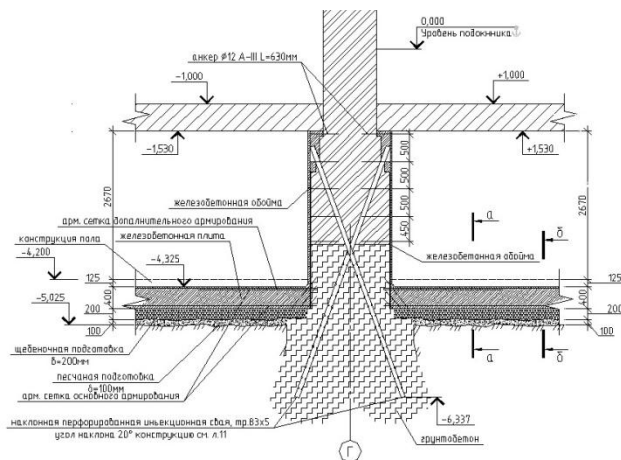
"Здание госпиталя", г.Тобольск, ул. Аптекарская. л.3



Текутьевская больница, г. Тюмень, ул. Даудельная 1а (литера А)



Дом В.И. Князева, г. Тюмень, ул. Ленина, 10

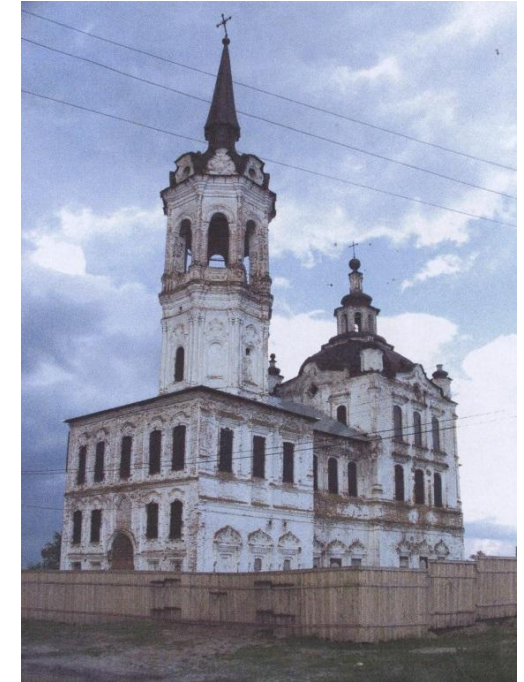


## 2. Геотехнические технологии усиления и повышения эксплуатационной надежности исторических зданий

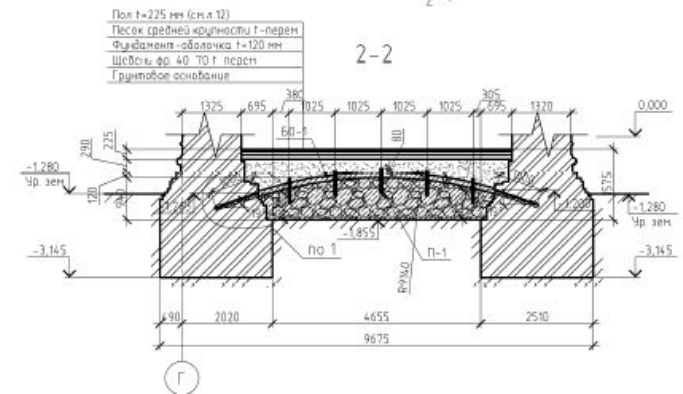
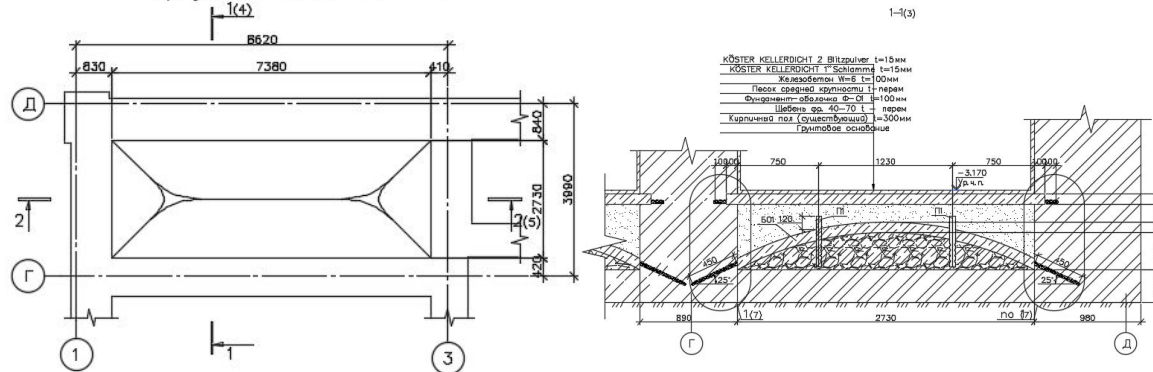
«Административно-торговое здание (дом купца А.Ф. Аверкиева)», расположенный по адресу: г. Тюмень, ул. Республики, 19



Крестовоздвиженская церковь, расположенная по адресу: г. Тобольск, ул. Карла Маркса, 54а



Фундамент-оболочка Ф-01





### 3. Разработка новых эффективных видов фундаментов мелкого заложения

Строительство 17-этажного дома в г. Тюмень, Ямальский-2



**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛЕНТОЧНО-ОБОЛОЧЕЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С СИЛЬНОСЖИМАЕМЫМ ГРУНТОВЫМ ОСНОВАНИЕМ**



Строительство 22-этажных жилых домов в г. Тюмень, ЖК «Акварель»



Жилой 4-секционный дом в квартале улиц Крайняя – Тундровая – Симбирская в г. Новый Уренгой



**ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ОСНОВАНИЯХ, ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПО ПРинЦИПУ**

Рис. 37 - Модель ЛМФ

# 4. Разработка комбинированных ленточных свайных фундаментов, с предварительно опрессованным грунтовым основанием КЛСФ

Жилые дома, расположенные по адресу: г. Тюмень, ул. Геологоразведчиков, 44



Рис. 38 - Фрагмент фундамента

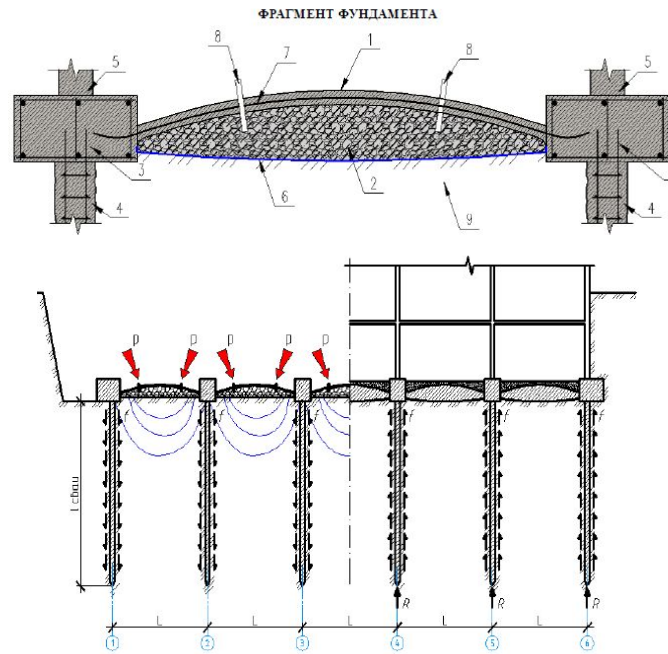
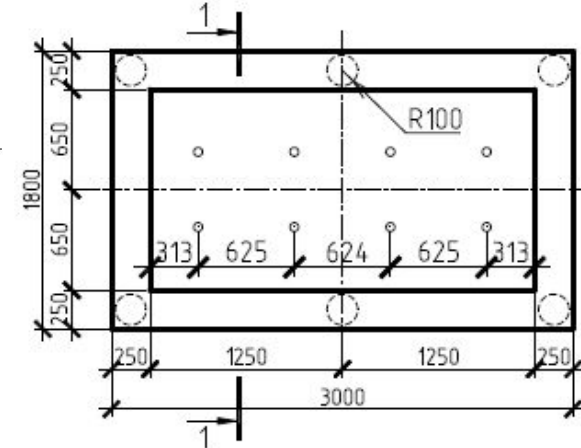


Рис. 39 - Экспериментальные исследования в полевых условиях



## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЕНТОЧНЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ, С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОПРЕССОВАННЫМ ГРУНТОВЫМ ОСНОВАНИЕМ



Рис. 40 – Технология производства

## 5. Разработка технологий выравнивания кренов и стабилизации оснований капитальных сооружений

4х-секционный жилой дом переменной этажности по адресу: г. Тюмень, ул. Беляева, 23

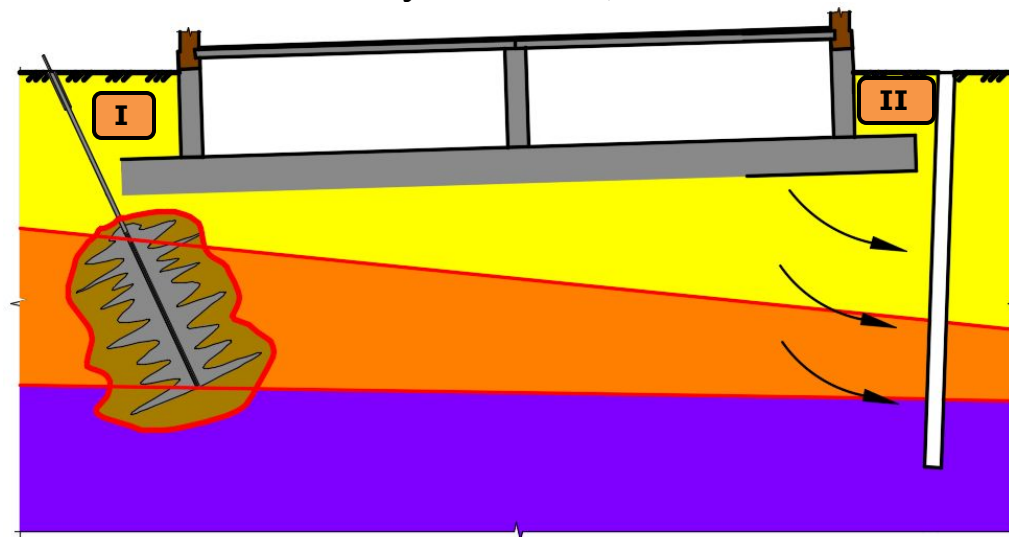


Рис. 43 - Принципиальная схема регулирования неравномерности осадок



Рис. 44 - Выполнение работ по закреплению основания



Рис. 45- Выбуривание вертикальных скважин

# Устройство буринъекционных свай по технологии «Атлант» на объекте: «Жилой 12-этажный дом в г. Тюмень»

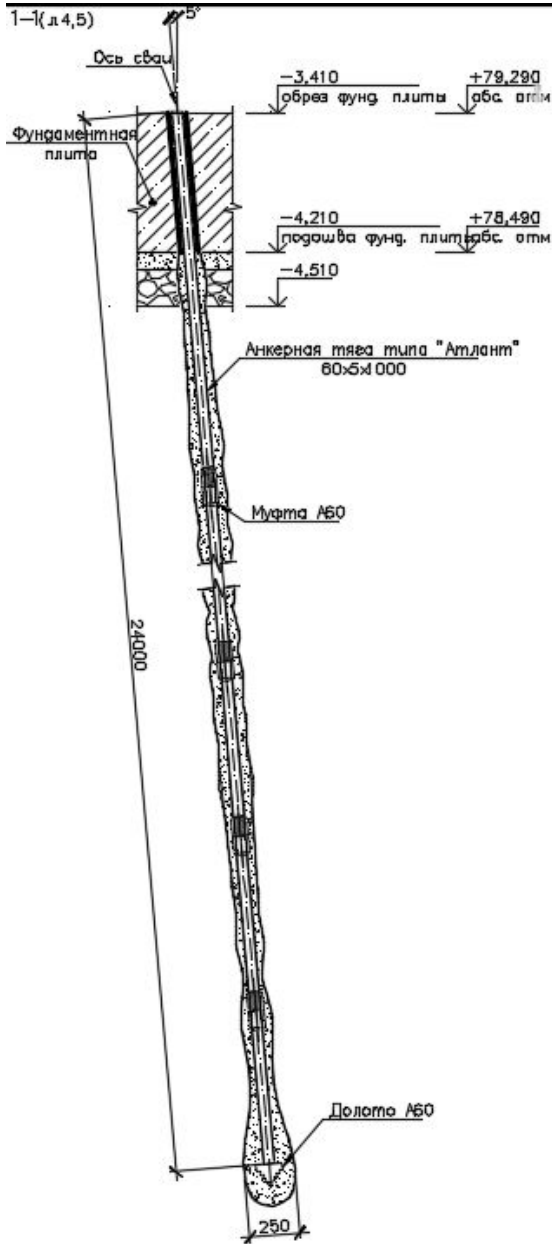


Рис. 41 – Конструкция свай «Атлант»

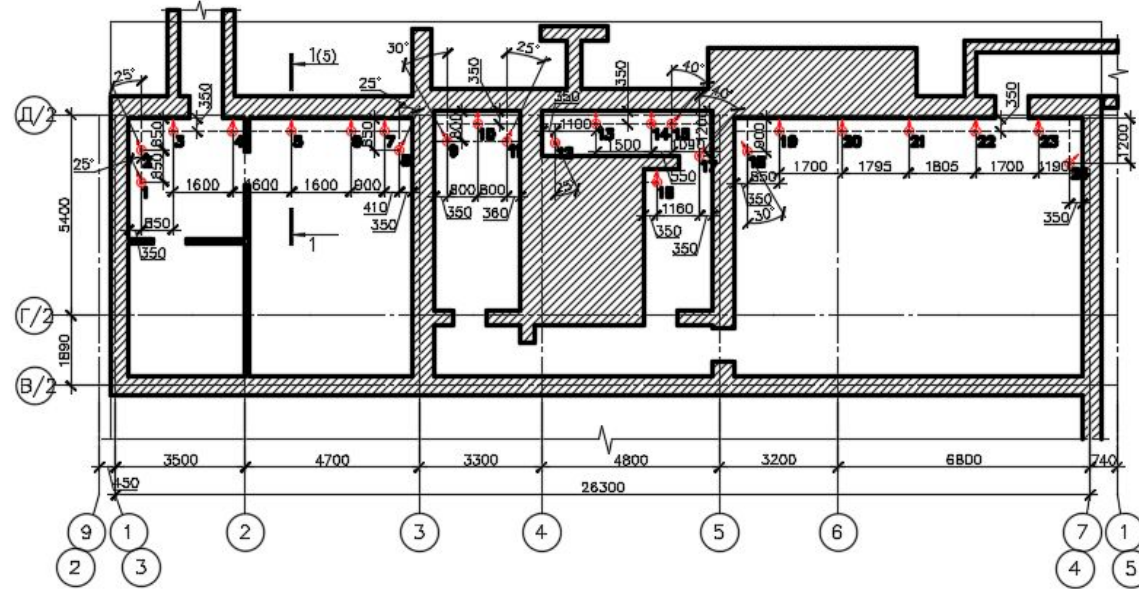


Рис. 42 - Схема расположения инъекционных свай. – секция 2

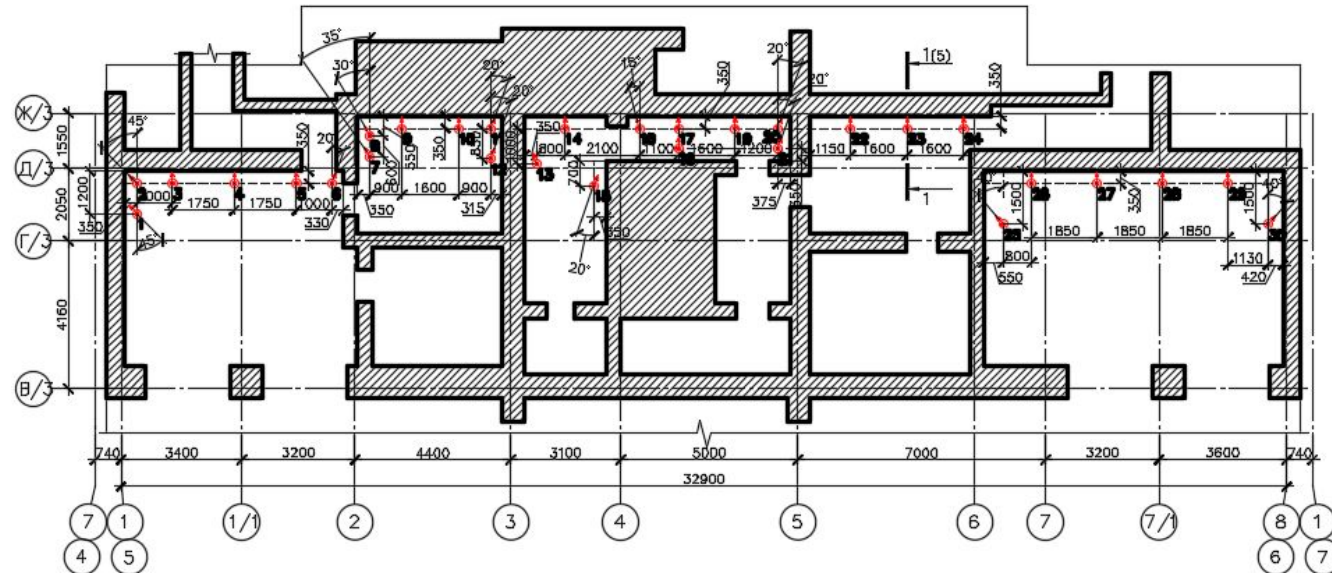


Рис. 43 - Схема расположения инъекционных свай. – секция 3

## **Перспективными проектами и направлением деятельности геотехников в настоящее время является:**

- создание геоинформационной платформы 3GIS по обеспечению геотехнической безопасности объектов городской и территориальной инфраструктуры Тюменского региона;
- разработка новых инновационных геотехнических технологий по устройству эффективных видов оснований и фундаментов промышленных и гражданских объектов, объектов транспортной инфраструктуры, в условиях Тюменского региона, включая районы Крайнего Севера, обладающих повышенной степенью безопасности, высокими эксплуатационными свойствами и высокими показателями экономической эффективности.
- разработка стандартов организаций по проектированию и устройству геотехнических сооружений в грунтовых условиях, характерных для Тюменского региона, включая районы Крайнего Севера.
- реализация программ магистратур и бакалавриата по геотехнике, подготовку инженеров-геотехников (30 чел.) по программе ДПО для региональных структур управления строительством и эксплуатацией инфраструктурных объектов, для промышленных партнеров.

**Спасибо за внимание!**

д.-р техн. наук, доцент  
**ПРОНОЗИН Яков Александрович**

Тюмень, 2018