

Заказчик - Администрация городского округа Тольятти,  
Департамент градостроительной деятельности.

**«Строительство очистных сооружений дождевых сточных  
вод с селитебной территории Автозаводского района  
г. Тольятти с подводящими трубопроводами и  
инженерно-техническим обеспечением»**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях  
инженерно – технического обеспечения, перечень инженерно-  
технических мероприятий, содержание технологических решений»**

**Подраздел 3. Система водоотведения. Часть 1. Коллектор**

**116/21-ИОС 3.1**

Экз.№

Заказчик - Администрация городского округа Тольятти,  
Департамент градостроительной деятельности.

**«Строительство очистных сооружений дождевых сточных  
вод с селитебной территории Автозаводского района  
г. Тольятти с подводящими трубопроводами и  
инженерно-техническим обеспечением»**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях  
инженерно – технического обеспечения, перечень инженерно-  
технических мероприятий, содержание технологических решений»**

**Подраздел 3. Система водоотведения. Часть 1. Коллектор**

**116/21- ИОС 3.1**

Экз.№




Генеральный директор

Логинов С.С.

Главный инженер проекта

Жирнов Д.Ю.

Обозначение	Наименование	Примечание
116/21 –ИОС 3.1.С	Содержание тома	2
116/21 –ИОС 3.1-СП	Состав проектной документации	оформлен отдельно
116/21 –ИОС 3.1.Т	Текстовая часть	3
116/21 –ИОС 3.1.Гр.	Графическая часть	60
116/21 –ИОС 3.1.РИ.	Таблица регистрации изменений	78

Инв.№ подл.	Изм.	Кол.уч	Лист	Недокум	Подпись	Дата	116/21-ИОС 3.1.Т	Стадия	Лист	Листов
	Разработ.		Стрелкова			03.22	Текстовая часть			
	Н.контр.		Логинов			03.22				
	ГИП		Жирнов			03.22				
								ООО «Базис»		

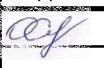


## СОДЕРЖАНИЕ

Номер пункта	Наименование	Лист
--------------	--------------	------


СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	2
ЗАПИСЬ ГИПа.....	3

1. СВЕДЕНИЯ О СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПРОЕКТИРУЕМЫХ СИСТЕМАХ КАНАЛИЗАЦИИ, ВОДООТВЕДЕНИЯ И СТАНЦИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	4
2. ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ СИСТЕМ СБОРА И ОТВОДА СТОЧНЫХ ВОД, ОБЪЕМА СТОЧНЫХ ВОД, КОНЦЕНТРАЦИЙ ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, СПОСОБОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ РЕАГЕНТОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТУРЫ.....	6
3. ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТОГО ПОРЯДКА СБОРА, УТИЛИЗАЦИИ И ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ - ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	6
4. ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ПРОКЛАДКИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ОПИСАНИЕ УЧАСТКОВ ПРОКЛАДКИ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ (ПРИ НАЛИЧИИ), УСЛОВИЯ ИХ ПРОКЛАДКИ, ОБОРУДОВАНИЕ, СВЕДЕНИЯ О МАТЕРИАЛЕ ТРУБОПРОВОДОВ И КОЛОДЦЕВ, СПОСОБЫ ИХ ЗАЩИТЫ ОТ АГРЕССИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГРУНТОВ И ГРУНТОВЫХ ВОД.....	6
5. РЕШЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ И РАСЧЕТНОГО ОБЪЕМА ДОЖДЕВЫХ СТОКОВ.....	12
6. РЕШЕНИЯ ПО СБОРУ И ОТВОДУ ДРЕНАЖНЫХ ВОД.....	18
7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	18

<b>Приложение 1.</b> Технические условия № 15248-вн/2.2 от 225.03.2022 от «Департамент дорожного хозяйства и транспорта».....	19
<b>Приложение 2.</b> Схема сети ливневой канализации Автозаводского района.....	21
<b>Приложение 3.</b> Письмо №8950/5 от 11.11.2021г. о площадях водосбора.....	22
<b>Приложение 4.</b> Расчет прочности и устойчивости стеклокомпозитной трубы.....	23
<b>Приложение 5.</b> Расчет прочности и устойчивости трубы полиэтиленовой спирально-витой.....	25

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	116/21 – ИОС 3.1.Т						Стадия	Лист	Листов
			Изм.	Кол.уч	Лист	Недокум	Подпись	Дата			
								Текстовая часть	П	1	57
			Разработ.	Стрелкова		03.22	ООО «Базис»				
			Н.контр.	Логинов		03.22					
			ГИП	Жирнов		03.22					

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Отдел, занимаемая должность	И.О. Фамилия	№ пункта	Подпись	Дата подписания
ГИП	О.Ю. Стрелкова			03.2022
Н.Контр	С.С. Логинов			03.2022
Разраб.	Д.Ю. Жирнов			03.2022

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата

116/21 – ИОС 3.1.Т

Лист

2

Проектная документация разработана в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, документами об использовании земельного участка для строительства, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий.

Главный инженер проекта

Д.Ю. Жирнов

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Копуч	Лист	№докум	Подпись	Дата	116/21 – ИОС 3.1.Т	Лист
							3

## 1. Сведения о существующих и проектируемых системах канализации, водоотведения и станциях очистки сточных вод

В настоящем разделе разработаны наружные сети канализации для объекта « Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с подводными трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением».

Данный раздел разработан в соответствии с требованиями следующих документов:

- СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85;
- СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\* (с Изменениями N 1, 2);
- СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*;
- Методическое пособие. «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты». Москва 2015;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 г. Москва «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- СП 40-102-2000 «Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования»;
- СП 399.1325800.2018 Системы водоснабжения и канализации наружные из полимерных материалов. Правила проектирования и монтажа.

В настоящее время отведение поверхностных сточных вод с Автозаводского района г. Тольятти осуществляется по двум коллекторам. Один существующий коллектор ж/б DN 1500мм проходит по бульвару Приморский, второй ж/б канал 4000x2870мм(н) по ул. Свердлова, далее эти коллектора врезаются в существующий коллектор ООО «АВК» представляющий собой ж/б канал, с последующим отведением поверхностных сточных вод на выпуск в р. Волга. В существующем положении очистка поверхностных сточных вод перед выпуском не предусмотрена.

### **В данном разделе разработаны:**

- самотечная канализация дождевых сточных вод (K2) Ø1400мм общей протяженностью 519,25м, предусмотренная для отвода ливневых и талых вод после слияния двух существующих коллекторов в районе ул. Спортивная, бульвар

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

Приморский в проектируемый резервуар с погружными насосами (поз. 1 по 116/21-ИЛО 1.2);

- самотечная канализация дождевых сточных вод (**K2**) две трубы Ø1000мм общей протяженностью 21,02м (одна линия 10,51м, вторая линия 10,51), от камеры гашения напора (кам9) до камеры 14;

- самотечный коллектор дождевых сточных вод (K2) представляющий собой ж/б канал 4200ммх3200мм(н) длиной 13,58м и 4200х3600(н) длиной 701,93м (от кам.13 до очистных сооружений), в районе существующей камеры IV по ул. Свердлова, где происходит объединение двух существующих ж/б коллекторов: городского коллектора по ул. Свердлова и коллектора ООО «АВК», откуда далее проложен выпуск в р. Волгу. Проектом предусмотрена врезка в существующий городской коллектор 4000ммх2870мм(н) по ул. Свердлова;

- напорная канализация дождевых сточных вод **K2Н** от погружных насосов в резервуаре Ø800мм (до перехода на Ø1000мм) общей протяженностью 26,75м;

- напорная канализация дождевых сточных вод **K2Н** две параллельные трубы Ø1000мм общей протяженностью 9135,59м (одна труба 4561,67м, вторая труба 4573,92м) от резервуара с погружными насосами (поз. 1 по 116/21-ПЗУ2) до камеры гашения напора вблизи существующей камеры IV по ул. Свердлова;

- **переливная труба K2.1** Ø1200 мм длиной 4,5м от резервуара с погружными насосами (поз. 1 по 116/21-ПЗУ2) до существующего коллектора DN1500мм;

- выпуски в мокрые колодцы Ø160х9.5мм длиной 8,24м , Ø225х13.4 длиной 11.72м, Ø355х21.1 длиной 11.91м;

- трубопровод K2.1Н Ø63мм, служащий для барботажа в резервуаре с погружными насосами, протяженностью 24,85м.

Характеристика транспортируемой среды – дождевые сточные воды.

В соответствии с п.7.4 СП 31.13330.2021 система напорной канализации K2Н по степени обеспеченности подачи воды относится к I категории, т.к.

объем резервуара с погружными насосами не предусмотрен для хранения 6 часового притока поверхностных сточных вод и отсутствует аварийный сброс в водный объект. В соответствии с п. 15.9 табл.28 СП 31.13330.2021 проектируемая напорная дождевая канализация K2Н относится к I классу ответственности.

**Таблица 2. Максимальные расходы сточных вод**

№ п/п	Наименование	Максимальный расход сточных вод, л/с
1	Производительность насосной станции	2790,65
2	Расчетный расход в существующем коллекторе ливневой канализации по ул. Свердлова	17034,32
3	Расход в коллекторе после врезки в проектируемый коллектор напорной линии от проектируемой НС	19824,97

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
------	-------	------	---------	---------	------



Проектные решения по резервуару с погружными насосами, служащими для подачи поверхностных сточных вод от коллекторов по ул. Спортивная и бульвару Приморский в проектируемый железобетонный канал 4200ммx3600мм вблизи существующей камеры IV по ул. Свердлова, представлены в подразделе 116/21 – ИОС 7.2 «Технологические решения».

Проектируемые очистные сооружения разработаны в подразделе 116/21 – ИОС 7.1 «Технологические решения».

**2. Обоснование принятых систем сбора и отвода сточных вод, объема сточных вод, концентраций их загрязнений, способов предварительной очистки, применяемых реагентов, оборудования и аппаратуры**

Отвод хозяйственно-бытовых сточных вод в данном проекте не разрабатывается

**3. Обоснование принятого порядка сбора, утилизации и захоронения отходов - для объектов производственного назначения**

Сбор и утилизация отходов в данном разделе не предусматривается.

**4. Описание и обоснование схемы прокладки канализационных трубопроводов, описание участков прокладки напорных трубопроводов (при наличии), условия их прокладки, оборудование, сведения о материале трубопроводов и колодцев, способы их защиты от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод**

Гидрогеологические условия участка характеризуются наличием постоянно действующего водоносного горизонта, приуроченного к толще четвертичных аллювиальных отложений.

По результатам гидрогеологических наблюдений на момент изысканий (январь-март 2022г.) уровень грунтовых вод в районе скважин №8ос-14ос зафиксирован на глубине 15.60-16.80м (на абс. отметках 51.47-52-54м БС).

В районе скважин №20-22 зафиксирован на глубине 20.0м (на абс. отметках 49.34-49.71м БС).

Водовмещающими породами являются суглинки с коэффициентом фильтрации от 0.05 до 0.1 м/сут. Участок является неподтопленным тип III-Б1 (СП 11-105-97, ч. II, приложение И).

Однако, возможно формирование, в верхней части разреза, локальных линз временного техногенного водоносного горизонта типа «верховодка» с замачиванием грунтов и ухудшением их физико-механических свойств за счет аварийных утечек из водонесущих коммуникаций.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка – испарением и перетоком в сторону Куйбышевского водохранилища. Водоупор до глубины 20-30м не вскрыт.

**Самотечная сеть дождевых сточных вод К2** от проектируемой камеры разделения потока (кам.1), на существующем коллекторе DN1500 по Приморскому

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

бульвару, до резервуара с погружными насосами (поз. 1 по 116/21-ПЗУ2) запроектирована DN1400мм. Камера разделения потока (кам.1) ливневого стока сепарирует загрязненные стоки от условно-чистых. В обычном режиме наиболее загрязненная часть стока будет отводиться через разделительную камеру в запроектированный резервуар с погружными насосами (поз. 1 по 116/21-ПЗУ2) с последующей перекачкой в проектируемый коллектор 4200x3600(h)мм и далее на проектируемые очистные сооружения. При больших расходах условно-чистые сточные воды, через переливную стенку камеры будут переливаться по существующему ливневому коллектору (DN1500мм) в водоем.

Согласно п.6.2.1 СП 32.13330.2018 на коллекторе диаметром 1400 мм радиус кривой поворота лотка принят равным пяти диаметрам трубы  $R=5 \cdot 1,4=7,0\text{м}$  с установкой смотровых колодцев в начале и конце кривой.

**На прямолинейных участках самотечной сети K2** диаметром 1400 мм предусмотрены смотровые колодцы через 150м, в соответствии с п.6.3.1 СП 32.13330.2018.

**Переливной трубопровод дождевых сточных вод K2.1** от резервуара с погружными насосами (поз. 1 по 116/21-ПЗУ2) до существующего коллектора DN1500мм запроектирован DN1200мм. В месте присоединения к существующей сети DN1500мм запроектирована переливная камера 12.

**Проектируемый железобетонный коллектор K2**, представляющий собой канал 4200x3200(h) мм, врезается в существующий железобетонный коллектор 4000x2870мм(h) по ул. Свердлова (в районе существующей камеры IV) с расходом 17034,32 л/с. Расчет смотри п.5.2 данного раздела.

До поворота коллектора в месте присоединения к существующей сети запроектирована камера 14. Конструктивные решения коллекторов разработаны в разделе 116/21-КРЗ.

**Сеть дождевых сточных вод K2** от камеры гашения напора (кам.9) до камеры 14 запроектирована двумя самотечными трубами DN 1000мм из труб ПЭ 100 SDR17 Ø1000x90,8 мм "техническая" по ГОСТ 18599-2001.

**Напорная канализация дождевых сточных вод K2Н** запроектирована в две линии 2DN1000 из труб ПЭ 100 SDR17 Ø1000x59,3 мм "техническая" по ГОСТ 18599-2001 и труб электросварных прямошовных по ГОСТ 33228-2015 1020x12,0 мм.

Напорная линия от каждого насоса запроектирована DN800мм из труб ПЭ 100 SDR17 Ø800x47,4 мм "техническая" по ГОСТ 18599-2001 и труб электросварных прямошовных по ГОСТ 33228-2015 820x10,0 мм.

Трубы для опорожнения приняты ПЭ 100 SDR17 Ø160x9,5, Ø225x13,4, Ø355x21,1мм "техническая" по ГОСТ 18599-2001.

По K2Н подаются поверхностные сточные воды от резервуара с погружными насосами до камеры гашения напора вблизи существующей камеры IV по ул. Свердлова. Прокладка напорного коллектора осуществляется по Московскому проспекту до ул. Свердлова, далее влево по ул. Свердлова вдоль существующего коллектора. Врезка в проектируемый коллектор осуществляется в камере 14. До камеры врезки проектом предусмотрено устройство камеры гашения напора(кам.9).

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			



Таблица 3. Минимальная глубина заложения трубопровода

№ п/п	Ø трубопровода, м	Основание	Глубина промерзания, $h_{\text{промерз}}$ , М	Глубина заложения, $h_{\text{залож}}$ , М
<b>Безнапорные трубопроводы</b>				
1	0,160	Суглинок	1,36	1,06
2	0,225	Суглинок	1,36	1,06
3	0,355	Суглинок	1,36	1,06
	1,000	Суглинок	1,36	0,86
	1,200	Суглинок	1,36	0,86
	1,400	Суглинок	1,36	0,86
	4,200x3,200(h)	Суглинок	1,36	0,86
	4,200x3,200(h)	Суглинок	1,36	0,86
<b>Напорные трубопроводы</b>				
	0,800	Суглинок	1,36	1,86
	1,000	Суглинок	1,36	2,36

В соответствии с требованиями п.6.7, СП 32.13330.2018, при пересечении автомобильной дороги проектом предусмотрена прокладка сетей в футлярах.

В соответствии с требованиями технических условий № 15248-вн/2.2 от 225.03.2022 Администрация г.о. Тольятти «Департамент дорожного хозяйства и транспорта» переходы через магистральные дороги по ул. Спортивная, Приморский бульвар, Московский проспект выполнены без вскрытия асфальтобетонного покрытия. Также при работе в полосе отвода автомобильной дороги, переходы примыкающий выполнены закрытым способом производства земляных работ - методом продавливания и микротонеллирование.

Футляры Ø1620x20,0 изготавливаются из труб электросварных прямошовных по ГОСТ 33228-2015 и Ø1220x12,0 по ГОСТ 10704-91. Стальные футляры покрываются двухслойным полиуретановым защитным покрытием, номер конструкции N11 по ГОСТ 9.602-2016, приложение Ж.

#### **ФУТЛЯРЫ**

- Ø 1220x12.0 мм – длина 51,70; 48,17; 71,25; 68,67; 15,0; 15,0; 15,0; 15,0; 21,20; 21,20; 17,80; 17,80; 10,0; 10,0; 24,60; 24,60; 15,45; 15,45; 13,0; 13,0; 21,90; 21,90; 29,0; 29,0; 12,0; 12,0; 15,0; 15,0; 9,35; 9,35; 39,0; 39,0; 19,7; 19,7; 29,0; 29,0м (при продавливании К2Н);

- Ø 1620x20.0 мм – длина 15,0; 14,20; 52,0м (при микротонеллировании К2).

Для прохождения напорных труб **К2Н** ПЭ 100 SDR17 "техническая" ГОСТ 18599-2001 диаметром Ø800x47,4 и Ø1000x59,3 через стенки колодцев и камер проектом предусматриваются футляры. Для прохождения самотечной сети **К2** из стеклокомпозитных труб через стенки колодцев и камер предусмотрены стеклокомпозитные муфты с обмуровкой наружной поверхности. Муфты комплектуются уплотнителями специального профиля из эластомера и центральным упорным кольцом, контактирующих с поверхностью трубы, подготовленной для муфтового соединения (учтены в проекте 116/21 – ИЛО 3.3).

Для выпуска воздуха в наивысших точках трубопровода проектом предусматривается установка воздушных клапанов (вантузов).

Изн. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изн.	Копуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата	116/21 – ИОС 3.1.Т	Лист
							9

В пониженных местах проектом предусмотрен выпуск в мокрый колодец.

Для опорожнения водопроводной сети в случае аварии проектом предусмотрено устройство мокрых колодцев диаметром 2000 мм. Трубы для опорожнения приняты ПЭ 100 SDR17  $\varnothing$ 160x9,5,  $\varnothing$ 225x13,4,  $\varnothing$ 355x21,1 "техническая" ГОСТ 18599-2001 согласно таблице Лукиных:

- трубопровод опорожнения до МК-1 принят  $\varnothing$ 160x9,5, для пропуска расхода  $Q=26,5$  л/с, потребуется  $\approx 2$  часа;
- трубопровод опорожнения до МК-2 принят  $\varnothing$ 225x13,4, для пропуска расхода  $Q=33,15$  л/с, потребуется  $\approx 1,5$  часа;
- трубопровод опорожнения до МК-2' принят  $\varnothing$ 225x13,4, для пропуска расхода  $Q=32,6$  л/с, потребуется  $\approx 1,5$  часа;
- трубопровод опорожнения до МК-3 принят  $\varnothing$ 335x21,1, для пропуска расхода  $Q=200,6$  л/с, потребуется  $\approx 1,5$  часа;
- трубопровод опорожнения до МК-3' принят  $\varnothing$ 335x21,1, для пропуска расхода  $Q=200$  л/с, потребуется  $\approx 1,5$  часа.

Что соответствует п.11.14, СП 31.13330.2021 - опорожнение участков сети не более чем за 2 часа.

Для компенсации температурного удлинения трубопровода проектом предусмотрены неподвижные опоры, их расположение дано на листах схем текущего раздела.

### **Конструктивные решения камер и колодцев дождевой канализации**

Проектируемые камеры дождевой канализации, а именно кам.1, 3, 4, 5, 11, 13, 14 на сети K2; кам.12 на сети K2.1 и кам.1 и 9 на сети K2Н разработаны в разделе 116/21 – КРЗ.

Камеры 2, 6-10 на сети K2 предусмотрены готового изготовления из стеклопластика  $\varnothing$ 2,0м с лотком для перехода на стеклокомпозитную трубу.

Камеры 2-9, 2'-9', а также мокрые колодцы запроектированы по ТПР 901-09-11.84.

Гидроизоляцию камер и МК, выполненных по ТПР 901-09-11.84, принять:

-для стен – окрасочная из горячего битума в 2 слоя толщиной 5 мм по грунтовке из битума растворенного в бензине;

-для днища – штукатурная асфальтовая из горячего асфальтового раствора марки Г III толщиной 10мм по грунтовке разжиженным битумом;

-на стыках ж/б колец предусмотреть наклейку полос из гнилостойкой ткани Гидроизол ГИ-Г ГОСТ 7415-86 шириной 30см.

Затирку швов и внутренних поверхностей колодцев предусмотреть цементно-песчаным раствором состава 1:2.

Размеры в плане камер напорной сети определены в соответствии с п. 11.61 СП 31.13330.2021, самотечной сети по п.6.3.5СП 32.13330.2018.

Горловины колодцев круглые диаметром 700 мм из сборных железобетонных колец.

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

Люк водопроводных колодцев – чугунный по ГОСТ 3634-2019. Тип люка выбран с учетом транспортной нагрузки. Для колодцев, расположенных на проезжей части – тип «Т», вне дорожных покрытий – тип «Л». Люки колодцев, расположенные вне дорожных покрытий (тип «Л») возвышаются над поверхностью земли на 200 мм. Люки колодцев, установленные на проезжей части (тип «Т») – располагаются в одном уровне с поверхностью дороги.

Для спуска в камеры на внутренней поверхности горловины предусмотрены стальные скобы, в рабочей части – стальные стремянки. В камерах запроектированы промежуточные площадки для спуска и рабочие площадки для обслуживания.

Отстойная часть мокрых колодцев принимается высотой 0,6 м. Для гидроизоляции отстойной части мокрого колодца швы необходимо заполнить цементным раствором по всей поверхности сопрягаемых элементов, а внутреннюю поверхность покрыть цементным раствором с церезитом.

В камере разделения потока (кам.1 на сети К2) проектом предусмотрена установка шиберной задвижки с электроприводом на существующий трубопровод DN1500мм.

В камере 11 на сети К2 перед резервуаром с погружными насосами предусмотрена установка решетки-дробилки для исключения попадания крупного мусора в резервуар.

В камере 13 (сеть К2) проектом предусмотрена существующем железобетонном коллекторе 4000x2870мм(н) по ул. Свердлова в камере IV заглушить поворот коллектора, уходящего на право.

### **Переход под автомобильными дорогами**

В соответствии с требованиями технических условий № 15248-вн/2.2 от 225.03.2022 Администрация г.о. Тольятти «Департамент дорожного хозяйства и транспорта» переходы через магистральные дороги по ул. Спортивная, Приморский бульвар, Московский проспект выполнены без вскрытия асфальтобетонного покрытия. Также при работе в полосе отвода автомобильной дороги, переходы примыкающий выполнены закрытым способом производства земляных работ - методом продавливания и микротонеллирования.

Расстояние от подошвы насыпи автомобильной дороги до верха футляра принято не менее 1,5м. Основной футляр прокладывается под автомобильной дорогой методом продавливания. С помощью опорно-направляющих колец (ОНК) в основной футляр протаскивается рабочая труба.

ОНК предназначены для предохранения изоляционного покрытия трубопровода в процессе его протаскивания в футляре, при сооружении переходов под автомобильными дорогами и другими инженерными сооружениями. Шаг расположения колец 6,0м.

Концы футляров Ø1220x12.0 мм выводятся в наблюдательные колодцы. Верховой конец футляра после пропуска рабочей трубы заделывается бетоном В75 на длину 0,5м. Низовой конец футляра заводится в колодец и остается открытым. Между футляром и рабочей трубой остается зазор, по которому в случае прорыва

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

рабочей трубы вода стечет в колодец. Наличие воды в колодце определяет аварийное состояние рабочего трубопровода.

Пространство между футляром Ø1620x20.0 мм и рабочей трубой заделывается бетоном В75 на всю длину.

Для прокладки трубопровода закрытым способом (продавливание) на **сети К2Н** в проекте приняты котлованы размерами:

-рабочий котлован 4,3x10,0 (LxB) м, приемный котлован 4,3x1,5 (LxB) м для 2-х трубопроводов при параллельной прокладке.

Для прокладки трубопровода закрытым способом (микротонеллирование) на **сети К2** в проекте приняты котлованы размерами:

-рабочий котлован 2,2x10,0 (LxB) м, приемный котлован 2,2x1,5 (LxB)м;

-рабочий котлован 2,2x10,0 (LxB) м, приемный котлован 2,2x10,0 (LxB)м.

Размеры рабочего и приемного котлованов необходимо уточнить в проекте производства работ, который будет выполнен подрядной организацией на этапе строительства.

## 5. Решения в отношении ливневой канализации и расчетного объема дождевых стоков

### 5.1 Максимальный расчетный расход дождевого стока в самотечном коллекторе на входе в насосную станцию

$$Q_r = \frac{Z_{mid} * A^{1.2} * F}{t_r^{1.2 * n - 0.1}}, \text{ где}$$

$Z_{mid}$  – среднее значение коэффициента (покрова), характеризующего поверхность бассейна стока, определяется как средневзвешенная величина в зависимости от значений коэффициента  $Z_i$ , для различных видов поверхности водосбора определяется по табл. 13 и 14 СП 32.13330.2018;

$A, n$  – параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности, определяются в соответствии с п.7.4.2 СП 32.13330.2018;

$F$  – расчетная площадь стока, га

$t_r$  – расчетная продолжительность дождя, мин, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка, определяется в соответствии с п. 7.4.5 СП 32.13330.2018

$$A = q_{20} * 20^n * \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma, \text{ где}$$

$q_{20}$  – интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин при  $P=1$ , определяется по рисунку А.1 приложение А СП 32.13330.2018;

$n$  - показатель степени, определяется по таблице 8 СП 32.13330.2018;

$m_r$  – среднее количество дождей за год определяется по таблице 8 СП 32.13330.2018;

$P$  – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, годы;

$\gamma$  - показатель степени, определяется по таблице 8 СП 32.13330.2018.

Для Самарской области  $q_{20}$  по приложению А принимает равным **70 л/с** на 1 га.

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

В соответствии с п. 7.4.3 по таблице 9 СП 32.13330.2018 определяем значение **P=1**.

Тогда по таблице 8 СП 32.13330.2018 получаем:

**n=0,71;**

**m<sub>r</sub>=150;**

**γ =1,54,**

$$A = 70 * 20^{0,71} * \left(1 + \frac{\lg 1}{\lg 150}\right)^{1,54} = 587,26.$$

В соответствии с письмом Заказчика №8950/5 от 11.11.2021, общая площадь Автозаводского района равна 29 743 404 м<sup>2</sup>, из которых 3 444 000 м<sup>2</sup> – площадь водосборной территории, с которой стоки поступают в коллектор по бульвару Приморский.

Площадь территории 3 444 000 м<sup>2</sup> делится на:

1 153 740 м<sup>2</sup>=115,37 га – водонепроницаемые поверхности (а/б покрытия, кровли);

2 290 260 м<sup>2</sup>=229,03 га – грунтовые поверхности (спланированные).

Поверхность	Площадь, га	Доля покрытия от общего F, а	Коэффициент покрытия Zi (по табл. 13 и 14 СП 32.13330.2018)	axZi
Водонепрониц. поверхности (а/б дороги, кровли)	115,37	0,335	0,297	0,099
грунтовые поверхности (спланированные)	229,03	0,665	0,064	0,043
<b>ИТОГО Zmid</b>				<b>0,142</b>

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод определяется по формуле  $t_r = t_{con} + t_{can} + t_p$ , где

$t_{con}$  – продолжительность протекания дождевых вод при наличии дождеприемников до уличного коллектора в пределах квартала, мин. В соответствии с п.7.4.6 СП 32.13330.2018 принимаем 5 мин;

$t_{can}$  – то же, по уличным лоткам до дождеприемника, т.к. лотки отсутствуют, то принимаем значение равным 0 мин;

$t_p$  – то же, по трубам до рассчитываемого створа, определяется по формуле 15 СП 32.13330.2018 ( $t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}$ )

В соответствии с расчетной схемой (см. приложение 2) принимаем расчетный участок, который проходит по ул. Спортивная от ул. Маршала Жукова до бульвара Приморский.

Таблица с расчетными участками сети

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изн.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата	116/21 – ИОС 3.1.Т	Лист
							13



№	Диаметр, мм	Длина, м	Уклон i	Скорость, м/с (при полном сечении)
1	1000	1800	0,001	0,9
2	1500	1833	0,0008	1,06

$$t_p = 0,017 * \left( \frac{1800}{0,9} + \frac{1833}{1,06} \right) = 63 \text{ мин}$$

$$t_r = 5 + 0 + 63 = 68 \text{ мин}$$

$$Q_r = \frac{0,142 * 587,26^{1,2} * 344,40}{68^{1,2 * 0,71 - 0,1}} = 4287,13 \text{ л/с}$$

Согласно проекту ООО "ВТС-П" "Проектирование и реконструкция набережной Автозаводского района городского округа Тольятти" (43/2021-ТКР1) в существующую сеть ливневой канализации планируется сбрасывать поверхностные стоки из проектируемых резервуаров. Производительность насосов, согласно проекту ООО "ВТС-П" составляют:

НС (1 этап) = 16,042 л/с;

НС (2 этап) = 26,6 л/с.

Учитывая расходы от НС получаем:

$$Q_r = 4287,13 + 16,042 + 26,6 = 4329,77 \text{ л/с}$$

## 5.2 Расчет расходов дождевых, талых и дренажных вод в коллекторе дождевой канализации на пересечении ул. Свердлова и Московского проспекта

Определяем  $Q_r$ .

$$Q_r = \frac{z_{mid} * A^{1,2} * F}{t_r^{1,2 * n - 0,1}}$$

Значение А равно как в вышеуказанном расчете - **587,26**.

В соответствии с письмом Заказчика №8950/5 от 11.11.2021, общая площадь Автозаводского района равна 29 743 404 м<sup>2</sup>, из которых 3 444 000 м<sup>2</sup> – площадь водосборной территории, с которой стоки поступают в коллектор по бульвару Приморский. Площадь стока с оставшейся территории Автозаводского района равна 29743404-3444000= 26299404 м<sup>2</sup>, из которой:

8410752 м<sup>2</sup> = 841,08 га – водонепроницаемые поверхности (а/б покрытия, кровли);

17888652 м<sup>2</sup> = 1788,87 га – грунтовые поверхности (спланированные).

Изм.	Копуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

Поверхность	Площадь, га	Доля покрытия от общего F, а	Коэффициент покрытия Zi (по табл. 13 и 14 СП 32.13330.2018)	axZi
Водонепрониц. Повер-ти (а/б дороги, кровли)	841,08	0,320	0,297	0,095
грунтовые поверхности (спланированные)	1788,87	0,680	0,064	0,044
<b>ИТОГО Zmid</b>				<b>0,139</b>

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод определяется по формуле  $t_r = t_{con} + t_{can} + t_p$ , где

$t_{con}$  – продолжительность протекания дождевых вод при наличии дождеприемников до уличного коллектора в пределах квартала, мин. В соответствии с п.7.4.6 СП 32.13330.2018 принимаем 5 мин;

$t_{can}$  – то же, по уличным лоткам до дождеприемника, т.к. лотки отсутствуют, то принимаем значение равным 0 мин;

$t_p$  – то же, по трубам до рассчитываемого створа, определяется по формуле 15 СП 32.13330.2018 ( $t_p = 0,017 \sum \frac{L_p}{v_p}$ ).

В соответствии с расчетной схемой (см. приложение 2) принимаем расчетный участок, который проходит по Южному шоссе от пересечения улиц Южное шоссе/Хрящевское шоссе, далее по улицам Офицерская, Дзержинского, затем по Московскому проспекту до ул. Свердлова.

Таблица с расчетными участками сети

Определяем $t_p$ , мин				
№	Диаметр, мм	Длина, м	Уклон i	Скорость, м/с (при полном сечении)
1	1000	1700	0,001	0,9
2	1200	3400	0,0008	0,92
3	1500	3600	0,0008	1,06

$$t_p = 0,017 * \left( \frac{1700}{0,9} + \frac{3400}{0,92} + \frac{3600}{1,06} \right) = 153 \text{ мин}$$

$$t_r = 5 + 0 + 153 = 158, \text{ мин}$$

$$Q_r = \frac{0,139 * 587,26^{1,2} * 2629,94}{158^{1,2 * 0,71 - 0,1}} = 17034,32 \text{ л/с}$$

Изм.	Копуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

Получаем, что расход воды в коллекторе дождевой канализации на пересечении ул. Свердлова и Московского проспекта после врезки напорной линии от проектируемой насосной станции равен сумме расчетного расхода ливневой канализации в коллекторе до точки врезки и производительности проектируемой насосной станции  $17034,32+2790,65=19824,97$  л/с.

### 5.3 Сведения пропускной способности линейного объекта

Диаметры и размеры проектируемых трубопроводов и каналов приняты в соответствии с расчетами.

#### **Расчет пропускной способности проектируемого коллектора 4200x3200(h).**

В соответствии с п. 5.4.6 СП 32.13330.2018 расчетное наполнение канала прямоугольного поперечного сечения принимается не более 0,75 от высоты:

$$h=0.75 \times 3,2=2,4 \text{ м};$$

$$\text{Наполнение канала: } a=h/b=2,4/4,2=0,5714$$

$$\text{Площадь живого сечения: } \omega=b \cdot h=4,2 \times 2,4=10,08 \text{ м}^2$$

$$\text{Смоченный периметр: } X=b+2 \cdot h=4,2+2 \times 2,4=9,0 \text{ м}$$

$$\text{Гидравлический радиус: } R=\omega/X=10,08/9,0=1,12 \text{ м}$$

$$\text{Принимаем гидравлический уклон: } i=0.0008$$

Скорость движения стоков:

$$v=71.4 \cdot R^{0.666-0.014VR} \cdot Vi=71.4 \cdot 1,12^{0.666-0.014V1,12} \cdot V0,0008=2,17 \text{ м/с, что}$$

соответствует требованиям таблицы 4 СП 32.13330.2018 наибольшая скорость движения дождевых сточных вод в каналах 4м/с.

Расход стоков:

$$q=71.4 \cdot \omega \cdot R^{0.666-0.014VR} \cdot Vi=71,4 \cdot 10,08 \cdot 1,12^{0.666-0.014V1,12} \cdot V0,0008=21915,62 \text{ л/с.}$$

Из расчета видно, что канал размером 4200x3200мм (h) при  $i=0.0008$ ,  $v=2,17$  м/с пропускает расход 21915,62 л/с.

Вывод: канал размером 4200x3200мм(h) пропускает требуемый расход дождевой канализации 17034,32 л/с при  $i=0.0008$  и  $v=2,17$  м/с.

Проектом предусмотрено увеличение сечения проектируемого канала в кам.14 после врезки напорной линии  $2\text{Ø}1000$ мм с расходом 2790,65 л/с. Расчет производительности насосной станции смотри п.14.2 раздела 116/21-ИОС7.2. Размер коллектора после камеры 14 запроектирован 4200x3600(h)мм. Суммарный расход будет составлять  $17034,32+2790,65=19824,97$  л/с.

#### **Расчет пропускной способности проектируемого коллектора 4200x3600(h)мм.**

В соответствии с п. 5.4.6 СП 32.13330.2018 расчетное наполнение канала прямоугольного поперечного сечения принимается не более 0,75 от высоты:

$$h=0.75 \times 3,6=2,7 \text{ м};$$

$$\text{Наполнение канала: } a=h/b=2,7/4,2=0,6428$$

$$\text{Площадь живого сечения: } \omega=b \cdot h=4,2 \times 2,7=11,34 \text{ м}^2$$

$$\text{Смоченный периметр: } X=b+2 \cdot h=4,2+2 \times 2,7=9,6 \text{ м}$$

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

Гидравлический радиус:  $R=\omega/X=11,34/9,6=1,181$  м

Принимаем гидравлический уклон:  $i=0.0008$

Скорость движения стоков:

$u=71.4 \cdot R^{0.666-0.014VR} \cdot Vi=71.4 \cdot 1,181^{0.666-0.014V1,181} \cdot V0,0008=2,25$  м/с, что соответствует требованиям таблицы 4 СП 32.13330.2018 наибольшая скорость движения дождевых сточных вод в каналах 4м/с.

Расход стоков:

$q=71.4 \cdot \omega \cdot R^{0.666-0.014VR} \cdot Vi=71,4 \cdot 11,34 \cdot 1,181^{0.666-0.014V1,181} \cdot V0,0008=25523,2$  л/с.

Из расчета видно, что канал размером 4200x3600мм (h) при  $i=0.0008$ ,  $u=2,25$ м/с пропускает расход 25523,2 л/с.

Вывод: канал размером 4200x3600мм(h) пропускает требуемый расход дождевой канализации 19824,97 л/с при  $i=0.0008$  и  $u=2,25$ м/с.

### **Расчет сети дождевых сточных вод K2H**

Принимаем диаметр напорных трубопроводов 2DN1000мм, исходя из производительности насосной станции  $Q_{нас}=2790,65$ л/с, расход по одной трубе будет  $q=2790/2=1395,325$  л/с, по таблице Шевелева  $V=2,29$ м/с, что соответствует требованиям СП 31.13330.2021 таблица 25.

Проверим диаметр напорных трубопроводов DN1000мм на случай аварии. При аварийном режиме расход по одной трубе будет составлять 70% от производительности насосной станции  $q_{авар}=2790,65 \cdot 0,7=1953,455$ л/с, по таблице Шевелева  $V=2,49$ м/с, что соответствует требованиям СП 31.13330.2021 таблица 25.

**Расчет сети дождевых сточных вод K2**, запроектированной из стеклокомпозитных труб от кам.1 до резервуара с погружными насосами.

Расход поверхностных сточных вод, отводимых по существующему коллектору DN1500мм по ул. Спортивная составляет  $Q_r=4329,77$  л/с. Расчет смотри п.5.1 данного раздела.

При данном расходе и наполнении для стеклокомпозитных труб  $h/d=1$ ,  $i=0,0031$ ,  $V=2,84$ м/с. Согласно таблице Лукиных, принимаем DN =1400мм.

В связи с большой глубиной заложения трубопровода был произведен расчет прочности и устойчивости стеклокомпозитной трубы (приложение 4) и трубы полиэтиленовой спиральной (приложение 5). Согласно расчету прочности и устойчивости трубы DN 1400 при соблюдений требований обратной засыпки траншеи и руководства по монтажу, для выбранных условий прокладки подходит стеклокомпозитная труба.

Стеклокомпозитная труба поставляется с установленной в заводских условиях стеклокомпозитной муфтой на одном конце трубы. Муфты комплектуются уплотнителями специального профиля и эластомера и центральным упорным кольцом, контактирующих с поверхностью трубы, подготовленной для муфтового соединения.

### **Расчет сети дождевых сточных вод K2.1**

Согласно п.12.11 СП 31.13330.2021 переливное устройство рассчитано на расход, равный разности максимальной подачи и минимального отбора воды. За максимальную подачу воды принят расчетный расход  $Q_{cal}=4329,77$  л/с, за

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

минимальный отбор принята производительность одного насоса  $Q_{\text{нас}}=930\text{л/с}$ .

$$Q_{\text{перел}} = Q_{\text{сал}} - Q_{\text{нас}} = 4329,77 \text{ л/с} - 930\text{л/с} = 3399,77\text{л/с}$$

При этом расходе и наполнении для стеклокомпозитных труб  $h/d=1$ ,  $i=0,0045$ ,  $V=3,16 \text{ м/с}$ . Согласно таблице Лукиных, принимаем диаметр переливной трубы резервуара с погружными насосами (поз. 1 по 116/21-ПЗУ2)  $DN = 1200\text{мм}$ .

#### **Расчет сети дождевых сточных вод К2 от кам.9 до кам.14**

Расход по одной трубе равен половине расхода от напорного коллектора  $2790,65/2=1395,33\text{л/с}$ . По таблице Лукиных  $DN 1000\text{мм}$  при данном расходе и наполнении  $h/d=1$ ,  $i=0,0015$ ,  $V=1,7 \text{ м/с}$ , что соответствует п.5.4.2 СП 32.13330.2018.

#### **6. Решения по сбору и отводу дренажных вод.**

Решения по сбору и отводу дренажных сточных вод в данном разделе не разрабатываются.

#### **7. Техничко-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства.**

		<b>Наименование</b>	<b>Ед. изм.</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Прим.</b>
<b>Проектируемые трубы</b>					
		Трубопровод К2Н Ø800x47,4мм из труб ПЭ 100 SDR 17 по ГОСТ 18599-2001	м	17,5	
		Трубопровод К2Н Ø820x10,0мм из труб стальных электросварных прямошовных по ГОСТ 10704-91	м	9,25	
		Трубопровод К2Н Ø1020x12,0мм из труб стальных электросварных прямошовных по ГОСТ 10704-91	м	38,45	
		Трубопровод К2Н Ø1000x59,3мм из труб ПЭ 100 SDR 17 по ГОСТ 18599-2001	м	9135,59	
		Трубопровод К2 Ø1000x90,8мм (от кам.9 до кам.14) из труб ПЭ 100 SDR 11 "техническая" по ГОСТ 18599-2001	м	21,02	
		Трубопровод К2 DN1400мм из стеклокомпозитных труб GRP "НТТ" СК/НПС-К	м	519,25	
		Трубопровод К2.1 (перелив) DN1200мм из стеклокомпозитных труб GRP "НТТ" СК/НПС-К	м	4,5	
		Трубопровод К2.1Н (барботаж) Ø63x3,8мм из труб ПЭ 100 SDR 17 по ГОСТ 18599-2001	м	24,85	
		Трубопровод К2Н (выпуск в МК) Ø355x21,1мм из труб ПЭ 100 SDR 17 по ГОСТ 18599-2001	м	11,91	
		Трубопровод К2Н (выпуск в МК) Ø255x13,4мм из труб ПЭ 100 SDR 17 по ГОСТ 18599-2001	м	11,72	
		Трубопровод К2Н (выпуск в МК) Ø160x9,5мм из труб ПЭ 100 SDR 17 по ГОСТ 18599-2001	м	8,24	
		Ж/б коллектор прямоугольного сечения 4,2x3,2	м	13,58	Проектные решения смотри в разделе КР

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата	Взам. инв. №	
Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата	Инва. № подл.	

Ж/б коллектор прямоугольного сечения 4,2х3,6

м

701,93

Проектные решения  
смотри в разделе  
КР

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч	Лист	Недокум	Подпись	Дата

116/21 – ИОС 3.1.Т

Лист

19

**АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ТОЛЬЯТТИ**

**Департамент дорожного хозяйства и транспорта**  
445020, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 33. Телефон: (8482) 54-42-62,  
e-mail: aliv@tgi.ru

25.03.2022 № 15248-04/2.2-2

На 13275-вн/5.1 от 16.03.2022г.  
О направлении информации

Руководителю департамента  
градостроительной деятельности

Квасову И.Н.

Уважаемый Игорь Николаевич!

Для выполнения проектных и изыскательных работ на строительство объекта «Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с проводящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением» согласно МК от 23.03.2021г №0142200001321012485\_77955 ООО «Базис» направляю следующие условия:

1. Направить на согласование проект технической документации по указанным работам в адрес департамента дорожного хозяйства и транспорта.
2. Производство земляных работ оформить согласно нормативным актам законодательства РФ.
3. Перед началом производства земляных работ разработать и согласовать с ОГИБДД У МВД России по г. Тольятти временную схему организации дорожного движения и ограждения места производства работ на время строительства.
4. Обеспечить выполнение мероприятий согласно рассмотренной ОГИБДД У МВД России по г. Тольятти схеме.
5. Осуществить благоустройство прилегающей к автодороге территории, в соответствии со актуализированной редакцией СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги», СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», Решением Думы г.о. Тольятти от 04.07.2018 г. №1789 «О правилах благоустройства территории городского округа Тольятти».
6. Земляные работы выполнить без вскрытия асфальтобетонного покрытия магистральных дорог по ул. Спортивная, Приморский б-р, Московский пр-т.

7. При работе в полосе отвода автомобильной дороги переходы примыканий выполнить методом горизонтально-направленного бурения.

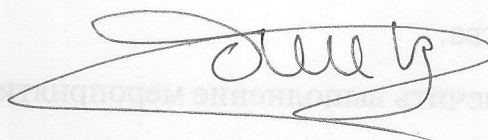
8. В случае выявления в течение трех лет просадки грунта, провалов и трещин в асфальтовом покрытии, проседания дорожных и тротуарных бордюров, отсутствие травяного покрова на газоне, организация, получавшая разрешение на выполнение земляных работ на данной территории, обязана устранить выявленные недостатки за свой счет.

9. Предоставить в адрес департамента дорожного хозяйства и транспорта копии согласованных с ОГИБДД У МВД России по г. Тольятти схем организации дорожного движения.

10. При необходимости демонтажа или повреждения пешеходных ограждений и технических средств организации дорожного движения, павильонов, остановочных и посадочных площадок остановок общественного транспорта обеспечить их сохранность и восстановление после окончания земляных работ.

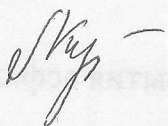
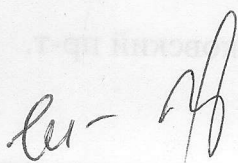
11. После окончания работ вызвать представителя Департамента дорожного хозяйства и транспорта для освидетельствования сохранности элементов дороги.

Руководителя управление  
дорожного хозяйства



Е.А. Фокеев

Колмыкова Н.В. 54 36 53







**АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ТОЛЬЯТТИ**

пл. Свободы, 4, г. Тольятти, ГСП, Самарская область, 445011  
тел.: (8482) 543-744, 543-266, факс: (8482) 543-666, 544-219, e-mail: tgl@tgl.ru, http://тольятти.рф

*И.И. Роди*, № *8950/5*

На № 636 от 08.11.2021

572 от 14.10.2021

534 от 21.09.2021

Главному инженеру  
ООО «Базис»

А.В. Иванову

ул. Просека 5-я, д. 95А, ком.10,24,  
г. Самара, 443124  
[bazis.sam@mail.ru](mailto:bazis.sam@mail.ru)

Уважаемый Андрей Валентинович!

Рассмотрев запрос от 08.11.2021 о предоставлении информации для проведения проектных и изыскательских работ по объекту «Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с подводящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением», в дополнение к ранее направленным ответам на Ваши запросы от 21.09.2021 и 14.10.2021, сообщая, что площадь Автозаводского района составляет ориентировочно 29 743 404 кв. м, в том числе:


- 26 299 404 кв. м площадь водосбора городского коллектора по ул. Свердлова (8 410 752 кв. м – водонепроницаемые поверхности (кровли и асфальтобетонные покрытия); 17 888 652 кв. м – грунтовые поверхности (спланированные));


- 3 444 000 кв. м площадь водосбора коллектора по бульвару Приморский (1 153 740 кв. м – водонепроницаемые поверхности (кровли и асфальтобетонные покрытия); 2 290 260 кв. м – грунтовые поверхности (спланированные)).

Дополнительно сообщая, что в целях предоставления в Ваш адрес информации согласно запросам по данному объекту, администрацией городского округа Тольятти были направлены соответствующие запросы в ООО «АВК» и АО «ТЕВИС».

Заместитель главы городского округа

О.В. Захаров

 <p style="text-align: center;"><b>ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «НОВЫЕ ТРУБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»</b> 141320 РФ Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, г. Пересвет, шоссе Москва-Архангельск, промзона, «Завод композитных материалов», дом 1, а/я 50. E-mail: info@ntt.su, тел/факс: +7(499) 940-14-04</p>				
Расчет прочности и устойчивости стеклокомпозитной трубы DN 1400 / PN 0,1 / SN 10000.			ОЛ-502	
Глубина заложения до верха трубы - 8,6 м, Грунтовые воды отсутствуют. Транспортная нагрузка - Н11, максимальная плотность грунта - 20,4 кН/м <sup>3</sup> .				
<b>Заказчик: ООО "РГК"</b>				
<b>Объект: Строительство очистных сооружений для сбора с селитебных территорий в автозаводском районе Тольятти</b>				
Исходные данные	Обозначение	Значение		Ед.измерения
Номинальная жесткость	SN	10000		Па
Номинальное давление	PN	0,1		МПа
Номинальный диаметр	DN	1400		мм
Удельный вес грунта	$\gamma_{гр}$	Г-Задание	20,4	кН/м <sup>3</sup>
Высота от низа (лотка) трубы до отметки земли	H	10		м
Высота грунт.вод над уровнем трубы	H <sub>гв</sub>			м
Глубина заложения до оси трубы	H <sub>гр2</sub>	9,28		м
Транспортная нагрузка	G	Н11	198,0	кН
<b>Коэффициенты</b>				
Коэффициент, учитывающий качество уплотнения постели грунта			K <sub>σ</sub>	1
Коэффициент, учитывающий запаздывание овализации сечения трубы во времени			K <sub>t</sub>	1,25
Коэффициент уплотнения грунта			K <sub>y</sub>	0,95
Коэффициент прогиба			K <sub>w</sub>	0,11
Коэффициент, учитывающий влияние кольцевой жёсткости на овализацию трубы			K <sub>ж</sub>	0,15
Коэффициент, учитывающий влияние грунта засыпки на овализацию трубы			K <sub>гр</sub>	0,06
Коэффициент запаса на овальность поперечного сечения трубы			K <sub>зψ</sub>	1
Коэффициент запаса на устойчивость оболочки к действию внешних нагрузок			K <sub>зy</sub>	3
Коэффициент, учит-ий процесс округл-я овал-нной трубы под действием вн. давления			K <sub>ок</sub>	1
Коэффициент запаса			K <sub>з</sub>	1,5
Коэффициент, учитывающий глубину заложения трубопровода			n	1
Коэффициент, учитывающий влияние засыпки грунта на устойчивость оболочки			K <sub>yг</sub>	0,5
<b>Расчет деформаций трубы</b>				
Определяем нагрузку от грунта (kз=1,3 табл.6.4. СП35.13330.2011):				
$q_{гр} = \gamma_{гр} \cdot H_{гр}$		$q_{гр} =$	0,246 МПа	
Определяем нагрузку от грунтовых вод:				
$q_{гв} = \gamma_{гв} \cdot H_{гв}$		$q_{гв} =$	0,000 МПа	
Определяем нагрузку от транспорта (kз=1,1 согл. п. А 1.1 ГОСТ 32960-2014)				
Расчёт производится согласно исходным данным		$q_{т} =$	0,002 МПа	
Определяем общую грунтовую нагрузку:				
$q_c = q_{гр} + q_{т} + q_{гв}$		$q_c =$	0,248 МПа	
Кратковременная кольцевая жесткость оболочки трубы:				
$G_0 = 53,7 \cdot \frac{E_0 \cdot s^3 / 12}{(1 - \mu^2) \cdot (D - s)^3}$		$G_0 =$	0,567 МПа	
Определяем относительное укорочение вертикального диаметра трубы под действием грунтовой нагрузки				
$\psi_{гр} = \frac{K_{ок} \cdot K_{т} \cdot K_w \cdot q_{гр}}{K_{ж} \cdot G_0 + K_{гр} \cdot E_{гр}}$		$\psi_{гр} =$	0,032 3,24%	
Определяем укорочение вертикального диаметра трубы под действием транспортной нагрузки:				
$\psi_{т} = \frac{K_{ок} \cdot K_y \cdot q_{т}}{K_{ж} \cdot G_0 + K_{гр} \cdot E_{гр} \cdot n}$		$\psi_{т} =$	0,001 0,14%	
Определяем относительное укорочение вертикального диаметра трубы:				
$\psi = \psi_{гр} + \psi_{т} + \psi_{м}$		$\psi =$	0,034 3,38%	

 НОВЫЕ ТРУБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «НОВЫЕ ТРУБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» 141320 РФ Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, г. Пересвет, шоссе Москва-Архангельск, промзона, «Завод композитных материалов», дом 1, а/я 50. E-mail: info@ntt.su, тел/факс: +7(499) 940-14-04	
Расчет прочности и устойчивости стеклокомпозитной трубы DN 1400 / PN 0,1 / SN 10000.		
<u>Расчет прочности трубы</u>		
Определяем максимальное значение степени растяжения материала в стенке трубы из-за овальности поперечного сечения трубопровода под действием нагрузок:		
$\varepsilon_p = 4,27 \cdot K_\sigma \cdot \frac{s}{D_n} \cdot \Psi \cdot K_{3\Psi}$	$\varepsilon_p = 0,003 \quad 0,27\%$	
Определяем степень сжатия материала стенки трубы, происходящего под действием внешних нагрузок на трубопровод:		
$\varepsilon_c = \frac{q_c \cdot D_n}{2E_0 \cdot s}$	$\varepsilon_c = 0,000 \quad 0,04\%$	
Определяем допустимую степень растяжения материала в стенке трубы, происходящего в условиях релаксации:		
$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_\tau \cdot K_3}$	$\varepsilon_{pp} = 0,010 \quad 1,05\%$	
Определяем допустимую степень растяжения материала в стенке трубы, происходящего в условиях ползучести:		
$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_0}{E_0 \cdot K_3}$	$\varepsilon_{pn} = 0,007 \quad 0,73\%$	
Проверка прочности для самотечных трубопроводов:		
$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon - \varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0$	$0,304 < 1,00$	
Принятые данные по грунту засыпки и его уплотнения удовлетворяют прочностным требованиям для данного трубопровода		
<u>Проверка устойчивости трубы</u>		
Определение длительной кольцевой жесткости:		
$G_\tau = \frac{4,475 \cdot E_\tau}{(1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{s}{D - s}\right)^3$	$G_\tau = 0,397 \quad \text{МПа}$	
Проверка устойчивости оболочки трубы против действия сочетания нагрузок:		
$\frac{K_{yг} \cdot K_{об} \cdot \sqrt{n} \cdot E_{гп} \cdot G_\tau}{K_{3y}} \geq q_c$	$0,410 > 0,248$	
Принятые данные по грунту засыпки и его уплотнения удовлетворяют требованиям по устойчивости данного трубопровода		
<p>Вывод: Согласно расчету прочности и устойчивости трубы DN 1400 / PN 0,1 / SN 10000 определено: при соблюдений требований обратной засыпки траншеи и руководства по монтажу ООО НТТ, труба подходит для выбранных условий прокладки с учетом исходных данных.</p>		
Расчет произведен согласно СП 35.13330.2011, СП 40-102-2000, ГОСТ Р 52748—2007, ГОСТ 32960-2014, ГОСТ 52748-2007		
Разработал: _____	( Е. С. Сулиманов )	Дата: 04.04.2022
2 из 2		

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

## Содержание

<b>1. Расчёт по ATV-DVWK-A 127 3 ред.: SN16 глубина засыпки 6,6</b>	<b>4</b>
1.1. Ввод данных:	4
1.1.1. Показатели запаса прочности	4
1.1.2. Грунт	4
1.1.3. Нагрузка	4
1.1.4. Прокладка	4
1.1.5. Труба с определённой жёсткостью	5
1.2. Результаты:	6
1.2.1. Промежуточные результаты трубы	6
1.2.1.1. Свойства материала	6
1.2.1.2. Запасы прочности	6
1.2.1.3. Минимальная ширина траншеи в соотв. с DIN 1610	6
1.2.2. Промежуточные результаты для комбинации нагрузок	7
1.2.2.1. Теория Силоса	7
1.2.2.2. Нагрузка	7
1.2.2.3. Модуль деформации грунта	7
1.2.2.4. Значения жесткости грунта	7
1.2.2.5. Угол опирания, эффективная относительная проекция и угол трения	8
1.2.2.6. Значения характеристик материала трубы и кольцевая жёсткость	8
1.2.2.7. Соотношение жесткости	8
1.2.2.8. Коэффициенты	9
1.2.2.9. Коэффициент концентрации $\lambda R$ и $\lambda B$	9
1.2.2.10. Распределение давления по окружности трубы	10
1.2.3. Силы резания	10
1.2.3.1. Силы резания (поперечные) , Краткосрочное	10
1.2.3.2. Силы резания (поперечные) , Долгосрочное	11
1.2.4. Доказательство краткосрочных нагрузок	12
1.2.4.1. Доказательство растяжения	12
1.2.4.2. Доказательство деформации	14
1.2.4.3. Доказательство устойчивости (линейное)	14
1.2.4.4. Нелинейное доказательство стабильности	15
1.2.5. Доказательство долгосрочных нагрузок	15
1.2.5.1. Доказательство растяжения	15
1.2.5.2. Доказательство деформации	17
1.2.5.3. Доказательство устойчивости (линейное)	17
1.2.5.4. Нелинейное доказательство стабильности	18
<b>2. Расчёт по ATV-DVWK-A 127 3 ред.: SN16 глубина засыпки 7,6</b>	<b>19</b>
2.1. Ввод данных:	19
2.1.1. Показатели запаса прочности	19
2.1.2. Грунт	19
2.1.3. Нагрузка	19
2.1.4. Прокладка	19

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

---

2.1.5. Труба с определённой жёсткостью	20
2.2. Результаты:	21
2.2.1. Промежуточные результаты трубы	21
2.2.1.1. Свойства материала	21
2.2.1.2. Запасы прочности	21
2.2.1.3. Минимальная ширина траншеи в соотв. с DIN 16'10	21
2.2.2. Промежуточные результаты для комбинации нагрузок	22
2.2.2.1. Теория Силоса	22
2.2.2.2. Нагрузка	22
2.2.2.3. Модуль деформации грунта	22
2.2.2.4. Значения жесткости грунта	22
2.2.2.5. Угол опирания, эффективная относительная проекция и угол трения	23
2.2.2.6. Значения характеристик материала трубы и кольцевая жёсткость	23
2.2.2.7. Соотношение жесткости	23
2.2.2.8. Коэффициенты	24
2.2.2.9. Коэффициент концентрации $\lambda R$ и $\lambda B$	24
2.2.2.10. Распределение давления по окружности трубы	25
2.2.3. Силы резания	25
2.2.3.1. Силы резания (поперечные) , Краткосрочное	25
2.2.3.2. Силы резания (поперечные) , Долгосрочное	26
2.2.4. Доказательство краткосрочных нагрузок	27
2.2.4.1. Доказательство растяжения	27
2.2.4.2. Доказательство деформации	29
2.2.4.3. Доказательство устойчивости (линейное)	29
2.2.4.4. Нелинейное доказательство стабильности	30
2.2.5. Доказательство долгосрочных нагрузок	30
2.2.5.1. Доказательство растяжения	30
2.2.5.2. Доказательство деформации	32
2.2.5.3. Доказательство устойчивости (линейное)	32
2.2.5.4. Нелинейное доказательство стабильности	33

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

## 1. Расчёт по ATV-DVWK-A 127 3 ред.: SN16 глубина засыпки 6,6

Название этой части расчетов: SN16 глубина засыпки 6,6  
 Замечания: в футляре под дорогой, тип транспортной нагрузки "Отсутствие транспортной нагрузки"  
 Тип расчета: Номинальная жёсткость  
 Эскиз (Прокладка/Трубопровод) в распечатке: Да

### 1.1. Ввод данных:

#### 1.1.1. Показатели запаса прочности

Класс надежности: A (нормальные условия)  
 Допустимая деформация: 6% (стандарт)  
 Использование внутреннего давления: В соответствии с примечанием 39 ATV-DVWK-A 127  
 Меньший запас прочности на сжатие при изгибе: Нет (ATV-DVWK-A 127)  
 Доказательство надежности при непреимущественной статической нагрузке: Не требуется  
 Доказательство минимальной кольцевой жесткости: Нет

#### 1.1.2. Грунт

E1: Группа (тип) грунта обратной засыпки: G1  
 Расчет E1: Таблица 8 (A127)  
 E20: Группа (тип) грунта в зоне трубы: G1  
 Расчет модуля упругости E20: Таблица 8 (A127)  
 E3: Группа (тип) естественного грунта: G4  
 Расчет E3: Плотность по Проктору  
 Плотность по Проктору E3: D<sub>Pr,E3</sub> 98,0 %  
 E4 = 10 · E1: Нет  
 E4: Группа (тип) грунта под трубой: G4  
 Расчет E4: Плотность по Проктору  
 Плотность по Проктору E4: D<sub>Pr,E4</sub> 98,0 %  
 Применить теории Силоса: Автоматически

#### 1.1.3. Нагрузка

Высота засыпки: h 6,60 m  
 Вес грунта:  $\gamma$  18,0 kN/m<sup>3</sup>  
 Ручной ввод удельной веса грунта с учетом всплываия: Нет  
 Дополнительная поверхностная нагрузка: p<sub>0</sub> 0,0 kN/m<sup>2</sup>  
 Дополнительная поверхностная нагрузка - насыпь, обваловка: Нет  
 Максимальный уровень грунтовых вод над основанием трубы: h<sub>W,max</sub> 0,00 m  
 Минимальный уровень грунтовых вод над основанием трубы: h<sub>W,min</sub> 0,00 m  
 Внутреннее кратковременное давление: P<sub>I,K</sub> 0,00 bar  
 Внутреннее долговременное давление: P<sub>I,L</sub> 0,00 bar  
 Наполнение водой (напр., напорный водопр.): Нет  
 Транспортная нагрузка: Отсутствие транспортных нагрузок  
 Горизонтальная транспортная нагрузка в доказательстве усталости:  $\alpha_{qhT,dyn}$  0,00 %

#### 1.1.4. Прокладка

Способ прокладки: Траншея  
 Ширина траншеи: b 3,00 m  
 Automatic consideration of bedding layer: Да  
 Угол откоса:  $\beta$  90 °  
 Условия засыпки: A3

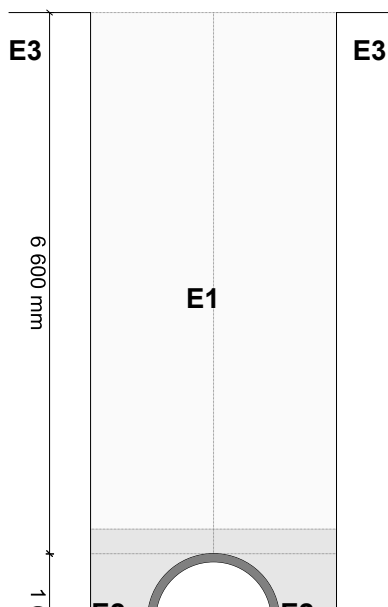
ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

Условия прокладки:	ВЗ		
Учет забивки крепления ниже основания трубы по отчету рабочей группы 1.5.5. по ATV.:	Нет		
Тип прокладки (устройства основания):	Сыпучий		
Угол опирания:	90°		
Рассчитать основание (опирание) автоматически:	Да		
Высота основания:	h <sub>s</sub>	0,20	m

### 1.1.5. Труба с определённой жёсткостью

Выбор трубы из базы данных:	Нет		
Выбор данных:	Da - Di		
Наружный диаметр:	d <sub>a</sub>	1 610	mm
Внутренний диаметр:	d <sub>i</sub>	1 400	mm
Местные деформации:	δ <sub>v,lokal</sub>	0,0	%
Номинальная жёсткость:	SN	16 000	N/m <sup>2</sup>
Номинальное давление:	PN	0,0	bar
Деформация при разрыве в таблице 3 ATV A127:	Да		
Коэффициент ползучести:	f <sub>Kriech</sub>	4,00	[-]
Коэффициент уменьшения от температурного воздействия:	A <sub>1,Temp</sub>	1,00	[-]
Коэффициент уменьшения от агрессивной среды:	A <sub>2,Medium</sub>	1,00	[-]
Коэффициент уменьшения от динамических нагрузок:	A <sub>3,dyn</sub>	1,00	[-]
Удельная масса материала трубы.:	γ <sub>R</sub>	9,00	kN/m <sup>3</sup>
Коэффициент Poisson:	ν	0,30	[-]
Амплитуда с 1·10 <sup>6</sup> тестов, как известно:	Нет		
Амплитуда с 1·10 <sup>8</sup> тестов, как известно:	Нет		

Транспортная нагрузка: Отсутствие транспортных нагрузок





ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

## 1.2. Результаты:

### 1.2.1. Промежуточные результаты трубы

Внутренний диаметр:	$d_i$	1 400,0	mm
Наружный диаметр:	$d_a$	1 610,0	mm
Радиус центральной оси стенки трубы:	$r_m$	752,50	mm
Толщина стенки:	$s$	105,00	mm
Отношение радиуса к толщине стенки:	$r_m/s$	7,167	[-]

$$\alpha_{ki} = 1 + \frac{s}{3 \cdot r_m} \quad \text{A 127 (8.14a)}$$

Корректирующий коэффициент внутренней кривизны:	$\alpha_{ki}$	1,047	[-]
---	---------------	-------	-----

$$\alpha_{ka} = 1 - \frac{s}{3 \cdot r_m} \quad \text{A 127 (8.14b)}$$

Корректирующий коэффициент наруж. кривизны:	$\alpha_{ka}$	0,953	[-]
---	---------------	-------	-----

Локальная предвар. деформация:	$\delta_{vi}$	0,00	%
Предвар. деформация (овализация перед загрузкой):	$\delta_{vg}$	1,00	%

Радиальная поверхность профиля:	$A_{rad}$	105,00	mm <sup>2</sup> /mm
Плечо инерции:	$e$	52,50	mm
Момент инерции:	$I$	96 468,75	mm <sup>4</sup> /mm
Наружный момент сопротивления:	$W_a$	1 837,50	mm <sup>3</sup> /mm
Внутренний момент сопротивления:	$W_i$	1 837,50	mm <sup>3</sup> /mm
Плечо силы внешнего армирования:	$k_Q$	1,2	[-]

#### 1.2.1.1. Свойства материала

		краткосрочно	долгосрочно	
		сть	ть	
Удельный вес материала трубы	$\gamma_R$	9,0	9,0	kN/m <sup>3</sup>
Коэффициент Poisson	$\nu$	0,30	0,30	[-]
Расчитанная величина модуля упругости	$E_R$	565,4	141,3	N/mm <sup>2</sup>

#### 1.2.1.2. Запасы прочности

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждение посредством разрыва	$\text{erf } \gamma_{RBZ}$	2,00	2,00	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждения посредством сжатия	$\text{erf } \gamma_{RBD}$	2,00	2,00	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости	$\text{erf } \gamma_{stab}$	2,00	2,00	[-]

#### 1.2.1.3. Минимальная ширина траншеи в соотв. с DIN 1610

Минимальная ширина в соответствии с таблицей 1:	$\text{min}_{b,T1}$	2,61	m
Минимальная ширина в соответствии с таблицей 2:	$\text{min}_{b,T2}$	1,00	m

Minimum clear width at trench sole level (without shuttering):	$\text{min}_{b,G}$	2,61	m
--	--------------------	------	---

$$\text{min}_{b,R} = d_a + x + 2 \cdot \frac{d_a + 100 + 1/10 \cdot d_a}{\tan \beta}$$

Required width at pipe crown level (without shuttering):	$\text{min}_{b,R}$	2,61	m
Ширина траншеи:	$b$	3,00	m

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

Trench width according DIN 1610 is the clearance width at trench bottom level. Thickness of trench lining must be added, so the minimum trench width  $b$  = minimum clearance trench width + 2x thickness of trench lining. In case of sloped trench walls, an additional  $\Delta b$  must be considered, which is 2x (thickness of bedding layer + vertical outer diameter) /  $\tan \beta$ . The required trench width at pipe crown level given here already includes  $\Delta b$ .  
 Ширина траншеи соответствует стандарту DIN 1610

## 1.2.2. Промежуточные результаты для комбинации нагрузок

### 1.2.2.1. Теория Силоса

Коэффициент нагрузки грунта для нагрузки траншеи (Теория Силоса):  $\kappa$  1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}} \quad (5.04)$$

Коэффициент нагрузки грунта  $\kappa_0$  для поверхностной нагрузки (Теория Силоса):  $\kappa_0$  1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}} \quad (5.05)$$

### 1.2.2.2. Нагрузка

Уровень грунтовых вод над верхней точкой трубы:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Вертикальное давление грунта от самого грунта:	$P_{Erd}$	118,80	kN/m <sup>2</sup>
Вертикальное напряжение грунта от самого грунта и поверхностной нагрузки:	$P_E$	118,80	kN/m <sup>2</sup>
Напряжения от транспортных нагрузок:	$P_V$	0,00	kN/m <sup>2</sup>
Включая ударный фактор:	$\phi$	0,00	[-]

### 1.2.2.3. Модуль деформации грунта

Модуль упругости засыпки под нагрузкой:  $E_{1,\sigma}$  6,00 N/mm<sup>2</sup>

Модуль упругости основания под нагрузкой:	$E_{20,\sigma}$	6,00	N/mm <sup>2</sup>
Коэффициент уменьшения для ползучести:	$f_1$	1,000	[-]
Коэффициент уменьшения $E_{20}$ (грунтовые воды):	$f_2$	1,000	[-]
Коэффициент уменьшения $E_{20}$ (узкая траншея):	$\alpha_B$	0,288	[-]
Модуль упругости основания (уменьшен.):	$E_{2,\sigma}$	1,73	N/mm <sup>2</sup>

$$E_3 = \frac{40}{4} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr,E3})} \quad 3.01$$

Модуль упругости:  $E_3$  6,87 N/mm<sup>2</sup>  
 Модуль упругости естественного грунта:  $E_{3,\sigma}$  6,87 N/mm<sup>2</sup>

$$E_4 = \frac{40}{4} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr,E4})} \quad 3.01$$

Модуль упругости:  $E_4$  6,87 N/mm<sup>2</sup>  
 Модуль упругости грунта под трубой:  $E_{4,\sigma}$  6,87 N/mm<sup>2</sup>

### 1.2.2.4. Значения жесткости грунта

Корректирующий фактор для горизонтальной жесткости основания:  $\zeta$  1,762 [-]

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

$$\zeta = \frac{1,667}{\Delta_f + (1,667 - \Delta_f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \quad (6.17)$$

$$\Delta_f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0,982 + 0,283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1,667 \quad \text{Коррекция (6.18)}$$

Вспомогательное значение горизонтальной жёсткости основания:	$\Delta_f$	0,704	[-]
Горизонтальная жёсткость основания:	$S_{Bh}$	1,825	N/mm <sup>2</sup>
$S_{Bh} = 0,6 \cdot \zeta \cdot E_2$ (6.16)			

Вертикальная жёсткость основания:	$S_{Bv}$	1,727	N/mm <sup>2</sup>
$S_{Bv} = \frac{E_2}{a}$ (6.12)			

#### 1.2.2.5. Угол опирания, эффективная относительная проекция и угол трения

Угол опирания (на основание):	$2\alpha$	90	°
$t_r = r_a - \cos(2\alpha/2) \cdot r_a$			
Высота основания:	$t_r$	0,236	m
Расчитанная относительная проекция:	$a$	1,00	[-]
Повышенная относительная проекция в случае разуплотненного грунта:	$a_S$	1,00	[-]
Эффективная относительная проекция:	$a'$	3,475	[-]
$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0,26$ (6.05)			

Угол внутреннего трения:	$\varphi'$	20,000	°
Угол трения стены траншеи:	$\delta$	0,000	°

	Краткосрочно	Долгосрочное	Долгосрочное	
	e			
	Все нагрузки	Нагрузка грунта	прочее	
		Транспортные нагрузки	Нагрузки	
		грунта		

#### 1.2.2.6. Значения характеристик материала трубы и кольцевая жёсткость

Жёсткость трубы	$S_R$	128 000	32 000	32 000	N/m <sup>2</sup>
$S_0 = \frac{p_e \cdot S_{0L} + p_v \cdot S_{0K}}{p_e + p_v}$ (6.10d)					

$$S_R = 8 \cdot S_0$$

Расчитанная величина критической деформации волокна при растяжении	$\epsilon_R$	3,851	2,311	2,311	%
Расчитанная величина модуля упругости	$E_R$	565,4	141,3	141,3	N/mm <sup>2</sup>

#### 1.2.2.7. Соотношение жесткости

Жёсткость системы	$V_{RB}$	0,0701	0,0175	0,0175	[-]
-------------------	----------	--------	--------	--------	-----

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \quad (6.15)$$

Соотношение жёсткости  $V_S$  1,3680 0,7083 --- [-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \quad (6.08a)$$

Коэффициент для силы реакции основания  $c_v^*$  -0,054 -0,026 --- [-]

#### 1.2.2.8. Коэффициенты

Соотношение давления грунта (основание)  $K_2$  0,400 0,400 --- [-]

Коэффициент для давления сопротивления основания  $K^*$  0,702 1,134 --- [-]

$$K^* = \frac{c'_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Результирующий коэффициент деформации  $c'_{h,qv}$  0,0969 0,0969 --- [-]

Результирующий коэффициент деформации  $c'_{h,qh^*}$  -0,0679 -0,0679 --- [-]

Коэффициент для силы реакции основания  $c_v^*$  -0,054 -0,026 --- [-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

#### 1.2.2.9. Коэффициент концентрации $\lambda_R$ и $\lambda_B$

Максимальный фактор концентрации  $\max \lambda$  1,997 1,997 --- [-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[ \frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} \right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Коэффициент для максимального фактора концентрации  $K'$  0,802 0,709 --- [-]

$$K' = - \frac{c_{v,qh^*} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Соотношение:  $I/(A \cdot \text{m}^2)$  0,00162 [-]

Соотношение  $I/(A \cdot \text{m}^2) \cdot \kappa q'$ :  $I/(A \cdot \text{m}^2) \cdot \kappa Q$  0,00195 [-]

Коэффициент деформации для момента изгиба  $c_v$   $q_v$  -0,0966  $q_h$  0,0833  $q_{h^*}$  0,0640 [-]

Коэффициент деформации для нормального усилия  $c^N_v$  -0,6970 -0,6810 -0,2470 [-]

Коэффициент деформации для поперечных сил  $c^Q_v$  -0,3890 0,3350 0,2430 [-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + \nu) \cdot \kappa Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Результирующий коэффициент деформации  $c'_v$  -0,0997 0,0839 0,0648 [-]

Результирующий коэффициент деформации  $c'_{h,qv}$  0,0969 -0,0861 -0,0679 [-]

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

Фактор концентрации над трубой, начальное значение	$\lambda_R$	1,248	0,966	---	[-]
$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K' \cdot \max \lambda - 1}{3}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K' \cdot \max \lambda - 1}{3}} \quad (6.06a)$					
Фактор концентрации над трубой, эффект траншеи	$\lambda_{RG}$	1,071	0,990	---	[-]
$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$					
Фактор концентрации над трубой, верхний предел	$\lambda_{fo}$	3,010	3,010	---	[-]
Фактор концентрации над трубой, нижний предел	$\lambda_{fu}$	0,519	0,519	---	[-]
Фактор концентрации над трубой, конечное значение	$\lambda_{RG}$	1,071	0,990	---	[-]
Фактор концентрации грунта	$\lambda_B$	0,917	1,011	---	[-]
$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$					

#### 1.2.2.10. Распределение давления по окружности трубы

			Краткосрочно Долгосрочное Долгосрочное			
			е Все нагрузки	Нагрузка грунта Транспортные нагрузки грунта	прочее Нагрузки	
Суммарная вертикальная нагрузка	$q_v$	127,28	117,65	---	kN/m <sup>2</sup>	
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v \quad (6.24)$						
Боковое давление	$q_h$	49,39	53,85	---	kN/m <sup>2</sup>	
$q_h = K_2 \cdot \left( \lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$						
Давление сопротивления основания (нагрузка грунта)	$q^*_h$	58,55	79,17	---	kN/m <sup>2</sup>	
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*} \quad (7.02a)$						
Давление сопротивления основания (наполнение водой)	$q^*_{hw}$	0,00	0,00	---	kN/m <sup>2</sup>	
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*} \quad (7.02b)$						

### 1.2.3. Силы резания

#### 1.2.3.1. Силы резания (поперечные) , Краткосрочное

вершина                      Ось симметрии                      основание

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

Момент от суммарной вертикальной нагрузки	$m_{qv}$ $M_{qv}$	0,274 19,748	-0,279 -20,108	0,314 22,631	[-] kNm/m
Момент бокового давления	$m_{qh}$ $M_{qh}$	-0,250 -6,992	0,250 6,992	-0,250 -6,992	[-] kNm/m
Момент от горизонтального давления сопротивления основания	$m_{qh}^*$ $M_{qh}^*$	-0,181 -6,000	0,208 6,896	-0,181 -6,000	[-] kNm/m
Момент от горизонтального давления сопротивления основания (заполн.водой)	$M_{qw}^*$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Момент от собственного веса	$m_g$ $M_g$	0,419 0,224	-0,485 -0,260	0,642 0,344	[-] kNm/m
Момент от заполнения водой	$m_w$ $M_w$	0,210 0,000	-0,243 0,000	0,321 0,000	[-] kNm/m
Момент из-за давления воды	$m_{pw}$ $M_{pw}$	0,000 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	[-] kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_{qw}^* + M_g + M_w + M_{pw}$					
Сумма моментов	$\Sigma M$	6,980	-6,481	9,982	kNm/m
$\Sigma_{M_{qv,qh,qh^*}} = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^*$					
Сумма моментов от грунта и транспортных нагрузок	$\Sigma_{M_{qv,qh,qh^*}}$	6,756	-6,221	9,639	kNm/m
$\Sigma_{M_{sonst}} = M_{qw}^* + M_g + M_w + M_{pw}$					
Сумма моментов от других нагрузок	$\Sigma_{M_{sonst}}$	0,224	-0,260	0,344	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$					
Сумма моментов без заполн. водой и гидростат. давления	$\Sigma M'$	6,980	-6,481	9,982	kNm/m
Нормальная сила от общей вертик. нагрузки	$n_{pv}$ $N_{qv}$	0,053 5,076	-1,000 -95,777	-0,053 -5,076	[-] kN/m
Нормальная сила бокового давления	$n_{qh}$ $N_{qh}$	-1,000 -37,164	0,000 0,000	-1,000 -37,164	[-] kN/m
Нормальная сила от горизонтального давления сопротивления основания	$n_{qh}^*$ $N_{qh}^*$	-0,577 -25,420	0,000 0,000	-0,577 -25,420	[-] kN/m
Нормальная сила от горизонтального давления сопротивления основания (заполн.водой)	$n_{qh}^*$ $N_{qw}^*$	-0,577 0,000	0,000 0,000	-0,577 0,000	[-] kN/m
Нормальная сила от собственного веса	$n_g$ $N_g$	0,333 0,237	-1,571 -1,117	-0,333 -0,237	[-] kN/m
Нормальная сила от заполнения водой	$n_w$ $N_w$	0,667 0,000	0,215 0,000	1,333 0,000	[-] kN/m
Нормальная сила от давления воды	$N_{pw}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Сумма нормальных сил	$\Sigma N$	-57,271	-96,894	-67,897	kN/m
Общая нормальная сила от грунта и транспортных нагрузок	$\Sigma_{N_{qv,qh,qh^*}}$	-57,508	-95,777	-67,661	kN/m
Общая нормальная сила от других нагрузок	$\Sigma_{N_{sonst}}$	0,237	-1,117	-0,237	kN/m
Сумма без заполнение водой и давления	$\Sigma N'$	-57,271	-96,894	-67,897	kN/m

### 1.2.3.2. Силы резания (поперечные) , Долгосрочное

		вершина	Ось симметрии	основание	
Момент от суммарной вертикальной нагрузки	$m_{qv}$ $M_{qv}$	0,274 18,253	-0,279 -18,587	0,314 20,918	[-] kNm/m
	$m_{qh}$	-0,250	0,250	-0,250	[-]

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

Момент бокового давления	$M_{qh}$	-7,623	7,623	-7,623	kNm/m
	$m_{qh}^*$	-0,181	0,208	-0,181	[-]
Момент от горизонтального давления сопротивления основания	$M^*_{qh}$	-8,114	9,325	-8,114	kNm/m
Момент от горизонтального давления сопротивления основания (заполн.водой)	$M^*_{qw}$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
	$m_g$	0,419	-0,485	0,642	[-]
Момент от собственного веса	$M_g$	0,224	-0,260	0,344	kNm/m
	$m_w$	0,210	-0,243	0,321	[-]
Момент от заполнения водой	$M_w$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
	$m_{pw}$	0,000	0,000	0,000	[-]
Момент из-за давления воды	$M_{pw}$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$					
Сумма моментов	$\Sigma M$	2,740	-1,898	5,524	kNm/m
$\Sigma M_{qv,qh,qh^*} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh}$					
Сумма моментов от грунта и транспортных нагрузок	$\Sigma M_{qv,qh,qh^*}$	2,516	-1,639	5,181	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$					
Сумма моментов от других нагрузок	$\Sigma M_{sonst}$	0,224	-0,260	0,344	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$					
Сумма моментов без заполн. водой и гидростат. давления	$\Sigma M'$	2,740	-1,898	5,524	kNm/m
	$n_{pv}$	0,053	-1,000	-0,053	[-]
Нормальная сила от общей вертик. нагрузки	$N_{qv}$	4,692	-88,530	-4,692	kN/m
	$n_{qh}$	-1,000	0,000	-1,000	[-]
Нормальная сила бокового давления	$N_{qh}$	-40,522	0,000	-40,522	kN/m
	$n_{qh}^*$	-0,577	0,000	-0,577	[-]
Нормальная сила от горизонтального давления сопротивления основания	$N^*_{qh}$	-34,374	0,000	-34,374	kN/m
	$n_{qh}^*$	-0,577	0,000	-0,577	[-]
Нормальная сила от горизонтального давления сопротивления основания (заполн.водой)	$N^*_{qw}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
	$n_g$	0,333	-1,571	-0,333	[-]
Нормальная сила от собственного веса	$N_g$	0,237	-1,117	-0,237	kN/m
	$n_w$	0,667	0,215	1,333	[-]
Нормальная сила от заполнения водой	$N_w$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Нормальная сила от давления воды	$N_{pw}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Сумма нормальных сил	$\Sigma N$	-69,968	-89,647	-79,825	kN/m
Общая нормальная сила от грунта и транспортных нагрузок	$\Sigma N_{qv,qh,qh^*}$	-70,204	-88,530	-79,588	kN/m
Общая нормальная сила от других нагрузок	$\Sigma N_{sonst}$	0,237	-1,117	-0,237	kN/m
Сумма без заполнение водой и давления	$\Sigma N'$	-69,968	-89,647	-79,825	kN/m

#### 1.2.4. Доказательство краткосрочных нагрузок

##### 1.2.4.1. Доказательство растяжения

$$\epsilon_{R,res} = \frac{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| \cdot \bar{\epsilon}_R + |\epsilon_{sonst}| \cdot \epsilon_{R,L}}{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| + |\epsilon_{sonst}|} \quad (9.01d)$$

Корректирующий коэффициент внутренней кривизны:  $\alpha_{ki}$  1,047 [-]





ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

Коэффициент надежности на растяжение при изгибе:	$\gamma_{BZ}$	---	8,924	---	[-]
Коэффициент надежности на сдвливание при изгибе:	$\gamma_{BD}$	5,225	---	3,737	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждение посредством разрыва:	$ef \gamma_{RBZ}$			2,00	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждения посредством сжатия:	$ef \gamma_{RBD}$			2,00	[-]

Все рассчитанные коэффициенты надежности доказательства растяжения достаточны.

#### 1.2.4.2. Доказательство деформации

Режим расчета:	линейный	
Соотношение:	$I/(A \cdot r_m^2)$	0,00162 [-]
Соотношение $I/(A \cdot r_m^2) \cdot k_Q$ :	$I/(A \cdot r_m^2) \cdot k_Q$	0,00195 [-]

		$q_v$	$q_h$	$q_h^*$	
Коэффициент деформации для момента изгиба	$c_v$	-0,0966	0,0833	0,0640	[-]
Коэффициент деформации для нормального усилия	$c_v^N$	-0,6970	-0,6810	-0,2470	[-]
Коэффициент деформации для поперечных сил	$c_v^Q$	-0,3890	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} [c^N + 2(1 + \nu) \cdot k_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Результирующий коэффициент деформации	$c'_v$	-0,0997	0,0839	0,0648	[-]
Результирующий коэффициент деформации	$c'_{h,qv}$	0,0969	-0,0861	-0,0679	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Вертикальное изменение диаметра:	$\Delta d_v$	55,86	mm
Горизонтальное изменение диаметра:	$\Delta d_h$	48,27	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

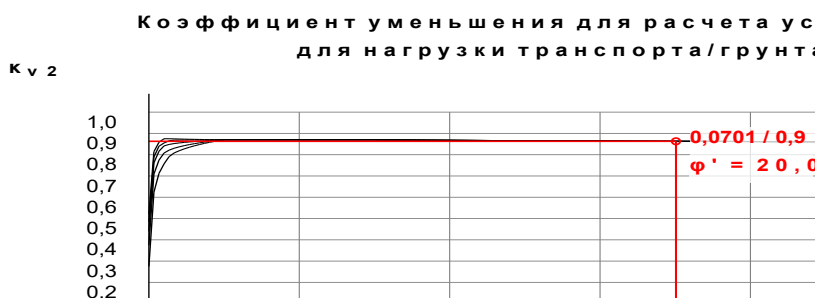
Относительная вертикальная деформация:	$\delta_v$	3,71	%
Допустимая деформация:	zul $\delta_v$	6,00	%

Рассчитанная деформация меньше допустимой.

#### 1.2.4.3. Доказательство устойчивости (линейное)

Суммарная вертикальная нагрузка:	$q_v$	127,28	kN/m <sup>2</sup>
----------------------------------	-------	--------	-------------------

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia



Коэффициент уменьшения для расчета устойчивости для нагрузки транспорта/грунта:  $k_{v2}$  0,86 [-]  
Критическая вертикальная суммарная нагрузка:  $krit\ q_v$  834,2 kN/m<sup>2</sup>

$$krit\ q_v = 2 \cdot k_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Доказательство устойчивости для давления воды не применяется, если нет ни грунтовых вод, ни вакуума.

Коэффициент надежности для устойчивости:  $\gamma$  6,55 [-]  
Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости:  $erf\ \gamma_{stab}$  2,00 [-]

**Расчитанные коэффициенты надежности доказательства устойчивости достаточны.**

#### 1.2.4.4. Нелинейное доказательство стабильности

Суммарная вертикальная нагрузка:  $q_v$  117,65 kN/m<sup>2</sup>  
Момент от суммарной вертикальной нагрузки:  $M_{So}$  5,524 kNm/m  
Нормальное усилие при суммарной вертикальной нагрузке:  $N_{So}$  -79,825 kN/m  
Фактор увеличения момента нагрузки грунта/транспорта:  $\alpha_{II,qv}$  1,723 [-]  
Растяжение в основании от нагрузки грунта/транспорта, внутреннее:  $\epsilon_{So,qv,i}$  3,298 %  
Растяжение в основании от нагрузки грунта/транспорта, внешнее:  $\epsilon_{So,qv,a}$  -4,032 %  
Нелинейное доказательство стабильности для давления воды не требуется, так как отсутствуют грунтовые воды.

Суммарный коэффициент надежности (стабильности), внутренний:  $\gamma_{stab,i}$  0,70 [-]  
Суммарный коэффициент надежности (стабильности), внешний:  $\gamma_{stab,a}$  0,57 [-]

Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости:  $erf\ \gamma_{stab}$  2,00 [-]

**Расчитанные коэффициенты надежности нелинейного доказательства стабильности недостаточны!**

#### 1.2.5. Доказательство долгосрочных нагрузок

##### 1.2.5.1. Доказательство растяжения

$$\epsilon_{R,res} = \frac{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| \cdot \bar{\epsilon}_R + |\epsilon_{sonst}| \cdot \epsilon_{R,L}}{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| + |\epsilon_{sonst}|} \quad (9.01d)$$

Корректирующий коэффициент внутренней кривизны:  $\alpha_{ki}$  1,047 [-]

Внутри: вершина      Ось симметрии      основание

$$\epsilon_{qv,qh,qh^*} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*}}{E_R} = \frac{s}{2r_m^3 \cdot 8S_0} \left( \frac{s \cdot \sum N_{qv,qh,qh^*}}{6} + \sum M_{qv,qh,qh^*} \alpha_{ki} \right) \quad (8.15)$$

Растяжение от нагрузки грунта и транспорта:  $\epsilon_{qv,qh,qh^*}$  0,541      -1,257      1,551 %

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

$$\epsilon_{sonst} = \frac{\sigma_{sonst}}{E_R} = \frac{s}{2r_m^3 \cdot 8S_0} \cdot \left( \frac{s \cdot \sum N_{sonst}}{6} + \sum M_{sonst} \cdot \alpha_{ki} \right) \quad (8.15)$$

Растяжение от других нагрузок	$\epsilon_{sonst}$	0,092	-0,112	0,137	%
-------------------------------	--------------------	-------	--------	-------	---

$$\epsilon = \epsilon_{sonst} + \epsilon_{qv,qh,qh^*}$$

Суммарное растяжение	$\epsilon$	0,633	-1,369	1,688	%
----------------------	------------	-------	--------	-------	---

С учетом предельного растяжения внешних волокон	$\epsilon_{R,res}$	2,31	2,31	2,31	%
---	--------------------	------	------	------	---

Коэффициент надежности на растяжение при изгибе:	$\gamma_{BZ}$	3,652	---	1,369	[-]
--	---------------	-------	-----	-------	-----

Коэффициент надежности на сдвливание при изгибе:	$\gamma_{BD}$	---	1,688	---	[-]
--	---------------	-----	-------	-----	-----

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждение посредством разрыва:	$erf \gamma_{RBZ}$			2,00	[-]
---	--------------------	--	--	------	-----

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждения посредством сжатия:	$erf \gamma_{RBD}$			2,00	[-]
--	--------------------	--	--	------	-----

Корректирующий коэффициент наруж. кривизны:	$\alpha_{ka}$			0,953	[-]
---	---------------	--	--	-------	-----

Снаружи:	вершина	Ось симметрии	основание		
----------	---------	---------------	-----------	--	--

$$\epsilon_{qv,qh,qh^*} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*}}{E_R} = \frac{s}{2r_m^3 \cdot 8S_0} \cdot \left( \frac{s \cdot \sum N_{qv,qh,qh^*}}{6} - \sum M_{qv,qh,qh^*} \cdot \alpha_{ka} \right) \quad (8.15)$$

Растяжение от нагрузки грунта и транспорта	$\epsilon_{qv,qh,qh^*}$	-1,397	0,005	-2,438	%
--	-------------------------	--------	-------	--------	---

$$\epsilon_{sonst} = \frac{\sigma_{sonst}}{E_R} = \frac{s}{2r_m^3 \cdot 8S_0} \cdot \left( \frac{s \cdot \sum N_{sonst}}{6} - \sum M_{sonst} \cdot \alpha_{ka} \right) \quad (8.15)$$

Растяжение от других нагрузок	$\epsilon_{sonst}$	-0,081	0,088	-0,128	%
-------------------------------	--------------------	--------	-------	--------	---

$$\epsilon = \epsilon_{sonst} + \epsilon_{qv,qh,qh^*}$$

Суммарное растяжение	$\epsilon$	-1,477	0,093	-2,566	%
----------------------	------------	--------	-------	--------	---

С учетом предельного растяжения внешних волокон	$\epsilon_{R,res}$	2,31	2,31	2,31	%
---	--------------------	------	------	------	---

Коэффициент надежности на растяжение при изгибе:	$\gamma_{BZ}$	---	24,881	---	[-]
--	---------------	-----	--------	-----	-----

Коэффициент надежности на сдвливание при изгибе:	$\gamma_{BD}$	1,564	---	0,901	[-]
--	---------------	-------	-----	-------	-----

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждение посредством разрыва:	$erf \gamma_{RBZ}$			2,00	[-]
---	--------------------	--	--	------	-----

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждения посредством сжатия:  $\text{efg } \gamma_{\text{RBD}} \quad 2,00 \quad [-]$

**Рассчитанные коэффициенты надежности доказательства растяжения недостаточны!**

### 1.2.5.2. Доказательство деформации

Режим расчета: линейный  
Соотношение:  $I/(A \cdot r_m^2) \quad 0,00162 \quad [-]$   
Соотношение  $I/(A \cdot r_m^2) \cdot \kappa_Q$ :  $I/(A \cdot r_m^2) \cdot \kappa_Q \quad 0,00195 \quad [-]$

		$q_v$	$q_h$	$q_h^*$	
Коэффициент деформации для момента изгиба	$c_v$	-0,0966	0,0833	0,0640	[-]
Коэффициент деформации для нормального усилия	$c_v^N$	-0,6970	-0,6810	-0,2470	[-]
Коэффициент деформации для поперечных сил	$c_v^{Q_v}$	-0,3890	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + \nu) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Результирующий коэффициент деформации	$c'_v$	-0,0997	0,0839	0,0648	[-]
Результирующий коэффициент деформации	$c'_{h,qv}$	0,0969	-0,0861	-0,0679	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Вертикальное изменение диаметра:	$\Delta d_v$	97,80	mm
Горизонтальное изменение диаметра:	$\Delta d_h$	65,28	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Относительная вертикальная деформация:	$\delta_v$	6,50	%
Допустимая деформация:	zul $\delta_v$	6,00	%

**Расчитанная деформация больше допустимой!**

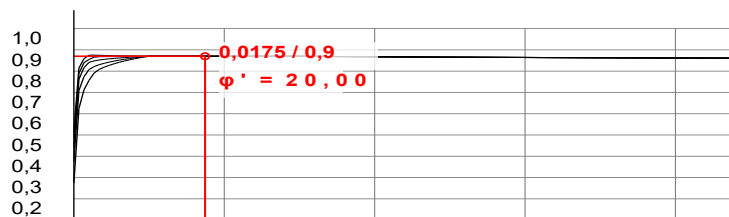
### 1.2.5.3. Доказательство устойчивости (линейное)

Суммарная вертикальная нагрузка:

$q_v \quad 117,65 \quad \text{kN/m}^2$

Коэффициент уменьшения для расчета устойчивости для нагрузки транспорта/грунта:

$\kappa_{v2}$



Коэффициент уменьшения для расчета устойчивости для нагрузки транспорта/грунта:	$\kappa_{v2}$	0,87	[-]
---	---------------	------	-----

Критическая вертикальная суммарная нагрузка:	krit $q_v$	420,5	$\text{kN/m}^2$
--	------------	-------	-----------------

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot k_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Доказательство устойчивости для давления воды не применяется, если нет ни грунтовых вод, ни вакуума.

Коэффициент надежности для устойчивости:	$\gamma$	3,57	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости:	$\text{erf } \gamma_{\text{stab}}$	2,00	[-]

**Расчитанные коэффициенты надежности доказательства устойчивости достаточны.**

#### 1.2.5.4. Нелинейное доказательство стабильности

Суммарная вертикальная нагрузка:	$q_v$	117,65	kN/m <sup>2</sup>
Момент от суммарной вертикальной нагрузки:	$M_{So}$	5,524	kNm/m
Нормальное усилие при суммарной вертикальной нагрузке:	$N_{So}$	-79,825	kN/m
Фактор увеличения момента нагрузки грунта/транспорта:	$\alpha_{II, qv}$	1,723	[-]
Растяжение в основании от нагрузки грунта/транспорта, внутреннее:	$\epsilon_{So, qv, i}$	3,298	%
Растяжение в основании от нагрузки грунта/транспорта, внешнее:	$\epsilon_{So, qv, a}$	-4,032	%

Нелинейное доказательство стабильности для давления воды не требуется, так как отсутствуют грунтовые воды.

Суммарный коэффициент надежности (стабильности), внутренний:	$\gamma_{\text{stab, i}}$	0,70	[-]
Суммарный коэффициент надежности (стабильности), внешний:	$\gamma_{\text{stab, a}}$	0,57	[-]

Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости:	$\text{erf } \gamma_{\text{stab}}$	2,00	[-]
--	------------------------------------	------	-----

**Расчитанные коэффициенты надежности нелинейного доказательства стабильности недостаточны!**

**Результаты не всех необходимых статических испытаний удовлетворительные!**

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

## 2. Расчёт по ATV-DVWK-A 127 3 ред.: SN16 глубина засыпки 7,6

Название этой части расчетов: SN16 глубина засыпки 7,6  
 Замечания: в футляре под дорогой, тип транспортной нагрузки "Отсутствие транспортной нагрузки"  
 Тип расчета: Номинальная жёсткость  
 Эскиз (Прокладка/Трубопровод) в распечатке: Да

### 2.1. Ввод данных:

#### 2.1.1. Показатели запаса прочности

Класс надежности: A (нормальные условия)  
 Допустимая деформация: 6% (стандарт)  
 Использование внутреннего давления: В соответствии с примечанием 39 ATV-DVWK-A 127  
 Меньший запас прочности на сжатие при изгибе: Нет (ATV-DVWK-A 127)  
 Доказательство надежности при непреимущественной статической нагрузке: Не требуется  
 Доказательство минимальной кольцевой жесткости: Нет

#### 2.1.2. Грунт

E1: Группа (тип) грунта обратной засыпки: G1  
 Расчет E1: Таблица 8 (A127)  
 E20: Группа (тип) грунта в зоне трубы: G1  
 Расчет модуля упругости E20: Таблица 8 (A127)  
 E3: Группа (тип) естественного грунта: G4  
 Расчет E3: Плотность по Проктору  
 Плотность по Проктору E3: D<sub>Pr,E3</sub> 98,0 %  
 E4 = 10 · E1: Нет  
 E4: Группа (тип) грунта под трубой: G4  
 Расчет E4: Плотность по Проктору  
 Плотность по Проктору E4: D<sub>Pr,E4</sub> 98,0 %  
 Применить теории Силоса: Автоматически

#### 2.1.3. Нагрузка

Высота засыпки: h 7,60 m  
 Вес грунта:  $\gamma$  18,0 kN/m<sup>3</sup>  
 Ручной ввод удельной веса грунта с учетом всплываия: Нет  
 Дополнительная поверхностная нагрузка: p<sub>0</sub> 0,0 kN/m<sup>2</sup>  
 Дополнительная поверхностная нагрузка - насыпь, обваловка: Нет  
 Максимальный уровень грунтовых вод над основанием трубы: h<sub>W,max</sub> 0,00 m  
 Минимальный уровень грунтовых вод над основанием трубы: h<sub>W,min</sub> 0,00 m  
 Внутреннее кратковременное давление: P<sub>I,K</sub> 0,00 bar  
 Внутреннее долговременное давление: P<sub>I,L</sub> 0,00 bar  
 Наполнение водой (напр., напорный водопр.): Нет  
 Транспортная нагрузка: Отсутствие транспортных нагрузок  
 Горизонтальная транспортная нагрузка в доказательстве усталости:  $\alpha_{qhT,dyn}$  0,00 %

#### 2.1.4. Прокладка

Способ прокладки: Траншея  
 Ширина траншеи: b 3,00 m  
 Automatic consideration of bedding layer: Да  
 Угол откоса:  $\beta$  90 °  
 Условия засыпки: A3

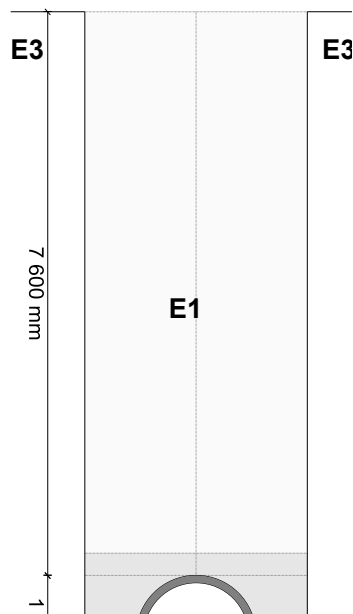
ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

Условия прокладки:	ВЗ		
Учет забивки крепления ниже основания трубы по отчету рабочей группы 1.5.5. по ATV.:	Нет		
Тип прокладки (устройства основания):	Сыпучий		
Угол опирания:	90°		
Рассчитать основание (опирание) автоматически:	Да		
Высота основания:	h <sub>s</sub>	0,20	m

### 2.1.5. Труба с определённой жёсткостью

Выбор трубы из базы данных:	Нет		
Выбор данных:	Da - Di		
Наружный диаметр:	d <sub>a</sub>	1 610	mm
Внутренний диаметр:	d <sub>i</sub>	1 400	mm
Местные деформации:	δ <sub>v,lokal</sub>	0,0	%
Номинальная жёсткость:	SN	16 000	N/m <sup>2</sup>
Номинальное давление:	PN	0,0	bar
Деформация при разрыве в таблице 3 ATV A127:	Да		
Коэффициент ползучести:	f <sub>Kriech</sub>	4,00	[-]
Коэффициент уменьшения от температурного воздействия:	A <sub>1,Temp</sub>	1,00	[-]
Коэффициент уменьшения от агрессивной среды:	A <sub>2,Medium</sub>	1,00	[-]
Коэффициент уменьшения от динамических нагрузок:	A <sub>3,dyn</sub>	1,00	[-]
Удельная масса материала трубы.:	γ <sub>R</sub>	9,00	kN/m <sup>3</sup>
Коэффициент Poisson:	ν	0,30	[-]
Амплитуда с 1·10 <sup>6</sup> тестов, как известно:	Нет		
Амплитуда с 1·10 <sup>8</sup> тестов, как известно:	Нет		

Транспортная нагрузка: Отсутствие транспортных нагрузок



ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

## 2.2. Результаты:

### 2.2.1. Промежуточные результаты трубы

Внутренний диаметр:	$d_i$	1 400,0	mm
Наружный диаметр:	$d_a$	1 610,0	mm
Радиус центральной оси стенки трубы:	$r_m$	752,50	mm
Толщина стенки:	$s$	105,00	mm
Отношение радиуса к толщине стенки:	$r_m/s$	7,167	[-]

$$\alpha_{ki} = 1 + \frac{s}{3 \cdot r_m} \quad \text{A 127 (8.14a)}$$

Корректирующий коэффициент внутренней кривизны:	$\alpha_{ki}$	1,047	[-]
---	---------------	-------	-----

$$\alpha_{ka} = 1 - \frac{s}{3 \cdot r_m} \quad \text{A 127 (8.14b)}$$

Корректирующий коэффициент наруж. кривизны:	$\alpha_{ka}$	0,953	[-]
---	---------------	-------	-----

Локальная предвар. деформация:	$\delta_{vi}$	0,00	%
Предвар. деформация (овализация перед загрузкой):	$\delta_{vg}$	1,00	%

Радиальная поверхность профиля:	$A_{rad}$	105,00	mm <sup>2</sup> /mm
Плечо инерции:	$e$	52,50	mm
Момент инерции:	$I$	96 468,75	mm <sup>4</sup> /mm
Наружный момент сопротивления:	$W_a$	1 837,50	mm <sup>3</sup> /mm
Внутренний момент сопротивления:	$W_i$	1 837,50	mm <sup>3</sup> /mm
Плечо силы внешнего армирования:	$k_Q$	1,2	[-]

#### 2.2.1.1. Свойства материала

		краткосрочно	долгосрочно	
		сть	ть	
Удельный вес материала трубы	$\gamma_R$	9,0	9,0	kN/m <sup>3</sup>
Коэффициент Poisson	$\nu$	0,30	0,30	[-]
Расчитанная величина модуля упругости	$E_R$	565,4	141,3	N/mm <sup>2</sup>

#### 2.2.1.2. Запасы прочности

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждение посредством разрыва	$\text{erf } \gamma_{RBZ}$	2,00	2,00	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждения посредством сжатия	$\text{erf } \gamma_{RBD}$	2,00	2,00	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости	$\text{erf } \gamma_{stab}$	2,00	2,00	[-]

#### 2.2.1.3. Минимальная ширина траншеи в соотв. с DIN 1610

Минимальная ширина в соответствии с таблицей 1:	$\text{min}_{b,T1}$	2,61	m
Минимальная ширина в соответствии с таблицей 2:	$\text{min}_{b,T2}$	1,00	m

Minimum clear width at trench sole level (without shuttering):	$\text{min}_{b,G}$	2,61	m
--	--------------------	------	---

$$\text{min}_{b,R} = d_a + x + 2 \cdot \frac{d_a + 100 + 1/10 \cdot d_a}{\tan \beta}$$

Required width at pipe crown level (without shuttering):	$\text{min}_{b,R}$	2,61	m
Ширина траншеи:	$b$	3,00	m



ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

Trench width according DIN 1610 is the clearance width at trench bottom level. Thickness of trench lining must be added, so the minimum trench width  $b$  = minimum clearance trench width + 2x thickness of trench lining. In case of sloped trench walls, an additional  $\Delta b$  must be considered, which is 2x (thickness of bedding layer + vertical outer diameter) /  $\tan \beta$ . The required trench width at pipe crown level given here already includes  $\Delta b$ .  
Ширина траншеи соответствует стандарту DIN 1610

## 2.2.2. Промежуточные результаты для комбинации нагрузок

### 2.2.2.1. Теория Силоса

Коэффициент нагрузки грунта для нагрузки траншеи (Теория Силоса):  $\kappa$  1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}} \quad (5.04)$$

Коэффициент нагрузки грунта  $\kappa_0$  для поверхностной нагрузки (Теория Силоса):  $\kappa_0$  1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}} \quad (5.05)$$

### 2.2.2.2. Нагрузка

Уровень грунтовых вод над верхней точкой трубы:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Вертикальное давление грунта от самого грунта:	$P_{Erd}$	136,80	kN/m <sup>2</sup>
Вертикальное напряжение грунта от самого грунта и поверхностной нагрузки:	$P_E$	136,80	kN/m <sup>2</sup>
Напряжения от транспортных нагрузок:	$P_V$	0,00	kN/m <sup>2</sup>
Включая ударный фактор:	$\phi$	0,00	[-]

### 2.2.2.3. Модуль деформации грунта

Модуль упругости засыпки под нагрузкой:  $E_{1,\sigma}$  6,00 N/mm<sup>2</sup>

Модуль упругости основания под нагрузкой:	$E_{20,\sigma}$	6,00	N/mm <sup>2</sup>
Коэффициент уменьшения для ползучести:	$f_1$	1,000	[-]
Коэффициент уменьшения $E_{20}$ (грунтовые воды):	$f_2$	1,000	[-]
Коэффициент уменьшения $E_{20}$ (узкая траншея):	$\alpha_B$	0,288	[-]
Модуль упругости основания (уменьшен.):	$E_{2,\sigma}$	1,73	N/mm <sup>2</sup>

$$E_3 = \frac{40}{4} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr,E3})} \quad 3.01$$

Модуль упругости:  $E_3$  6,87 N/mm<sup>2</sup>  
Модуль упругости естественного грунта:  $E_{3,\sigma}$  6,87 N/mm<sup>2</sup>

$$E_4 = \frac{40}{4} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr,E4})} \quad 3.01$$

Модуль упругости:  $E_4$  6,87 N/mm<sup>2</sup>  
Модуль упругости грунта под трубой:  $E_{4,\sigma}$  6,87 N/mm<sup>2</sup>

### 2.2.2.4. Значения жесткости грунта

Корректирующий фактор для горизонтальной жесткости основания:  $\zeta$  1,762 [-]

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

$$\zeta = \frac{1,667}{\Delta_f + (1,667 - \Delta_f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \quad (6.17)$$

$$\Delta_f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0,982 + 0,283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1,667 \quad \text{Коррекция (6.18)}$$

Вспомогательное значение горизонтальной жёсткости основания:	$\Delta_f$	0,704	[-]
Горизонтальная жёсткость основания:	$S_{Bh}$	1,825	N/mm <sup>2</sup>
$S_{Bh} = 0,6 \cdot \zeta \cdot E_2$ (6.16)			

Вертикальная жёсткость основания:	$S_{Bv}$	1,727	N/mm <sup>2</sup>
$S_{Bv} = \frac{E_2}{a}$ (6.12)			

#### 2.2.2.5. Угол опирания, эффективная относительная проекция и угол трения

Угол опирания (на основание):	$2\alpha$	90	°
$t_r = r_a - \cos(2\alpha/2) \cdot r_a$			
Высота основания:	$t_r$	0,236	m
Расчитанная относительная проекция:	$a$	1,00	[-]
Повышенная относительная проекция в случае разуплотненного грунта:	$a_S$	1,00	[-]
Эффективная относительная проекция:	$a'$	3,475	[-]
$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0,26$ (6.05)			

Угол внутреннего трения:	$\varphi'$	20,000	°
Угол трения стены траншеи:	$\delta$	0,000	°

	Краткосрочно	Долгосрочное	Долгосрочное	
	$e$			
	Все нагрузки	Нагрузка грунта	прочее	
		Транспортные нагрузки	Нагрузки	
		грунта		

#### 2.2.2.6. Значения характеристик материала трубы и кольцевая жёсткость

Жёсткость трубы	$S_R$	128 000	32 000	32 000	N/m <sup>2</sup>
$S_0 = \frac{p_e \cdot S_{0L} + p_v \cdot S_{0K}}{p_e + p_v}$ (6.10d)					

$$S_R = 8 \cdot S_0$$

Расчитанная величина критической деформации волокна при растяжении	$\epsilon_R$	3,851	2,311	2,311	%
Расчитанная величина модуля упругости	$E_R$	565,4	141,3	141,3	N/mm <sup>2</sup>

#### 2.2.2.7. Соотношение жесткости

Жёсткость системы	$V_{RB}$	0,0701	0,0175	0,0175	[-]
-------------------	----------	--------	--------	--------	-----

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \quad (6.15)$$

Соотношение жёсткости  $V_S$  1,3680 0,7083 --- [-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \quad (6.08a)$$

Коэффициент для силы реакции основания  $c_v^*$  -0,054 -0,026 --- [-]

#### 2.2.2.8. Коэффициенты

Соотношение давления грунта (основание)  $K_2$  0,400 0,400 --- [-]

Коэффициент для давления сопротивления основания  $K^*$  0,702 1,134 --- [-]

$$K^* = \frac{c'_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Результирующий коэффициент деформации  $c'_{h,qv}$  0,0969 0,0969 --- [-]

Результирующий коэффициент деформации  $c'_{h,qh^*}$  -0,0679 -0,0679 --- [-]

Коэффициент для силы реакции основания  $c_v^*$  -0,054 -0,026 --- [-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

#### 2.2.2.9. Коэффициент концентрации $\lambda_R$ и $\lambda_B$

Максимальный фактор концентрации  $\max \lambda$  2,051 2,051 --- [-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[ \frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} \right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Коэффициент для максимального фактора концентрации  $K'$  0,802 0,709 --- [-]

$$K' = - \frac{c_{v,qh^*} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Соотношение:  $I/(A \cdot \text{rm}^2)$  0,00162 [-]

Соотношение  $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa q'$ :  $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa Q$  0,00195 [-]

Коэффициент деформации для момента изгиба  $c_v$   $q_v$  -0,0966  $q_h$  0,0833  $q_{h^*}$  0,0640 [-]

Коэффициент деформации для нормального усилия  $c^N_v$  -0,6970 -0,6810 -0,2470 [-]

Коэффициент деформации для поперечных сил  $c^Q_v$  -0,3890 0,3350 0,2430 [-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot \text{rm}^2} \cdot [c^N + 2(1 + \nu) \cdot \kappa Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Результирующий коэффициент деформации  $c'_v$  -0,0997 0,0839 0,0648 [-]

Результирующий коэффициент деформации  $c'_{h,qv}$  0,0969 -0,0861 -0,0679 [-]

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

Фактор концентрации над трубой, начальное значение	$\lambda_R$	1,255	0,966	---	[-]
$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K' \cdot \max \lambda - 1}{3 \cdot a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K' \cdot \max \lambda - 1}{3 \cdot a' - 0,25}} \quad (6.06a)$					
Фактор концентрации над трубой, эффект траншеи	$\lambda_{RG}$	1,073	0,990	---	[-]
$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$					
Фактор концентрации над трубой, верхний предел	$\lambda_{fo}$	2,860	2,860	---	[-]
Фактор концентрации над трубой, нижний предел	$\lambda_{fu}$	0,478	0,478	---	[-]
Фактор концентрации над трубой, конечное значение	$\lambda_{RG}$	1,073	0,990	---	[-]
Фактор концентрации грунта	$\lambda_B$	0,915	1,011	---	[-]
$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$					

#### 2.2.2.10. Распределение давления по окружности трубы

			Краткосрочно Долгосрочное Долгосрочное			
			е Все нагрузки	Нагрузка грунта Транспортные нагрузки грунта	прочее Нагрузки	
Суммарная вертикальная нагрузка	$q_v$	146,84	135,45	---	kN/m <sup>2</sup>	
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v \quad (6.24)$						
Боковое давление	$q_h$	55,86	61,14	---	kN/m <sup>2</sup>	
$q_h = K_2 \cdot \left( \lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$						
Давление сопротивления основания (нагрузка грунта)	$q^*_h$	68,24	92,01	---	kN/m <sup>2</sup>	
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*} \quad (7.02a)$						
Давление сопротивления основания (наполнение водой)	$q^*_{hw}$	0,00	0,00	---	kN/m <sup>2</sup>	
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*} \quad (7.02b)$						

### 2.2.3. Силы резания

#### 2.2.3.1. Силы резания (поперечные) , Краткосрочное

вершина                      Ось симметрии                      основание

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

Момент от суммарной вертикальной нагрузки	$m_{qv}$ $M_{qv}$	0,274 22,783	-0,279 -23,198	0,314 26,109	[-] kNm/m
Момент бокового давления	$m_{qh}$ $M_{qh}$	-0,250 -7,908	0,250 7,908	-0,250 -7,908	[-] kNm/m
Момент от горизонтального давления сопротивления основания	$m_{qh}^*$ $M_{qh}^*$	-0,181 -6,994	0,208 8,037	-0,181 -6,994	[-] kNm/m
Момент от горизонтального давления сопротивления основания (заполн.водой)	$M_{qw}^*$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Момент от собственного веса	$m_g$ $M_g$	0,419 0,224	-0,485 -0,260	0,642 0,344	[-] kNm/m
Момент от заполнения водой	$m_w$ $M_w$	0,210 0,000	-0,243 0,000	0,321 0,000	[-] kNm/m
Момент из-за давления воды	$m_{pw}$ $M_{pw}$	0,000 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	[-] kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_{qw}^* + M_g + M_w + M_{pw}$					
Сумма моментов	$\Sigma M$	8,105	-7,512	11,550	kNm/m
$\Sigma_{M_{qv,qh,qh^*}} = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^*$					
Сумма моментов от грунта и транспортных нагрузок	$\Sigma_{M_{qv,qh,qh^*}}$	7,880	-7,253	11,206	kNm/m
$\Sigma_{M_{sonst}} = M_{qw}^* + M_g + M_w + M_{pw}$					
Сумма моментов от других нагрузок	$\Sigma_{M_{sonst}}$	0,224	-0,260	0,344	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$					
Сумма моментов без заполн. водой и гидростат. давления	$\Sigma M'$	8,105	-7,512	11,550	kNm/m
Нормальная сила от общей вертик. нагрузки	$n_{pv}$ $N_{qv}$	0,053 5,856	-1,000 -110,496	-0,053 -5,856	[-] kN/m
Нормальная сила бокового давления	$n_{qh}$ $N_{qh}$	-1,000 -42,038	0,000 0,000	-1,000 -42,038	[-] kN/m
Нормальная сила от горизонтального давления сопротивления основания	$n_{qh}^*$ $N_{qh}^*$	-0,577 -29,628	0,000 0,000	-0,577 -29,628	[-] kN/m
Нормальная сила от горизонтального давления сопротивления основания (заполн.водой)	$n_{qh}^*$ $N_{qw}^*$	-0,577 0,000	0,000 0,000	-0,577 0,000	[-] kN/m
Нормальная сила от собственного веса	$n_g$ $N_g$	0,333 0,237	-1,571 -1,117	-0,333 -0,237	[-] kN/m
Нормальная сила от заполнения водой	$n_w$ $N_w$	0,667 0,000	0,215 0,000	1,333 0,000	[-] kN/m
Нормальная сила от давления воды	$N_{pw}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Сумма нормальных сил	$\Sigma N$	-65,573	-111,613	-77,760	kN/m
Общая нормальная сила от грунта и транспортных нагрузок	$\Sigma_{N_{qv,qh,qh^*}}$	-65,810	-110,496	-77,523	kN/m
Общая нормальная сила от других нагрузок	$\Sigma_{N_{sonst}}$	0,237	-1,117	-0,237	kN/m
Сумма без заполнение водой и давления	$\Sigma N'$	-65,573	-111,613	-77,760	kN/m

### 2.2.3.2. Силы резания (поперечные) , Долгосрочное

		вершина	Ось симметрии	основание	
Момент от суммарной вертикальной нагрузки	$m_{qv}$ $M_{qv}$	0,274 21,015	-0,279 -21,399	0,314 24,083	[-] kNm/m
	$m_{qh}$	-0,250	0,250	-0,250	[-]

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

Момент бокового давления	$M_{qh}$	-8,656	8,656	-8,656	kNm/m
	$m_{qh}^*$	-0,181	0,208	-0,181	[-]
Момент от горизонтального давления сопротивления основания	$M^*_{qh}$	-9,430	10,837	-9,430	kNm/m
Момент от горизонтального давления сопротивления основания (заполн.водой)	$M^*_{qw}$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
	$m_g$	0,419	-0,485	0,642	[-]
Момент от собственного веса	$M_g$	0,224	-0,260	0,344	kNm/m
	$m_w$	0,210	-0,243	0,321	[-]
Момент от заполнения водой	$M_w$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
	$m_{pw}$	0,000	0,000	0,000	[-]
Момент из-за давления воды	$M_{pw}$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$					
Сумма моментов	$\Sigma M$	3,154	-2,166	6,341	kNm/m
$\Sigma M_{qv,qh,qh^*} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh}$					
Сумма моментов от грунта и транспортных нагрузок	$\Sigma M_{qv,qh,qh^*}$	2,929	-1,906	5,997	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$					
Сумма моментов от других нагрузок	$\Sigma M_{sonst}$	0,224	-0,260	0,344	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$					
Сумма моментов без заполн. водой и гидростат. давления	$\Sigma M'$	3,154	-2,166	6,341	kNm/m
	$n_{pv}$	0,053	-1,000	-0,053	[-]
Нормальная сила от общей вертик. нагрузки	$N_{qv}$	5,402	-101,924	-5,402	kN/m
	$n_{qh}$	-1,000	0,000	-1,000	[-]
Нормальная сила бокового давления	$N_{qh}$	-46,010	0,000	-46,010	kN/m
	$n_{qh}^*$	-0,577	0,000	-0,577	[-]
Нормальная сила от горизонтального давления сопротивления основания	$N^*_{qh}$	-39,949	0,000	-39,949	kN/m
	$n_{qh}^*$	-0,577	0,000	-0,577	[-]
Нормальная сила от горизонтального давления сопротивления основания (заполн.водой)	$N^*_{qw}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
	$n_g$	0,333	-1,571	-0,333	[-]
Нормальная сила от собственного веса	$N_g$	0,237	-1,117	-0,237	kN/m
	$n_w$	0,667	0,215	1,333	[-]
Нормальная сила от заполнения водой	$N_w$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Нормальная сила от давления воды	$N_{pw}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Сумма нормальных сил	$\Sigma N$	-80,320	-103,041	-91,598	kN/m
Общая нормальная сила от грунта и транспортных нагрузок	$\Sigma N_{qv,qh,qh^*}$	-80,557	-101,924	-91,361	kN/m
Общая нормальная сила от других нагрузок	$\Sigma N_{sonst}$	0,237	-1,117	-0,237	kN/m
Сумма без заполнение водой и давления	$\Sigma N'$	-80,320	-103,041	-91,598	kN/m

## 2.2.4. Доказательство краткосрочных нагрузок

### 2.2.4.1. Доказательство растяжения

$$\epsilon_{R,res} = \frac{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| \cdot \bar{\epsilon}_R + |\epsilon_{sonst}| \cdot \epsilon_{R,L}}{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| + |\epsilon_{sonst}|} \quad (9.01d)$$

Корректирующий коэффициент внутренней кривизны:  $\alpha_{ki}$  1,047 [-]



ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

Коэффициент надежности на растяжение при изгибе:	$\gamma_{BZ}$	---	7,680	---	[-]
Коэффициент надежности на сдвливание при изгибе:	$\gamma_{BD}$	4,508	---	3,234	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждение посредством разрыва:	$\text{ef} \gamma_{RBZ}$			2,00	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждения посредством сжатия:	$\text{ef} \gamma_{RBD}$			2,00	[-]

Все рассчитанные коэффициенты надежности доказательства растяжения достаточны.

#### 2.2.4.2. Доказательство деформации

Режим расчета:	линейный	
Соотношение:	$l/(A \cdot r_m^2)$	0,00162 [-]
Соотношение ' $l/(A \cdot r_m^2) \cdot k_q$ ':	$l/(A \cdot r_m^2) \cdot k_Q$	0,00195 [-]

		$q_v$	$q_h$	$q_h^*$	
Коэффициент деформации для момента изгиба	$c_v$	-0,0966	0,0833	0,0640	[-]
Коэффициент деформации для нормального усилия	$c_v^N$	-0,6970	-0,6810	-0,2470	[-]
Коэффициент деформации для поперечных сил	$c_v^Q$	-0,3890	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{l}{A \cdot r_m^2} [c^N + 2(1 + \nu) \cdot k_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Результирующий коэффициент деформации	$c'_v$	-0,0997	0,0839	0,0648	[-]
Результирующий коэффициент деформации	$c'_{h,qv}$	0,0969	-0,0861	-0,0679	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Вертикальное изменение диаметра:	$\Delta d_v$	65,01	mm
Горизонтальное изменение диаметра:	$\Delta d_h$	56,26	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Относительная вертикальная деформация:	$\delta_v$	4,32	%
Допустимая деформация:	zul $\delta_v$	6,00	%

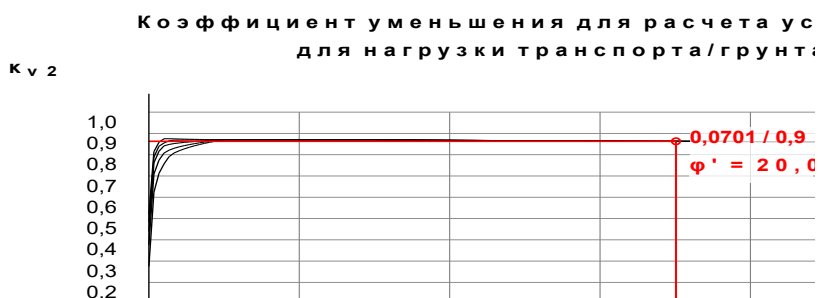
Рассчитанная деформация меньше допустимой.

#### 2.2.4.3. Доказательство устойчивости (линейное)

Суммарная вертикальная нагрузка:	$q_v$	146,84	kN/m <sup>2</sup>
----------------------------------	-------	--------	-------------------



ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia



Коэффициент уменьшения для расчета устойчивости для нагрузки транспорта/грунта:  $k_{v2}$  0,86 [-]  
 Критическая вертикальная суммарная нагрузка:  $krit\ q_v$  834,2 kN/m<sup>2</sup>

$$krit\ q_v = 2 \cdot k_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Доказательство устойчивости для давления воды не применяется, если нет ни грунтовых вод, ни вакуума.

Коэффициент надежности для устойчивости:  $\gamma$  5,68 [-]  
 Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости:  $erf\ \gamma_{stab}$  2,00 [-]

**Расчитанные коэффициенты надежности доказательства устойчивости достаточны.**

#### 2.2.4.4. Нелинейное доказательство стабильности

Суммарная вертикальная нагрузка:  $q_v$  135,45 kN/m<sup>2</sup>  
 Момент от суммарной вертикальной нагрузки:  $M_{So}$  6,341 kNm/m  
 Нормальное усилие при суммарной вертикальной нагрузке:  $N_{So}$  -91,598 kN/m  
 Фактор увеличения момента нагрузки грунта/транспорта:  $\alpha_{II,qv}$  1,935 [-]  
 Растяжение в основании от нагрузки грунта/транспорта, внутреннее:  $\epsilon_{So,qv,i}$  4,326 %  
 Растяжение в основании от нагрузки грунта/транспорта, внешнее:  $\epsilon_{So,qv,a}$  -5,121 %  
 Нелинейное доказательство стабильности для давления воды не требуется, так как отсутствуют грунтовые воды.

Суммарный коэффициент надежности (стабильности), внутренний:  $\gamma_{stab,i}$  0,53 [-]  
 Суммарный коэффициент надежности (стабильности), внешний:  $\gamma_{stab,a}$  0,45 [-]

Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости:  $erf\ \gamma_{stab}$  2,00 [-]

**Расчитанные коэффициенты надежности нелинейного доказательства стабильности недостаточны!**

#### 2.2.5. Доказательство долгосрочных нагрузок

##### 2.2.5.1. Доказательство растяжения

$$\epsilon_{R,res} = \frac{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| \cdot \bar{\epsilon}_R + |\epsilon_{sonst}| \cdot \epsilon_{R,L}}{|\epsilon_{qv,qh,qh^*}| + |\epsilon_{sonst}|} \quad (9.01d)$$

Корректирующий коэффициент внутренней кривизны:  $\alpha_{ki}$  1,047 [-]

Внутри: вершина      Ось симметрии      основание

$$\epsilon_{qv,qh,qh^*} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*}}{E_R} = \frac{s}{2r_m^3 \cdot 8S_0} \left( \frac{s \cdot \sum N_{qv,qh,qh^*}}{6} + \sum M_{qv,qh,qh^*} \alpha_{ki} \right) \quad (8.15)$$

Растяжение от нагрузки грунта и транспорта:  $\epsilon_{qv,qh,qh^*}$  0,638 -1,455 1,801 %

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

$$\varepsilon_{\text{sonst}} = \frac{\sigma_{\text{sonst}}}{E_R} = \frac{s}{2r_m^3 \cdot 8S_0} \cdot \left( \frac{s \cdot \sum N_{\text{sonst}}}{6} + \sum M_{\text{sonst}} \cdot \alpha_{ki} \right) \quad (8.15)$$

Растяжение от других нагрузок	$\varepsilon_{\text{sonst}}$	0,092	-0,112	0,137	%
-------------------------------	------------------------------	-------	--------	-------	---

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{sonst}} + \varepsilon_{q_v, q_h, q_h^*}$$

Суммарное растяжение	$\varepsilon$	0,730	-1,567	1,938	%
----------------------	---------------	-------	--------	-------	---

С учетом предельного растяжения внешних волокон	$\varepsilon_{R, \text{res}}$	2,31	2,31	2,31	%
---	-------------------------------	------	------	------	---

Коэффициент надежности на растяжение при изгибе:	$\gamma_{BZ}$	3,168	---	1,192	[-]
--	---------------	-------	-----	-------	-----

Коэффициент надежности на сдвливание при изгибе:	$\gamma_{BD}$	---	1,475	---	[-]
--	---------------	-----	-------	-----	-----

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждение посредством разрыва:	$\text{erf } \gamma_{RBZ}$			2,00	[-]
---	----------------------------	--	--	------	-----

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждения посредством сжатия:	$\text{erf } \gamma_{RBD}$			2,00	[-]
--	----------------------------	--	--	------	-----

Корректирующий коэффициент наруж. кривизны:	$\alpha_{ka}$			0,953	[-]
---	---------------	--	--	-------	-----

Снаружи:	вершина	Ось симметрии	основание		
----------	---------	---------------	-----------	--	--

$$\varepsilon_{q_v, q_h, q_h^*} = \frac{\sigma_{q_v, q_h, q_h^*}}{E_R} = \frac{s}{2r_m^3 \cdot 8S_0} \cdot \left( \frac{s \cdot \sum N_{q_v, q_h, q_h^*}}{6} - \sum M_{q_v, q_h, q_h^*} \cdot \alpha_{ka} \right) \quad (8.15)$$

Растяжение от нагрузки грунта и транспорта	$\varepsilon_{q_v, q_h, q_h^*}$	-1,618	0,013	-2,817	%
--	---------------------------------	--------	-------	--------	---

$$\varepsilon_{\text{sonst}} = \frac{\sigma_{\text{sonst}}}{E_R} = \frac{s}{2r_m^3 \cdot 8S_0} \cdot \left( \frac{s \cdot \sum N_{\text{sonst}}}{6} - \sum M_{\text{sonst}} \cdot \alpha_{ka} \right) \quad (8.15)$$

Растяжение от других нагрузок	$\varepsilon_{\text{sonst}}$	-0,081	0,088	-0,128	%
-------------------------------	------------------------------	--------	-------	--------	---

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{sonst}} + \varepsilon_{q_v, q_h, q_h^*}$$

Суммарное растяжение	$\varepsilon$	-1,699	0,101	-2,945	%
----------------------	---------------	--------	-------	--------	---

С учетом предельного растяжения внешних волокон	$\varepsilon_{R, \text{res}}$	2,31	2,31	2,31	%
---	-------------------------------	------	------	------	---

Коэффициент надежности на растяжение при изгибе:	$\gamma_{BZ}$	---	22,921	---	[-]
--	---------------	-----	--------	-----	-----

Коэффициент надежности на сдвливание при изгибе:	$\gamma_{BD}$	1,360	---	0,785	[-]
--	---------------	-------	-----	-------	-----

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждение посредством разрыва:	$\text{erf } \gamma_{RBZ}$			2,00	[-]
---	----------------------------	--	--	------	-----

ZAO Tehstroj  
Avtomotornaja str., 1/3,  
125438 Moscau  
Russia

Требуемый общий коэффициент безопасности, трещины, повреждения посредством сжатия:  $\text{erf } \gamma_{\text{RBD}} = 2,00$  [-]

**Рассчитанные коэффициенты надежности доказательства растяжения недостаточны!**

### 2.2.5.2. Доказательство деформации

Режим расчета: линейный  
Соотношение:  $I/(A \cdot \text{rм}^2) = 0,00162$  [-]  
Соотношение  $I/(A \cdot \text{rм}^2) \cdot \kappa_Q$ :  $I/(A \cdot \text{rм}^2) \cdot \kappa_Q = 0,00195$  [-]

		$q_v$	$q_h$	$q_h^*$	
Коэффициент деформации для момента изгиба	$c_v$	-0,0966	0,0833	0,0640	[-]
Коэффициент деформации для нормального усилия	$c_v^N$	-0,6970	-0,6810	-0,2470	[-]
Коэффициент деформации для поперечных сил	$c_v^{Q_v}$	-0,3890	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot \text{rм}^2} \cdot [c^N + 2(1 + \nu) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Результирующий коэффициент деформации	$c'_v$	-0,0997	0,0839	0,0648	[-]
Результирующий коэффициент деформации	$c'_{h,qv}$	0,0969	-0,0861	-0,0679	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot \text{rм}}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot \text{rм}}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Вертикальное изменение диаметра:	$\Delta d_v$	113,34	mm
Горизонтальное изменение диаметра:	$\Delta d_h$	75,86	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot \text{rм}} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Относительная вертикальная деформация:	$\delta_v$	7,53	%
Допустимая деформация:	zul $\delta_v$	6,00	%

**Расчитанная деформация больше допустимой!**

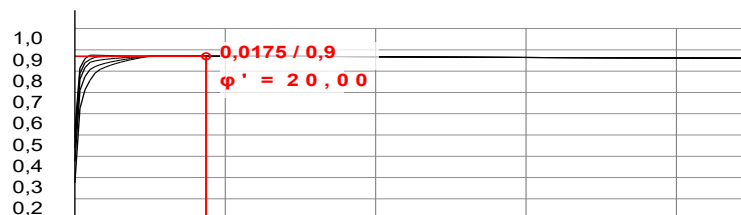
### 2.2.5.3. Доказательство устойчивости (линейное)

Суммарная вертикальная нагрузка:

$q_v = 135,45 \text{ kN/m}^2$

Коэффициент уменьшения для расчета устойчивости для нагрузки транспорта/грунта:

$\kappa_{v2}$



Коэффициент уменьшения для расчета устойчивости для нагрузки транспорта/грунта:	$\kappa_{v2}$	0,87	[-]
---	---------------	------	-----

Критическая вертикальная суммарная нагрузка:	krit $q_v$	420,5	$\text{kN/m}^2$
--	------------	-------	-----------------

ZAO Tehstroj  
 Avtomotornaja str., 1/3,  
 125438 Moscau  
 Russia

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot k_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Доказательство устойчивости для давления воды не применяется, если нет ни грунтовых вод, ни вакуума.

Коэффициент надежности для устойчивости:	$\gamma$	3,10	[-]
Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости:	erf $\gamma_{stab}$	2,00	[-]

**Расчитанные коэффициенты надежности доказательства устойчивости достаточны.**

#### 2.2.5.4. Нелинейное доказательство стабильности

Суммарная вертикальная нагрузка:	$q_v$	135,45	kN/m <sup>2</sup>
Момент от суммарной вертикальной нагрузки:	$M_{So}$	6,341	kNm/m
Нормальное усилие при суммарной вертикальной нагрузке:	$N_{So}$	-91,598	kN/m
Фактор увеличения момента нагрузки грунта/транспорта:	$\alpha_{II,qv}$	1,935	[-]
Растяжение в основании от нагрузки грунта/транспорта, внутреннее:	$\epsilon_{So,qv,i}$	4,326	%
Растяжение в основании от нагрузки грунта/транспорта, внешнее:	$\epsilon_{So,qv,a}$	-5,121	%

Нелинейное доказательство стабильности для давления воды не требуется, так как отсутствуют грунтовые воды.

Суммарный коэффициент надежности (стабильности), внутренний:	$\gamma_{stab,i}$	0,53	[-]
Суммарный коэффициент надежности (стабильности), внешний:	$\gamma_{stab,a}$	0,45	[-]




Требуемый общий коэффициент безопасности, потеря устойчивости:	erf $\gamma_{stab}$	2,00	[-]
--	---------------------	------	-----

**Расчитанные коэффициенты надежности нелинейного доказательства стабильности недостаточны!**

**Результаты не всех необходимых статических испытаний удовлетворительные!**

## СОДЕРЖАНИЕ

Наименование	Лист
План трассы сети К2, К2Н	2-11
Схема сетей К2, К2Н	12-18

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	116/21 –ИОС 3.1.Гр.						Стадия	Лист	Листов
			Изм.	Кол.уч	Лист	Недокум	Подпись	Дата			
			Разработ.	Стрелкова		03.22	Графическая часть	П	1	18	
			Н.контр.	Логинов		03.22		ООО «Базис»			
			ГИП	Жирнов		03.22					



# Ситуационный план

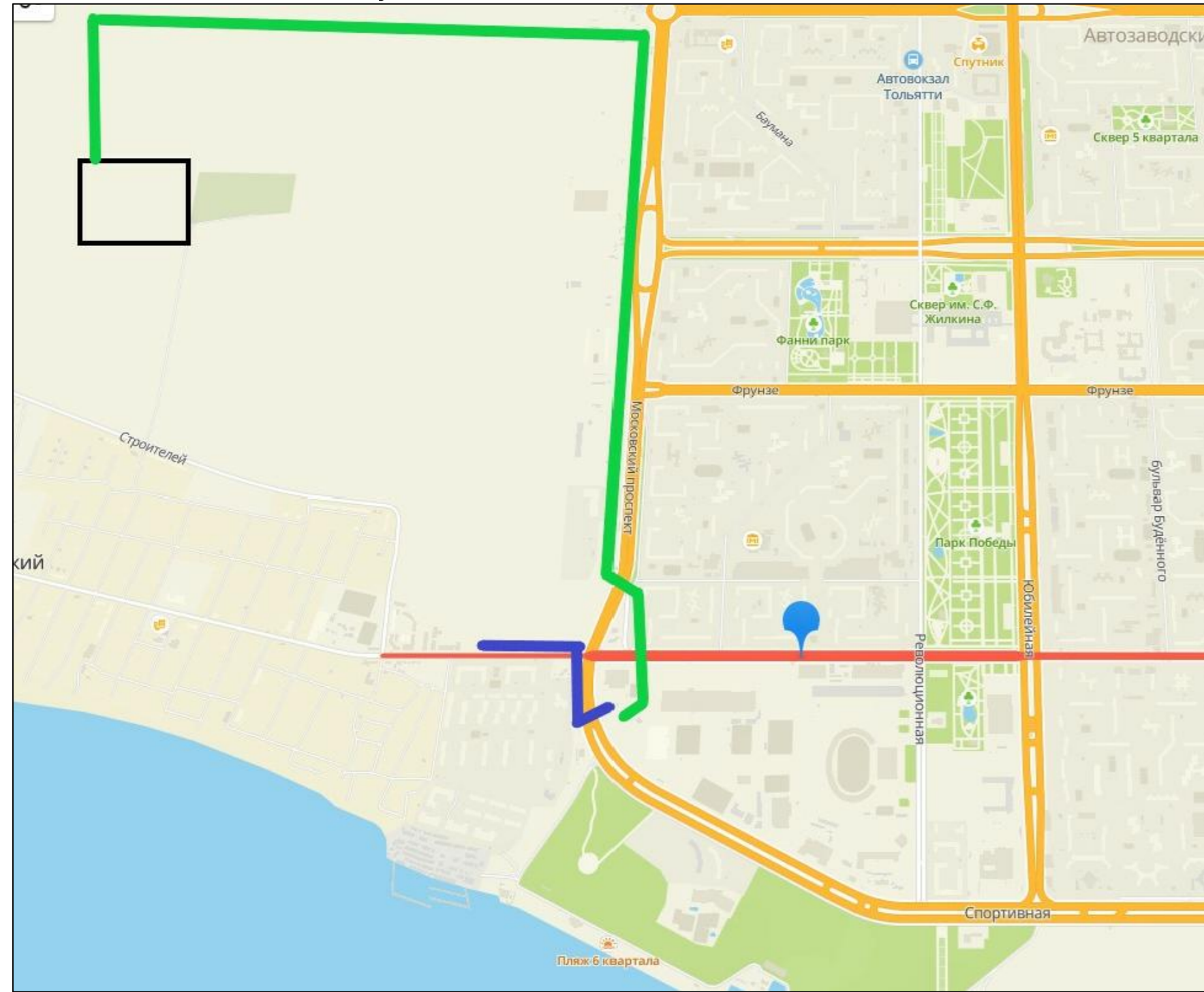
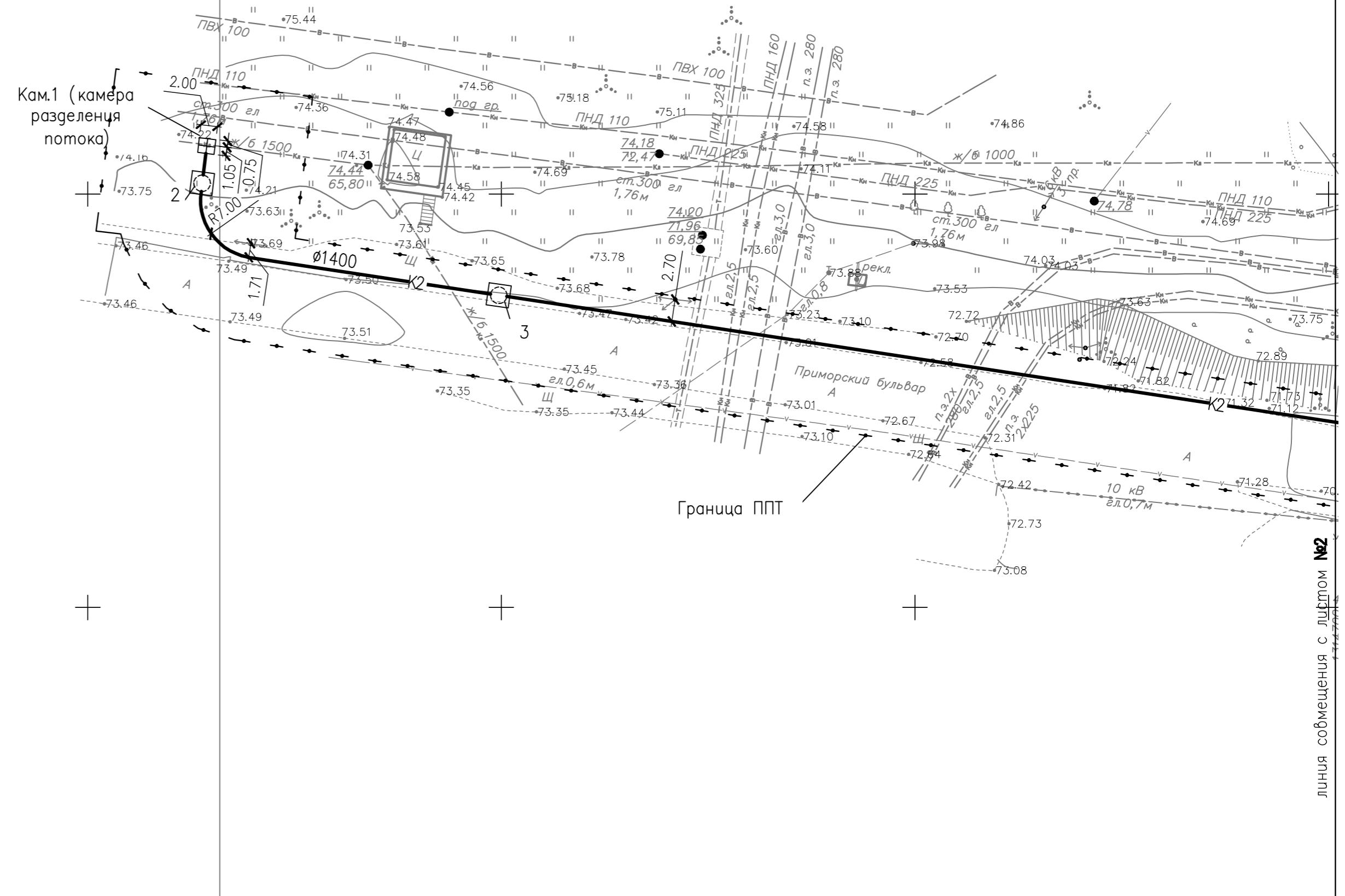
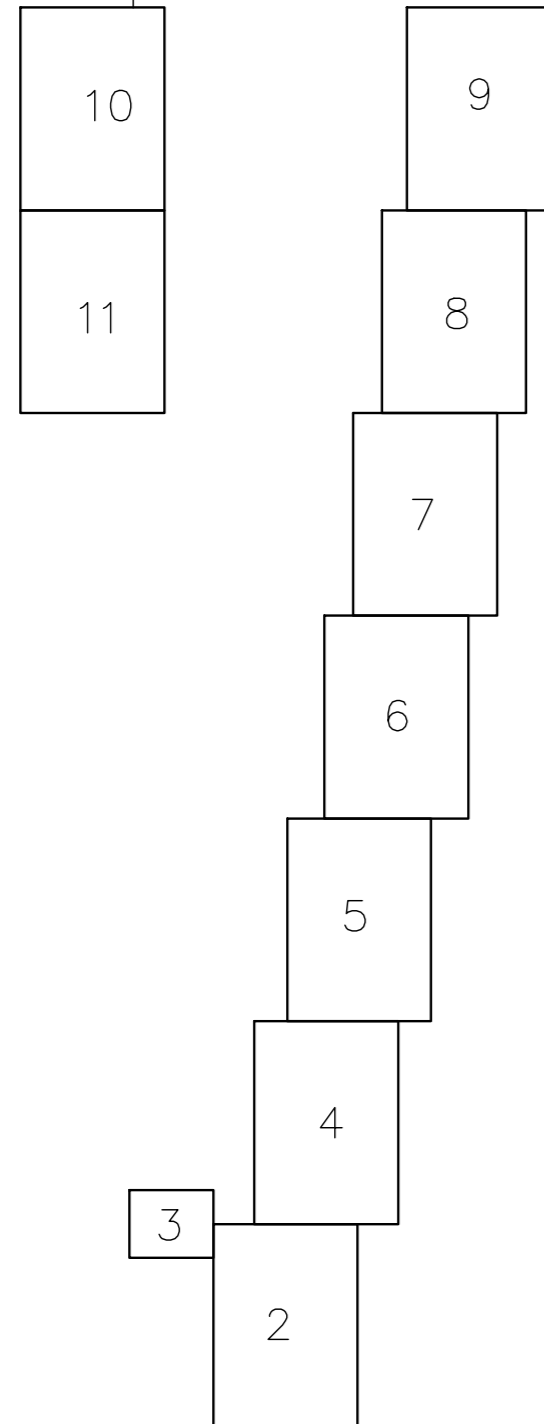


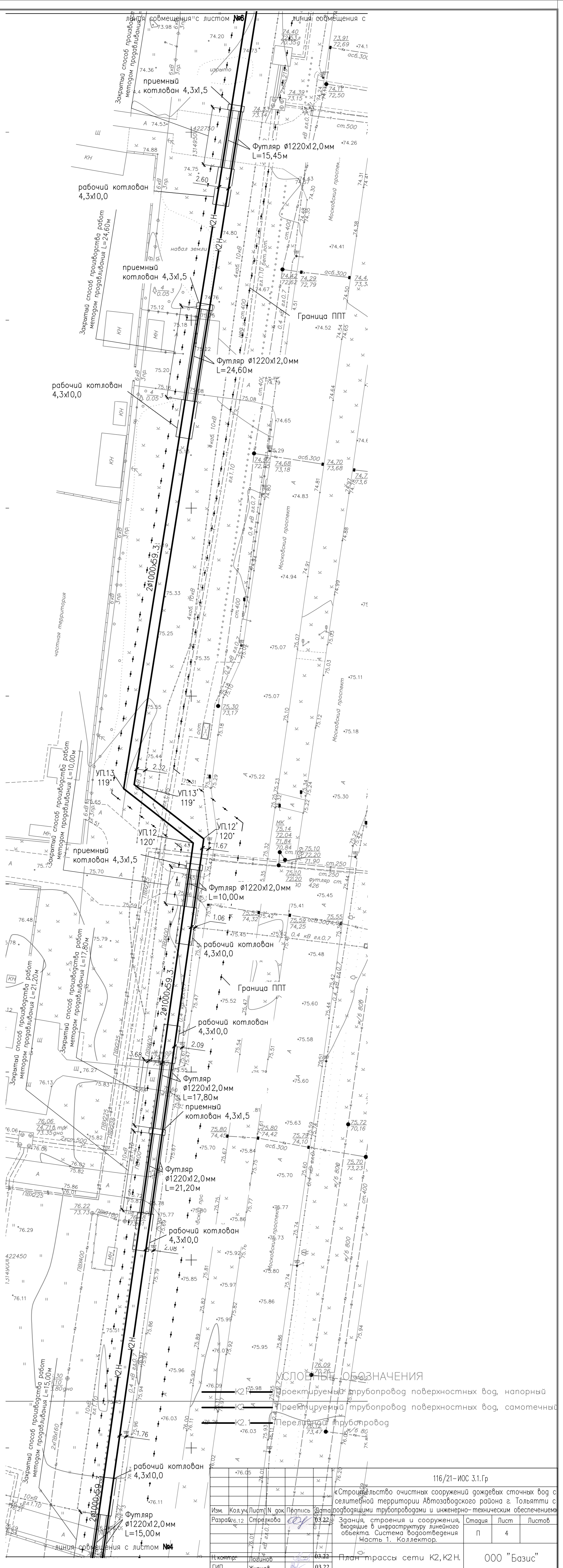
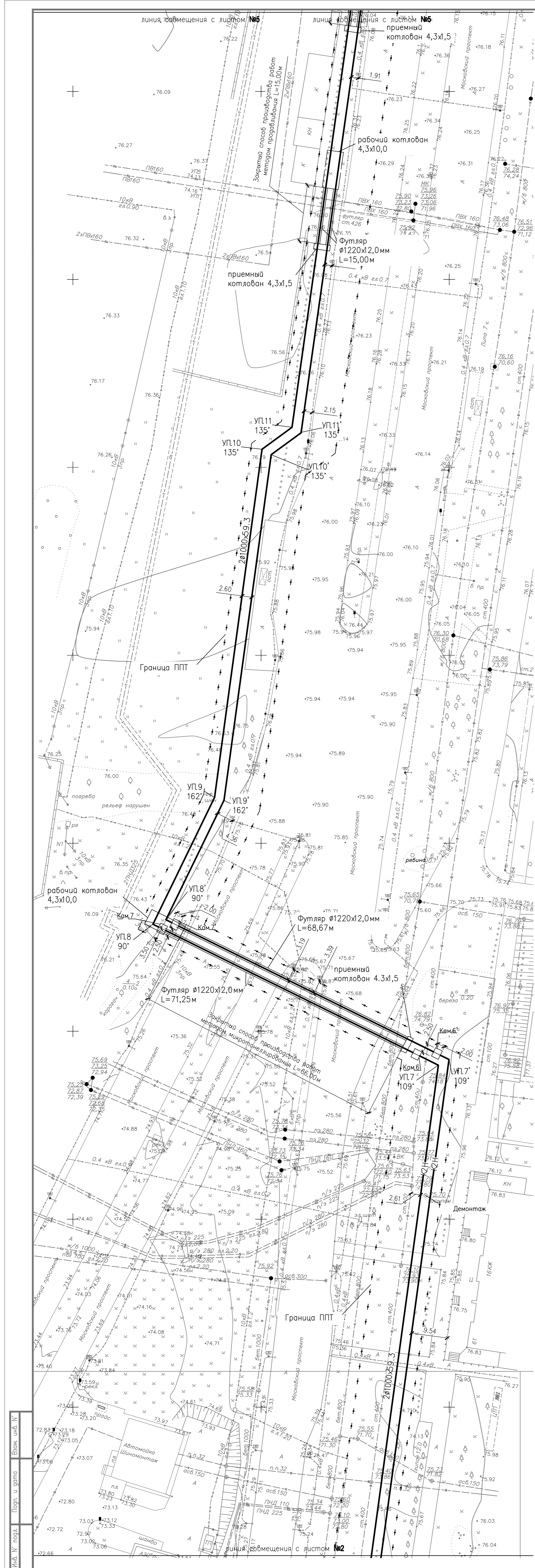
Схема расположения листов



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Проектируемый трубопровод поверхностных вод, напорный
- Проектируемый трубопровод поверхностных вод, самотечный
- Переливной трубопровод

116/21-ИОС 3.1.Гр						
«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с подводящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением»						
Изм.	Кол.уч.	Лист N док.	Подпись	Дата	Стация	Лист
Разраб.	Стрелкова		<i>Стрелкова</i>	03.22	П	3
Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.					000 "Базис"	
Н.контр.	Логонов		<i>Логонов</i>	03.22	План трассы сети K2, K2.H. Ситуационный план	
ГИП	Жирнов		<i>Жирнов</i>	03.22		



- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**
- К2 — Проектируемый трубопровод поверхностных вод, напорный
  - К2 — Проектируемый трубопровод поверхностных вод, самотечный
  - К2 — Переливной трубопровод

116/21-ИЭС 3.1.Гр

«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селективной территории Автозаводского района г. Тюльяти с дождевыми труборпроводами и инженерно-техническим обеспечением»

Задания, строение и сооружения, входящие в инвентарную линейную объект. Система водоотведения Матерь 1. Коллектор.

Стация Лист Листов

П 4

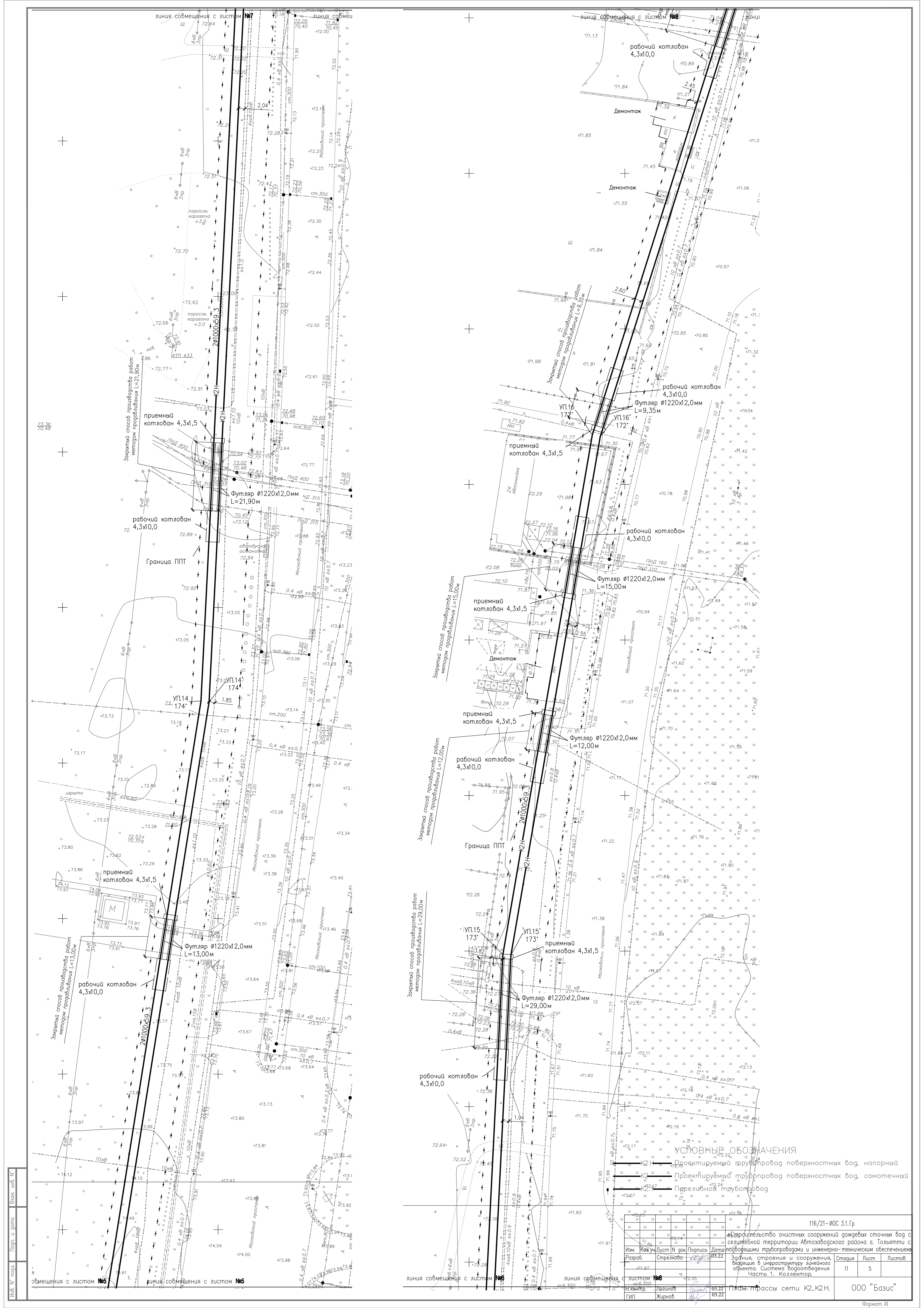
000 "Базис"

Формат А1

Лист № по порядку	Взаим. шифр №
Поряд. и дата	

Изм.	Колуч. Лист № док. Подпись	Дата
Разработчик	Спроектировано	03.22
Исполнитель	Проверено	03.22
ГИП	Живнов	03.22



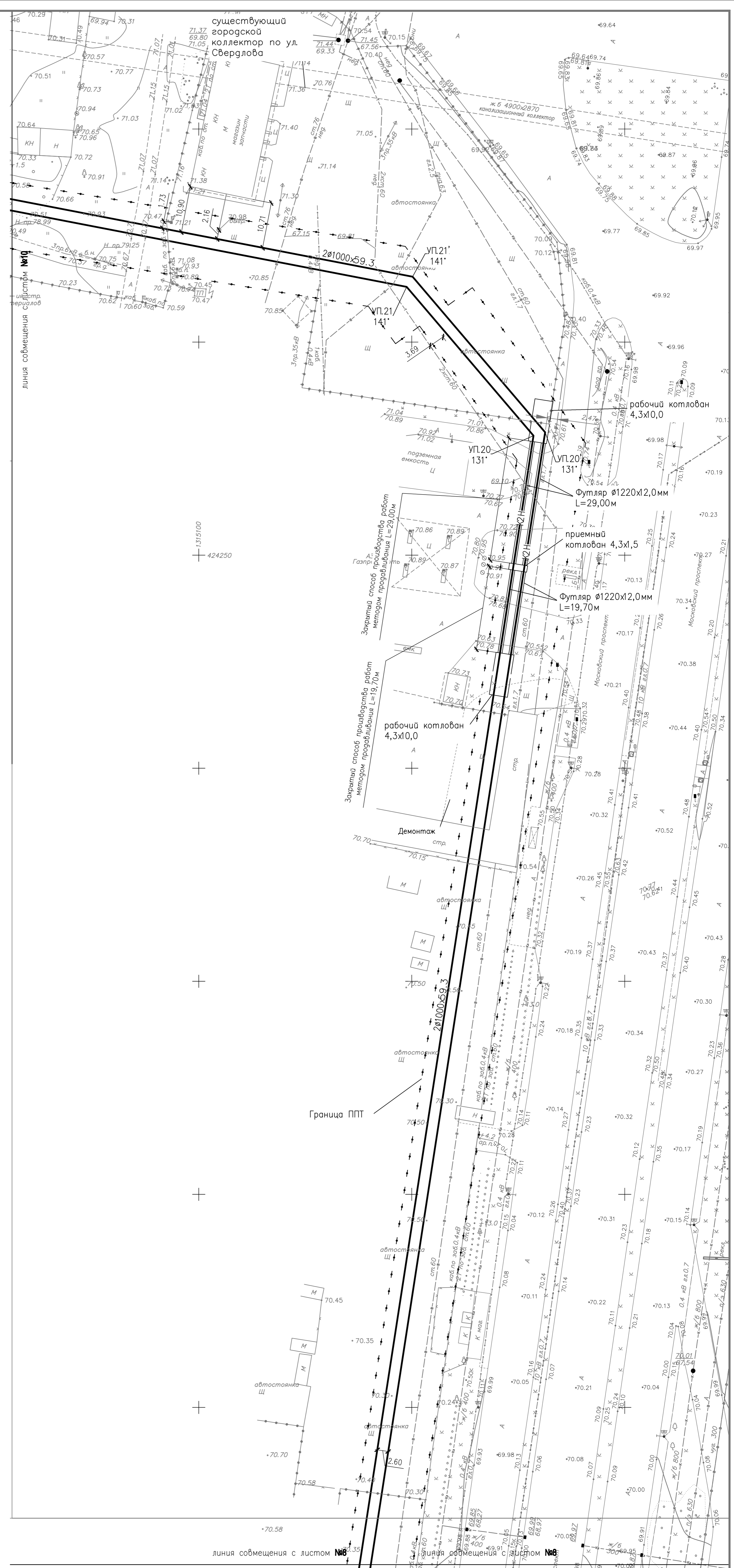
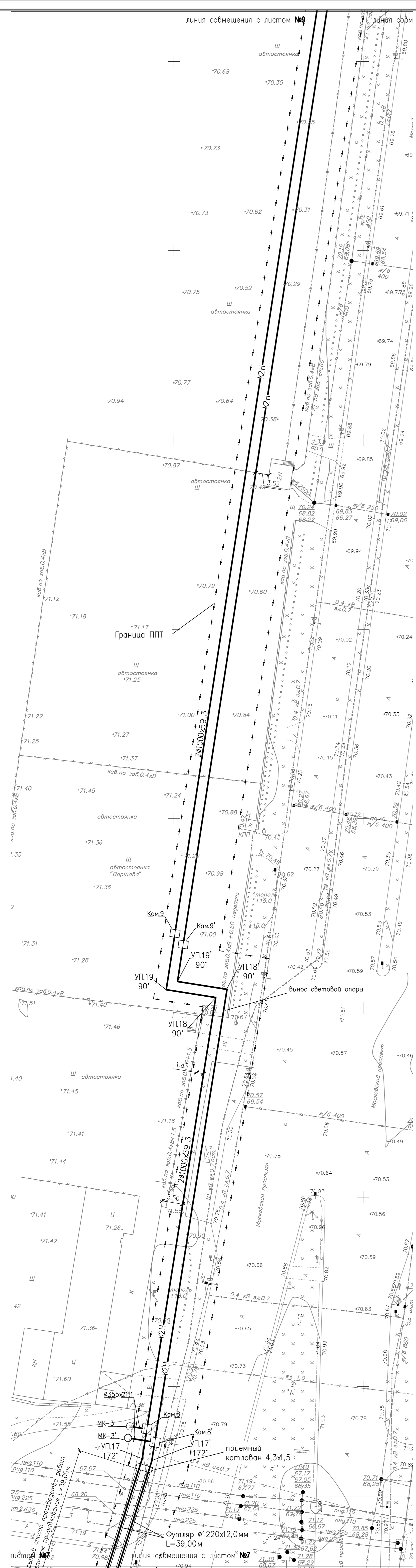


- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**
- К2 — проектируемый трубопровод поверхностных вод, напорный
  - К3 — проектируемый трубопровод поверхностных вод, самотечный
  - К2.27 — Переливной трубопровод

Изм. №		Дата	Содержание	Исполнитель	Проверенный	Дата	Содержание	Исполнитель	Проверенный	Дата	Содержание
1	1	03.22	Исходные данные	Жирнов	Ливанов	03.22	План трассы сети К2, К2Н.	Жирнов	Ливанов	03.22	План трассы сети К2, К2Н.
2	1	03.22	Разработка проекта	Жирнов	Ливанов	03.22	План трассы сети К2, К2Н.	Жирнов	Ливанов	03.22	План трассы сети К2, К2Н.

116/21-ИОС 3.1.Гр		
Институт «Базис»		
Изм.	Лист	Всего листов
1	5	5
Разраб.	Стрелкова	03.22
Задание, строение и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.	Стадия	Лист
	П	5

Изм. №	Дата	Содержание
1	03.22	Исходные данные
2	03.22	Разработка проекта

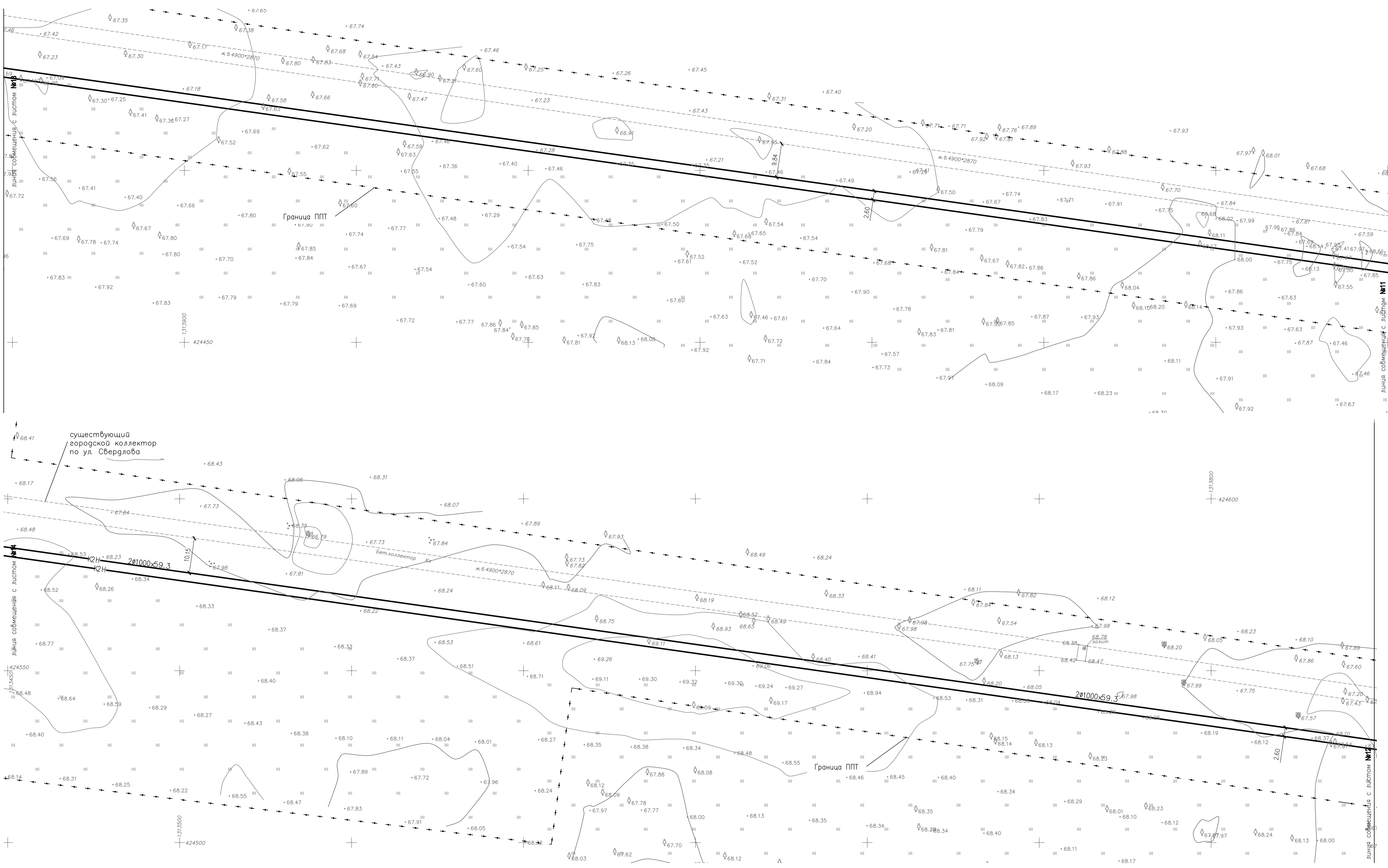


- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
- K2 — Проектируемый трубопровод поверхностных вод, напорный
  - K2 — Проектируемый трубопровод поверхностных вод, самотечный
  - K2.1 — Переливной трубопровод

116/21-ИОС 3.1.Гр		«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с сетевой территории Автозободского района г. Тольятти с использованием трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением»	
Изм.	Колуч Лист N док	Подпись	Дата
Разраб.	Стрелкова	03.22	Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.
Н.контр.	Лозинов	03.22	Студия Лист Листов
ГИП	Жирнов	03.22	П 6
План трассы сети K2, K2.H.			000 "Базис"

Лист № подл. Погр. и дата Взам. инв. №

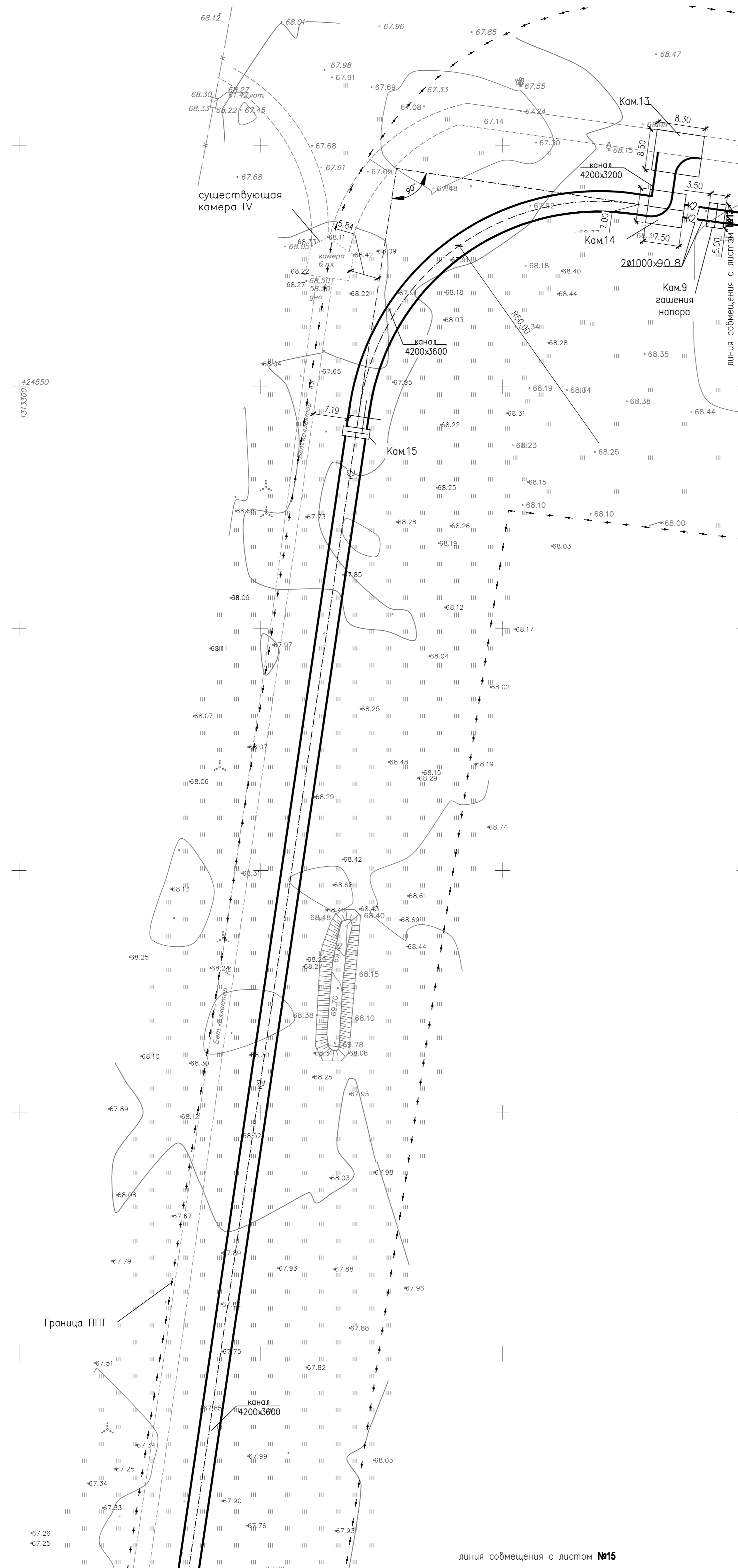




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- K2N — Проектируемый трубопровод поверхностных вод, напорный
- K2 — Проектируемый трубопровод поверхностных вод, самотечный
- K2.1 — Переливной трубопровод

		116/21-ИОС 3.1.Гр			
Изм.	Код.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Стрелкова	03.22			
«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селективной территории Автозаводского района г. Тольятти с подводящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением»			Стадия	Лист	Листов
Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.			П	8	
Н.контр.	Логонов	03.22	План трассы сети К2, К2Н.		000 "Базис"
ГИП	Жирнов	03.22			Формат А1



- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
- К2Н — Проектируемый трубопровод поверхностных вод, напорный
  - К2 — Проектируемый трубопровод поверхностных вод, самотечный
  - К2.1 — Переливной трубопровод

						116/21-ИОС 3.1.Гр			
						«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с			
						селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с			
						подводящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением			
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата	Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.	Стация	Лист	Листов
Разраб.	Стрелкова			<i>С.С.</i>	03.22		П	9	
Н.контр.	Лознов			<i>Л.Л.</i>	03.22	План трассы сети К2,К2Н.	000 "Базис"		
ГИП	Жирнов			<i>В.В.</i>	03.22				

Инд. № подл. Погр. и дата Взам. инд. №



Ведомость координат колодезь/камер самотечной канализации К2 от камеры 1 до проектируемого резервуара с погружными насосами (поз.1)

Номер колодезь, узла поворота, точки вброса	Координаты		Примечания
	X	Y	
К2			
кам.1	421955,82	1314564,38	
2	421951,32	1314563,82	
3	421934,76	1314599,68	
4	421915,25	1314747,98	
5	421905,96	1314764,47	
6	421897,47	1314766,50	
7	421775,56	1314741,68	
8	421761,71	1314739,69	
9	421700,65	1314734,28	
10	421684,60	1314737,28	
11	421680,11	1314748,48	
НС	421698,68	1314808,22	

Ведомость координат переливной канализации К2.1 от проектируемого резервуара с погружными насосами (поз.1) до камеры 12

Номер колодезь, узла поворота, точки вброса	Координаты		Примечания
	X	Y	
К2.1			
НС	421701,54	1314807,33	
кам.12	421700,16	1314803,02	

Ведомость координат сети канализации К2.1Н от камеры 1 на сети К2Н до проектируемого резервуара с погружными насосами (поз.1)

Номер колодезь, узла поворота, точки вброса	Координаты		Примечания
	X	Y	
К2.1Н			
кам.1	421686,21	1314830,09	
УП-1	421688,94	1314839,02	
НС	421702,82	1314834,79	

Ведомость координат колодезь/камер самотечной канализации К2 (ж/б канал 4,2x3,2 – 4,2x3,6) от камеры 13 до проектируемых очистных сооружений

Номер колодезь, узла поворота, точки вброса	Координаты		Примечания
	X	Y	
К2			
кам.13	424600,64	1313433,51	
кам.14	424543,70	1313371,40	
ОС	423935,47	1313280,63	

Ведомость координат колодезь/камер напорной канализации К2Н от резервуара с погружными насосами (поз.1) до камеры 1

Номер колодезь, узла поворота, точки вброса	Координаты		Примечания
	X	Y	
К2Н			
т.1	421697,51	1314817,44	
т.2	421698,39	1314820,31	
т.3	421699,27	1314823,18	
т.4	421700,90	1314828,54	
т.5	421701,78	1314831,41	
кол.1	421694,17	1314818,46	
кол.2	421695,04	1314821,33	
кол.3	421695,93	1314824,20	
кол.4	421697,56	1314829,56	
кол.5	421698,43	1314832,42	
УП-1.1	421690,64	1314819,54	
УП-1.2	421694,89	1314833,50	
кам.1	421686,21	1314830,09	
МК-1	421686,90	1314838,50	

Ведомость координат колодезь/камер напорной канализации К2Н от камеры 1 до камеры гашения напора (КГН) кам.9

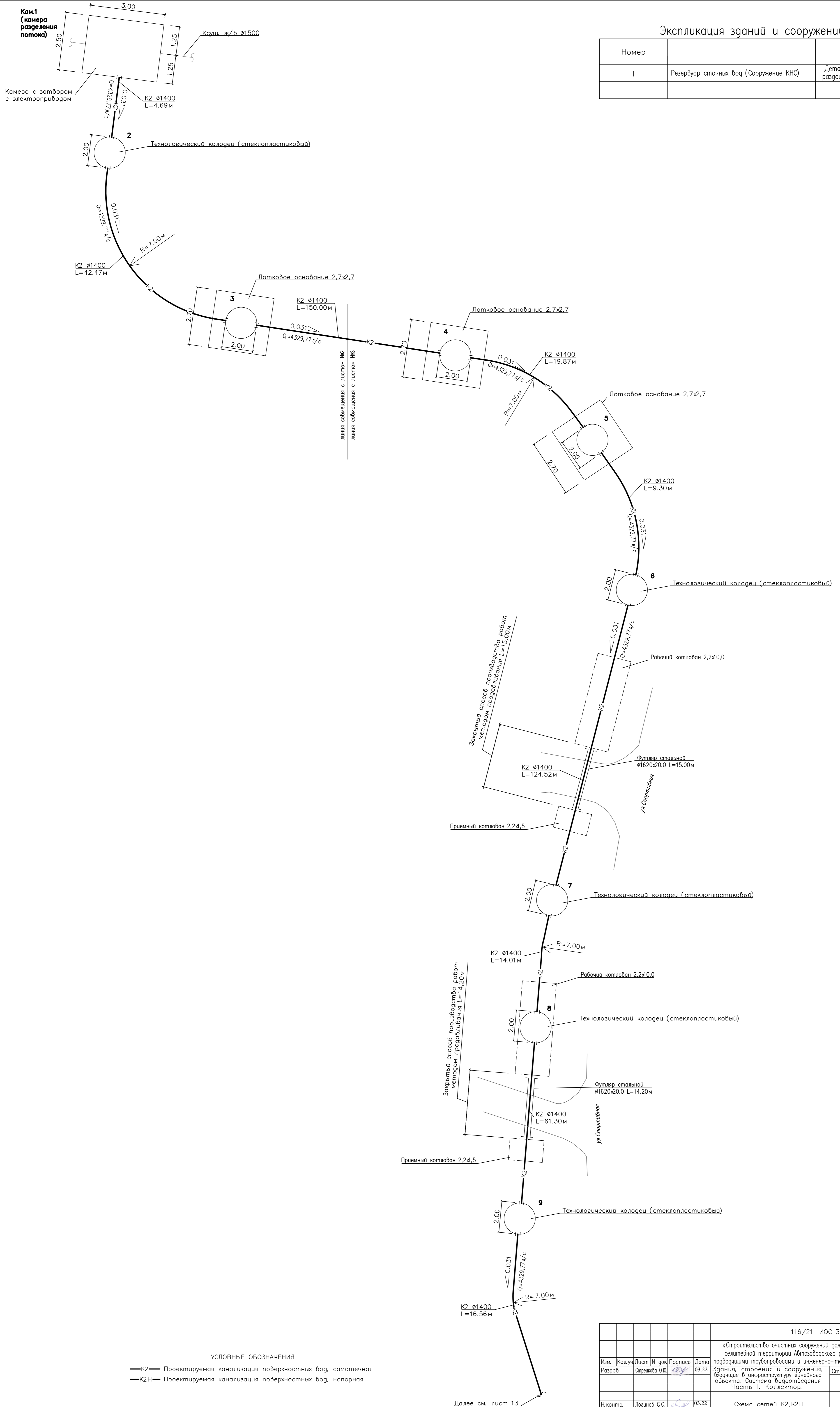
Номер колодезь, узла поворота, точки вброса	Координаты		Примечания	Номер колодезь, узла поворота, точки вброса	Координаты		Примечания
	X	Y			X	Y	
К2Н							
УП-1	421680,88	1314833,07		УП-1'	421677,64	1314831,34	
кам.2	421685,61	1314848,61		кам.2'	421684,15	1314852,72	
УП-2	421701,48	1314900,74		УП-2'	421699,48	1314903,07	
кам.3	421828,51	1314919,31		кам.3'	421833,10	1314922,60	
УП-3	421850,32	1314922,46		УП-3'	421852,57	1314925,46	
УП-4	421852,53	1314905,49		УП-4'	421854,78	1314908,41	
кам.4	421866,38	1314907,29		кам.4'	421869,54	1314910,31	
МК-2	421866,97	1314902,77		МК-2'	421870,41	1314903,20	
кам.5	421921,64	1314914,42		кам.5'	421918,30	1314916,60	
УП-5	421927,58	1314915,19		УП-5'	421926,17	1314917,63	
УП-6	421935,89	1314925,97		УП-6'	421934,48	1314928,40	
УП-7	422090,97	1314947,13		УП-7'	422092,48	1314949,96	
кам.6	422093,85	1314941,26		кам.6'	422094,07	1314946,74	
кам.7	422127,25	1314873,73		кам.7'	422128,43	1314877,22	
УП-8	422128,47	1314871,27		УП-8'	422129,65	1314874,74	
УП-9	422162,22	1314887,65		УП-9'	422161,45	1314890,17	
УП-10	422254,81	1314900,27		УП-10'	422253,37	1314902,70	
УП-11	422260,67	1314908,19		УП-11'	422259,19	1314910,65	
УП-12	422560,90	1314950,53		УП-12'	422562,03	1314953,32	
УП-13	422575,36	1314932,02		УП-13'	422576,46	1314934,83	
УП-14	422969,97	1314994,50		УП-14'	422969,70	1314997,09	
УП-15	423298,90	1315010,84		УП-15'	423298,61	1315013,43	
УП-16	423465,90	1315039,57		УП-16'	423465,29	1315042,10	
УП-17	423630,98	1315091,62		УП-17'	423630,38	1315094,15	
кам.8	423638,77	1315092,86		кам.8'	423635,30	1315094,96	
МК-3	423639,49	1315088,38		МК-3'	423636,42	1315087,88	
УП-18	423752,73	1315111,04		УП-18'	423754,90	1315114,03	
УП-19	423754,82	1315097,97		УП-19'	423756,98	1315100,94	
кам.9	423769,68	1315100,28		кам.9'	423766,75	1315102,43	
УП-20	424278,04	1315178,55		УП-20'	424278,83	1315181,30	
УП-21	424312,96	1315148,79		УП-21'	424315,35	1315150,18	
УП-22	424337,65	1315021,25		УП-22'	424339,95	1315022,73	
УП-23	424364,13	1315002,06		УП-23'	424366,55	1315003,53	
УП-24	424583,53	1313448,28		УП-24'	424586,32	1313447,17	
УП-25	424536,71	1313411,60		УП-25'	424539,49	1313410,47	
кам.9 (КГН)	424540,56	1313393,53		кам.9 (КГН)	424540,56	1313393,53	
кам.14 (К2)	424543,70	1313371,40		кам.14 (К2)	424543,70	1313371,40	

Инд. № подл. Погр. и дата. Взам. инв. №

116/21-ИОС 3.1.Гр					
«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с подводящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением»					
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата
Разраб.	Стрелкова				03.22
Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.					
Н.контр.	Лозинов				03.22
ГИП	Жирнов				03.22
План трассы сети К2, К2Н.					000 "Базис"
Страница	Лист	Листов			
П	11				

Экспликация зданий и сооружений

Номер		Примечание
1	Резервуар сточных вод (Сооружение КНС)	Детализацию см. лист 2 раздела 116/21-ИОС 7.2.Гр



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

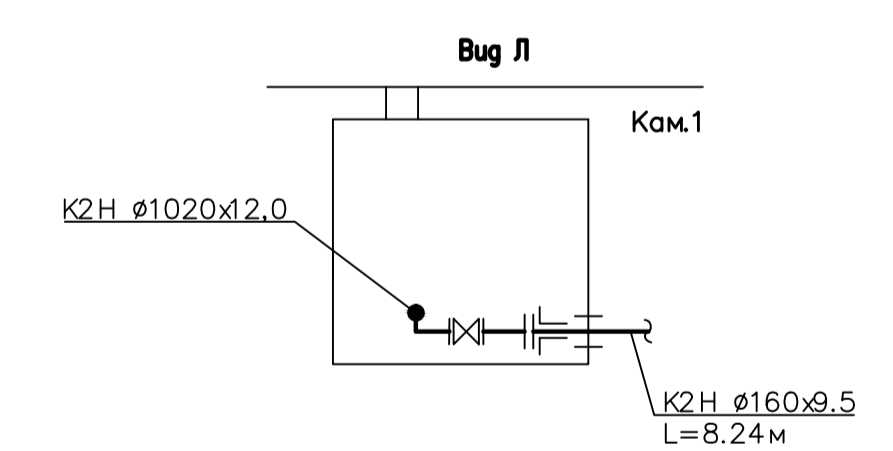
- К2 — Проектируемая канализация поверхностных вод, самотечная
- К2Н — Проектируемая канализация поверхностных вод, напорная

Далее см. лист 13

116/21-ИОС 3.1				
«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с сетевой территории Автозаводского района г. Тольятти с подводящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись
Разраб.	Стрелкова О.Ю.	03.22		
Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.				
Н.контр.	Лазин С.С.	03.22		
ГИП	Жирнов Д.Ю.	03.22		
Стадия	Лист	Листов		
П	12			
Схема сетей К2, К2Н			ООО "БАЗИС"	



Номер	Примечание
1	Резервуар сточных вод (Сооружение КНС) Детализовку см. лист 2 раздела 116/21-ИОС 7.2.Гр



- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
- K2— Проектируемая канализация поверхностных вод, самотечная
  - K2.1- Проектируемая канализация поверхностных вод, самотечная (перелив)
  - K2H— Проектируемая канализация поверхностных вод, напорная
  - K2.2H- Проектируемая канализация поверхностных вод, напорная (барботаж)

Примечания:  
 1. Футляры ø1220x10.0 заливаются бетоном В75 на 0,5м. Заливка производится в верхней части футляра по профилю;  
 2. Неподвижные опоры ставятся на напорном трубопроводе на участках длиной более 100м, через каждые 100м, а так же на углах поворотов, перед вводом трубопровода в колодезь и камеры, после выхода трубопровода из колодезь и камер.

116/21-ИОС 3.1				
Изм.	Кол.уч.	Лист N	док.	Подпись
Разраб.	Стрелкова О.Ю.	03.22		
«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с сетевой территории Автозаводского района г. Тольятти с ливневыми трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.»				
Н.контр.	Логонов С.С.	03.22		
ГИП	Жирнов Д.Ю.	03.22		
Стадия	Лист	Листов		
П	13			
Схема сетей К2, К2Н			ООО "БАЗИС"	



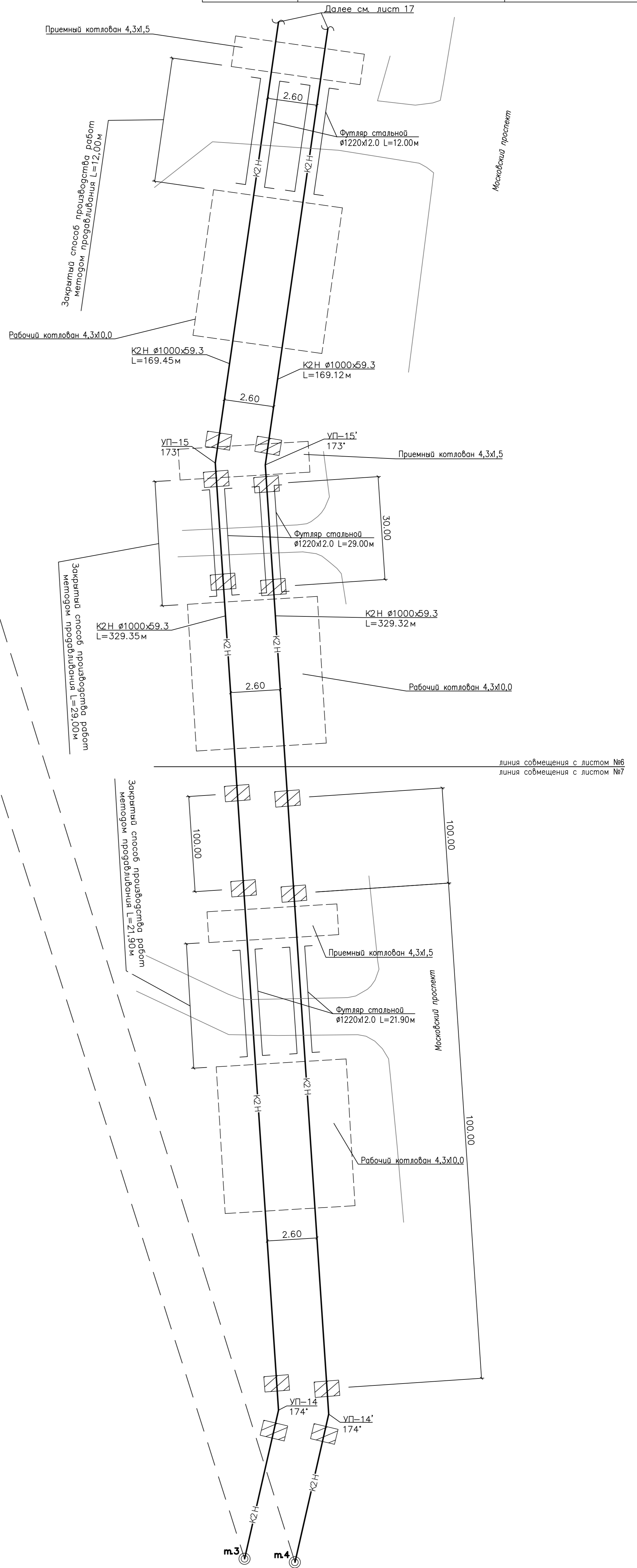
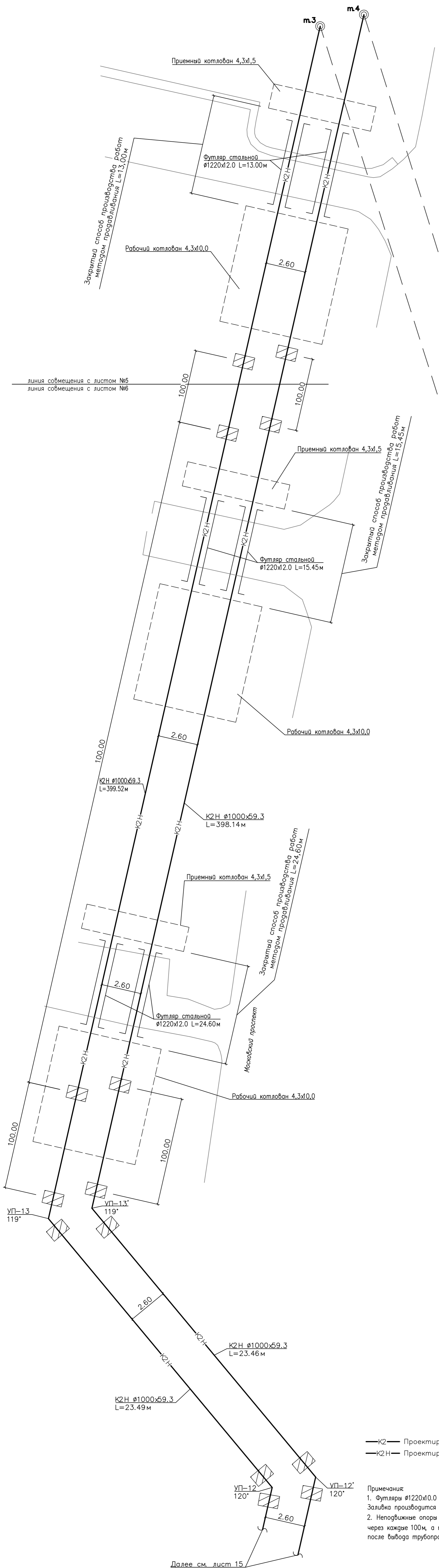


Экспликация зданий и сооружений

Номер	Примечание
1	Резервуар сточных вод (Сооружение КНС)

Детализровку см. лист 2 раздела 116/21-ИОС 7.2.Гр

Далее см. лист 17



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- K2 — Проектируемая канализация поверхностных вод, самотечная
- K2H — Проектируемая канализация поверхностных вод, напорная

Примечания

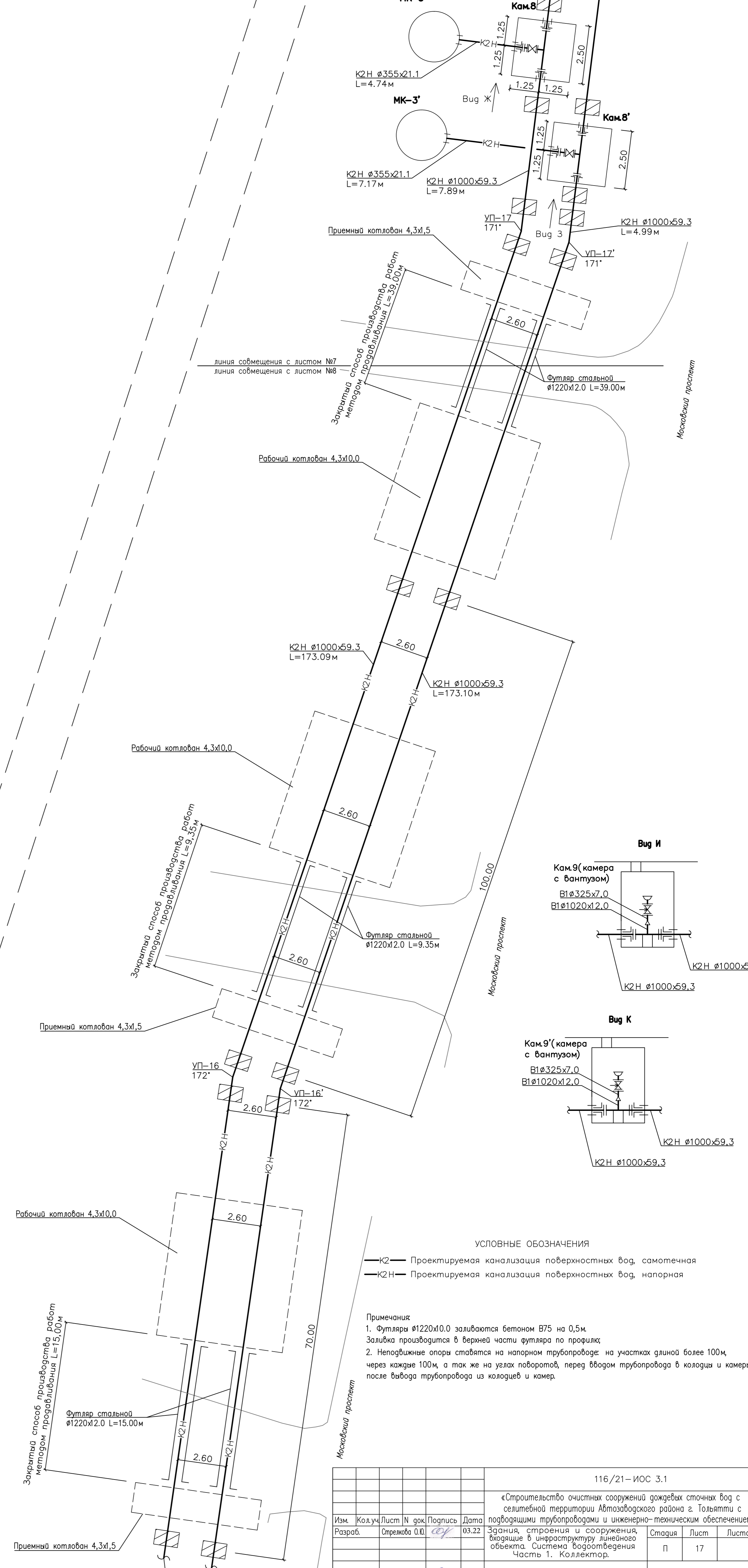
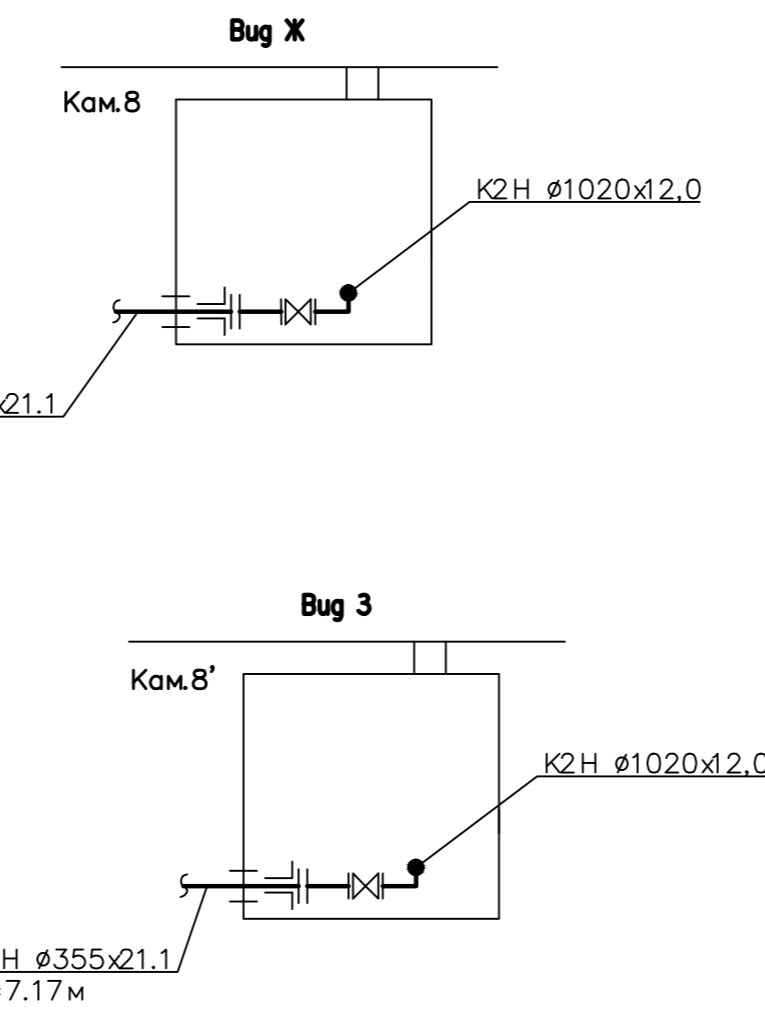
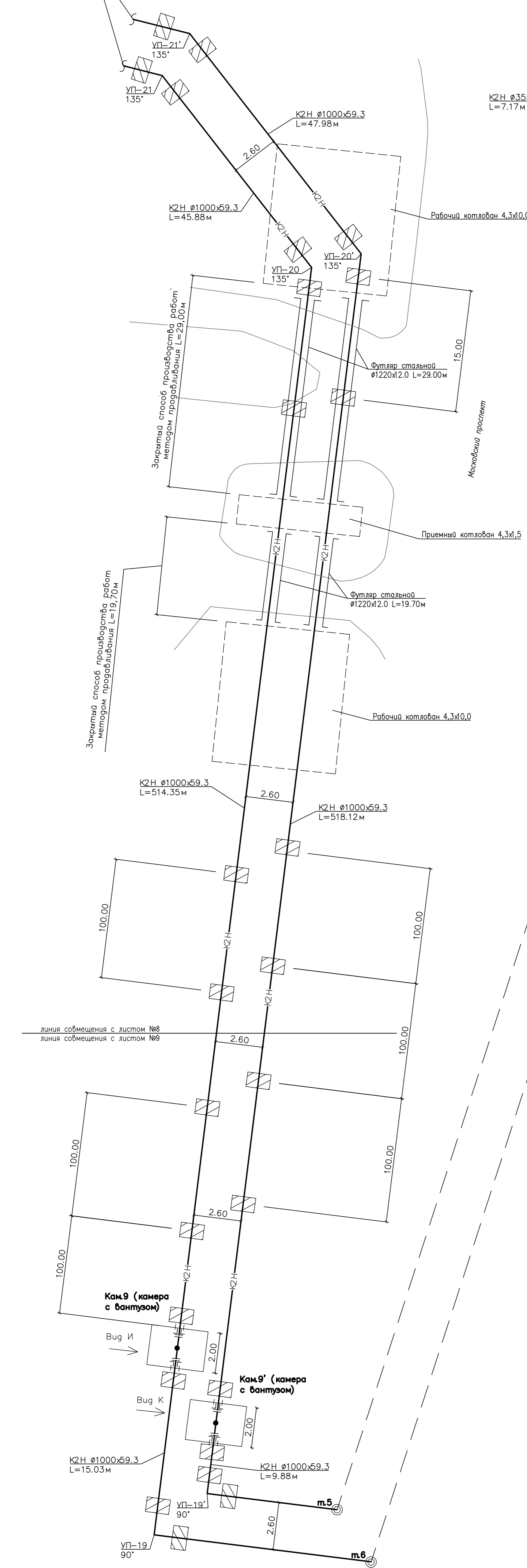
1. Футляры  $\phi 1220 \times 10.0$  заливаются бетоном В75 на 0,5м. Заливка производится в верхней части футляра по профилю;
2. Необходимые опоры ставятся на напорном трубопроводе: на участках длиной более 100м, через каждые 100м, а так же на улах поворотов, перед вводом трубопровода в колодезь и камеры, после вывода трубопровода из колодезь и камер.

116/21-ИОС 3.1									
Изм.	Код.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с подборящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Стрелкова О.И.	03.22							
Н.контр.	Лазин С.С.	03.22				Схема сетей К2, К2Н			ООО "БАЗИС"
ГИП	Жирнов Д.Ю.	03.22							

Экспликация зданий и сооружений

Номер		Примечание
	Резервуар сточных вод (Сооружение КНС)	Детализацию см. лист 2 раздела 116/21-ИОС 7.2.Гр

Далее см. лист 18



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**  
 —K2— Проектируемая канализация поверхностных вод, самотечная  
 —K2H— Проектируемая канализация поверхностных вод, напорная

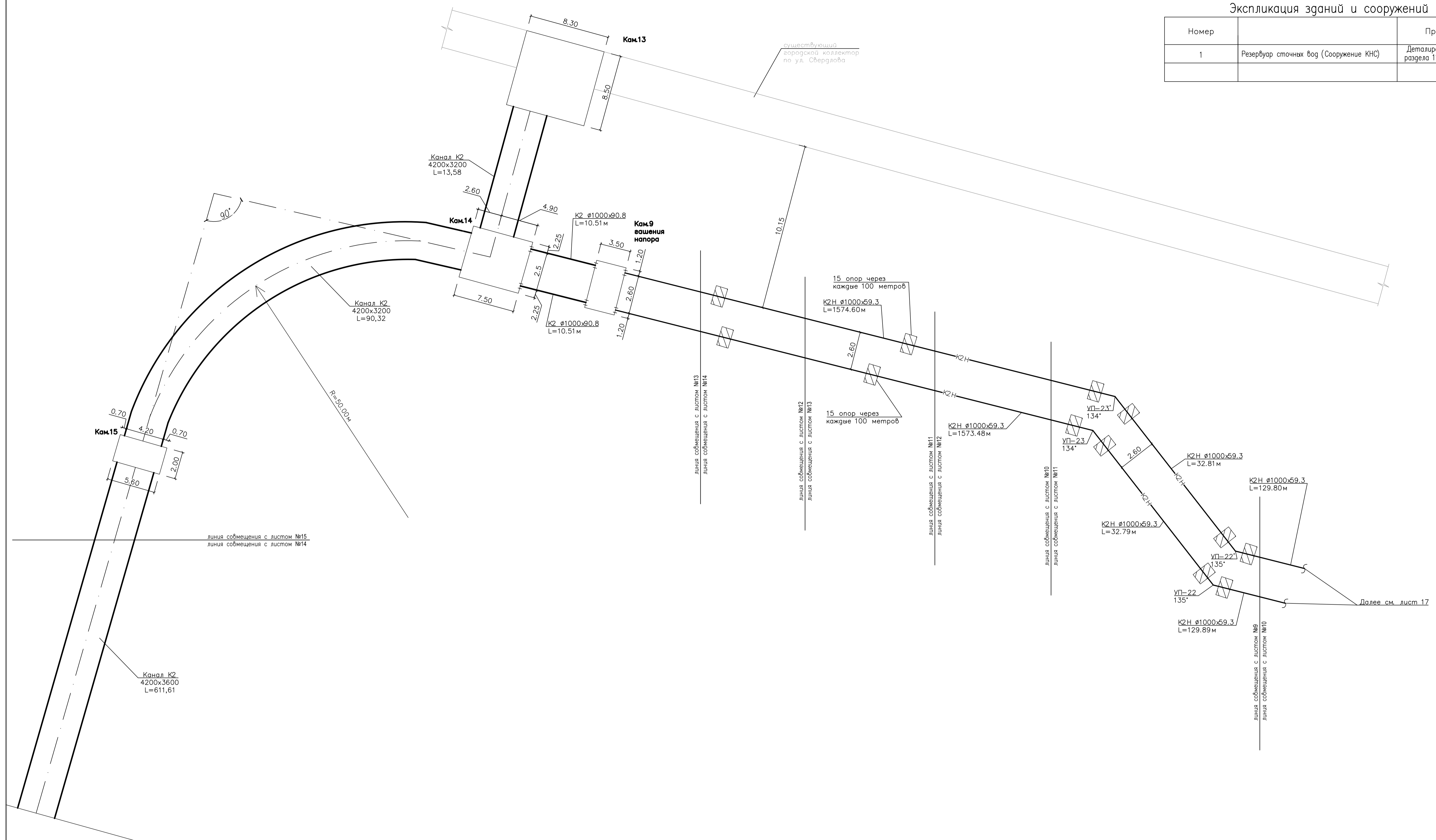
**Примечания:**  
 1. Футляры ø1220x10.0 заливается бетоном В75 на 0,5м.  
 Заливка производится в верхней части футляра по профилю;  
 2. Неподвижные опоры ставятся на напорном трубопроводе на участках длиной более 100м, через каждые 100м, а так же на углах поворотов, перед вводом трубопровода в колодезь и камеры, после вывода трубопровода из колодезь и камер.

116/21-ИОС 3.1			
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док
Разраб.	Стрелкова О.Ю.	03.22	
«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с подводящими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.			
Н.контр.	Лазинев С.С.	03.22	
ГИП	Жирнов Д.Ю.	03.22	
Стация	Лист	Листов	
П	17		
Схема сетей K2, K2H			ООО "БАЗИС"

Инд. № подл. Погр. и дата. Взам. инв. №

Экспликация зданий и сооружений

Номер	Примечание
1	Резервуар сточных вод (Сооружение КНС) Детализацию см. лист 2 раздела 116/21-ИОС 7.2.Гр



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

—К2— Проектируемая канализация поверхностных вод, самотечная

—К2Н— Проектируемая канализация поверхностных вод, напорная

**Примечания**

- Футляры  $\phi 1220 \times 10,0$  заливаются бетоном В75 на 0,5 м. Заливка производится в верхней части футляра по профилю;
- Неподвижные опоры ставятся на напорном трубопроводе: на участках длиной более 100 м, через каждые 100 м, а так же на узлах поворотов, перед вводом трубопровода в колодцы и камеры, после выхода трубопровода из колодцев и камер.

116/21-ИОС 3.1					
Изм.	Код.уч.	Лист N	док.	Подпись	Дата
	Стрелкова О.Ю.				03.22
«Строительство очистных сооружений дождевых сточных вод с селитебной территории Автозаводского района г. Тольятти с подающими трубопроводами и инженерно-техническим обеспечением					
Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Система водоотведения Часть 1. Коллектор.					
Н.контр.	Логинов С.С.				03.22
ГИП	Жирнов Д.Ю.				03.22
Стация	Лист	Листов			
П	18				
ООО "БАЗИС"					

