



СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ» рег. № 200 от 14 августа 2012 г.

Заказчик – Федеральное государственное казённое учреждение «Дирекция по организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, а также по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений полигона «Красный Бор»

Выполнение работ по проектированию ликвидации
накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных
промышленных отходов «Красный Бор»

Этап I. Создание противофильтрационной эшелонированной
завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов
«Красный Бор»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании

Подраздел 7. Технологические решения

ГТП-14/2020-1-ИОС.7

Том 5.7

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	5-5.7		20.12.21
2	193-23		13.07.23
3	328-23		20.09.23



СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ» рег. № 200 от 14 августа 2012 г.

Заказчик – Федеральное государственное казённое учреждение «Дирекция по организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, а также по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений полигона «Красный Бор»

Выполнение работ по проектированию ликвидации
накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных
промышленных отходов «Красный Бор»

Этап I. Создание противодиффузионной эшелонированной
завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов
«Красный Бор»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании

Подраздел 7. Технологические решения

ГТП-14/2020-1-ИОС.7

Том 5.7

Врио первого заместителя генерального
директора
по реализации экологических проектов

_____ А.И. Поляков

« ____ » _____ 2021 г.

Руководитель проекта

_____ С.В. Жаринова

« ____ » _____ 2021 г.

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	5-5.7		20.12.21
2	193-23		13.07.23
3	328-23		20.09.23

2021

Согласовано	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Член Саморегулируемой организации Ассоциации проектировщиков
«СтройОбъединение»

Заказчик – Федеральное государственное казённое учреждение «Дирекция по организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, а также по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений полигона «Красный Бор»

**ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЛИКВИДАЦИИ НАКОПЛЕННОГО ВРЕДА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ
НА ПОЛИГОНЕ ТОКСИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
«КРАСНЫЙ БОР»**

**Этап I. Создание противодиффузионной эшелонированной
завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов
«Красный Бор»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании

Подраздел 7. Технологические решения

ГТП-14/2020-1-ИОС.7

ТОМ 5.7

Главный инженер проекта

Н.В. Булатова

2021 г.

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



ГИДРОПРОЕКТ

Общество с ограниченной ответственностью "Гидропроект"
192007, Россия, Санкт-Петербург, Днепропетровская ул., 14,
лит. Б4-Н, Помещение №2
Телефон: +7 (812) 318-05-60; e-mail: info@gpro.spb.ru

Р/счёт № 40702810738000175796 в ПАО Сбербанк России;
ОГРН 1177746833010; БИК 044525225; ИНН 7703431469/ КПП 781601001

**Заказчик – Федеральное государственное казённое учреждение
«Дирекция по организации работ по ликвидации накопленного вреда
окружающей среде, а также по обеспечению безопасности гидротехнических
сооружений полигона «Красный Бор»**

**«Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного
вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных
отходов «Красный Бор»**

**«ЭТАП I. СОЗДАНИЕ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ
ЭШЕЛОНИРОВАННОЙ ЗАВЕСЫ ВОКРУГ ПОЛИГОНА
ТОКСИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ «КРАСНЫЙ БОР»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Подраздел 7. «Технологические решения»

ГТП-14/2020-1-ИОС7

Том 5.7

Главный инженер

Г.А. Васильев

Главный инженер проекта

С.В. Горбунов

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1(изм.)	5-5.7		20.12.21

Общество с ограниченной ответственностью «АСП-АКВА»
(ООО «АСП-АКВА»)

СРО АП СОПО Рег. № 1371 от 06.07.2017 г.



**Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного
вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных
отходов "Красный Бор"**

**Этап I. Создание противотриационной эшелонированной
завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов
«Красный Бор»**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании

Подраздел 7. Технологические решения

ГТП–14/2020–1-ИОС.7

Том 5.7

Руководитель проекта

Р.Ш.Валеев

Рег. номер НОПРИЗ П-023570

Технический директор

Б.Б.Долматов

Рег. номер НОПРИЗ П-074908

Главный инженер проекта

А.И. Насибуллина

Рег. номер НОПРИЗ П-075414

Зам. главного инженера проекта

И.Г. Васильев

Рег. номер НОПРИЗ П-101873

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
2	193-23		13.07.2023
3	328-23		20.09.2023

2023

Изм. инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №
Инв. № подл.		

Разрешение		Обозначение	Проектная документация Шифр ГТП-14/2020-1-ИОС7		
193-23		Наименование объекта строительства	Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор» Этап I. Создание противодиффузионной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор»		
Изм.	Лист	Содержание изменения		Код	Примечание
		ГТП-14/2020-1-ИОС7 (Графическая часть)			
2	2	Лист заменен. На поперечных разрезах откорректированы марка, ТУ и ширина системы сбора фильтрата (по габаритам производителя), а также ширина засыпки траншеи песком. В деформационном шве доска 2хв.-20х160х600 заменена на пенополистирольные плиты. В ведомости элементов эшелонированной защиты откорректированы объемы материалов.		3	
2	3	Лист заменен. Сечение 1-1 скорректировано с изменением схемы прокладки стальной трубы для кабеля технических средств контрольной системы. Проработано сечение 4-4. Откорректирована таблица объемов основных работ.		3	

Согласовано:

Изм. внес	Шарко	17.03.23	ООО «АСП-АКВА»	Лист	Листов
Проверил	Васильев	17.03.23		1	
ГИП	Насибуллина	17.03.23			
Утв.					

Разрешение		Обозначение	Проектная документация Шифр ГТП-14/2020-1-ИОС7		
328-23		Наименование объекта строительства	Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор» Этап I. Создание противofильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор»		
Изм.	Лист	Содержание изменения	Код	Примечание	
		ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ (Пояснительная записка)			
3	84, 86	Листы изменены. Откорректированы данные по маркам применяемых кабелей, добавлена информация по монтажу новых стоек для установки оборудования.	3		
		ГТП-14/2020-1-ИОС7 (Графическая часть)			
3	5	Лист изменен. Откорректированы данные по маркам применяемых кабелей, данные по параметрам применяемых стальных труб.	3		

Согласовано:


Изм. внес	Князьков	20.09.23	ООО «АСП-АКВА»	Лист	Листов
Проверил	Васильев	20.09.23		1	
ГИП	Насибуллина	20.09.23			
Утв.					

бозначение	Наименование	Примечание
1	2	3
ГТП-14/2020-1-5.7С	Содержание тома	
	<u>Текстовая часть</u>	
ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Пояснительная записка	
	<u>Графическая часть</u>	
ГТП-14/2020-1-ИОС7 лист 1	План. М 1:1000.	
ГТП-14/2020-1-ИОС7 лист 2	Конструкция противофильтрационной эшелонированной завесы.	
ГТП-14/2020-1-ИОС7 лист 3	Противофильтрационная эшелонированная завеса. Контрольная и контрольно-инъекционная системы.	
ГТП-14/2020-1-ИОС7 лист 4	Основные виды ресурсов для технологических нужд полигона. Газоснабжение.	
ГТП-14/2020-1-ИОС7 лист 5	Решения, направленные на предотвращение насанкционированного доступа на полигон. Периметровая сигнализация. Видеонаблюдение.	

ГТП-14/2020-1-5.7С					
Изм.	Колуч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Кошуков				
Проверил	Шпак				
Н. контроль	Васильев				
СОДЕРЖАНИЕ ТОМА					
		Стадия	Лист	Листов	
		П	1	1	
					

Оглавление.

1.....	Исходные данные и положения.....	3
1.1.	Основание для проектирования. Исходные данные и условия. Нормы проектирования.....	3
1.2.	Характеристика местоположения участка проектирования. Сведения о полигоне.....	10
1.3.	Сведения о топографических и инженерно-геологических условиях участка.....	18
1.4.	Сведения о гидрологических, метеорологических и климатических условиях участка проектирования.....	28
2.....	Сведения об объекте.....	37
2.1.	Технологические решения.....	60
3.2.1	Система барьеров (противофильтрационных завес).....	61
3.2.2	Контрольная система.....	66
3.2.3	Контрольно – инъекционная система.....	67
3.2.4	Система сбора фильтрата.....	68
3.....	Монолитная железобетонная плита по верху эшелонированной противофильтрационной завесы (ПФЗ). Внутренний водоотвод.....	71
4.....	Основные виды ресурсов для технологических нужд полигона.....	79
4.1.	Газоснабжение.....	81
5.	Решения, направленные на предотвращение несанкционированного доступа на полигон. Периметровая сигнализация. Видеонаблюдение.....	83

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ		
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата			
ГИП		Горбунов				Стадия	Лист	Листов
						П	1	88
Разработал		Шпак				ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 		
Проверил		Горбунов						
Н. контр.		Васильев						

Приложение:

Приложение 1. Письмо ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор» №01-00/142 от 09.02.2021 о рассмотрении и согласовании проектной документации по переустройству сетей, попадающих в зону производства работ (1 лист).

Приложение 2. Схема существующего газопровода в месте пересечения с проектируемой ПФЗ (фрагмент из рабочего проекта ФГУП «Российский научный центр «Прикладная химия», 2005 г.) (2 листа).

Приложение 3. Технические условия на перенос сети газоснабжения, попадающей в зону производства работ ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор» от 26.11.2020 (2 листа).

Приложение 4. Технические условия на переустройство попадающих в зону производства работ по этапу I систем охранной сигнализации и видеонаблюдения ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор» от 26.11.2020 (2 листа).

Приложение 7. Оценка объемов поступления фильтрата во внутреннюю дренажную систему, СПБО ИГЭ РАН (3 листа).

Проектная документация выполнена в соответствии с заданием, техническими регламентами, в том числе, устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации сооружения и безопасного использования прилегающей к нему территории, и с соблюдением технических условий, действующих норм, правил, государственных стандартов и Федерального закона № 384-ФЗ.

Главный инженер проекта

С.В. Горбунов

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		2

1. Исходные данные и положения.

1.1. Основание для проектирования. Исходные данные и условия. Нормы проектирования.

Проектная документация по строительству противофильтрационной эшелонированной завесы по периметру полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор» разработана в составе проекта «Ликвидация накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор» Этап I. Создание противофильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсических промышленных отходов «Красный Бор».

Разработка проектной документации на комплекс работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде по объекту «Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор», производится с целью достижения нормативов качества окружающей среды, санитарно-гигиенических и строительных норм и правил.

Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор» предусмотрено в два этапа:

Этап I. Создание противофильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсических промышленных отходов «Красный Бор».

Этап II. Создание инфраструктуры для обезвреживания (переработки) содержимого открытых карт и рекультивация территории полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор».

В соответствии с принятыми проектными решениями в состав работ этапа I включено:

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							3
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

1. Строительство противофильтрационной эшелонированной завесы (ПФЗ), обеспечивающей надёжный разрыв гидрологической связи территории полигона с окружающей территорией (вертикальный защитный экран).

2. Усиление до начала строительства ПФЗ дамб обвалования карт №59, 64 66, 67, 68 с целью обеспечения безопасности гидротехнических сооружений в период до их ликвидации, в том числе в период производства работ по возведению противофильтрационной завесы.

Основанием разработки проектной документации являются:

– Техническое задание на выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор»; приложение к государственному контракту от 05.06.2020 №3/2020ЕИ;

– Паспорт федерального проекта «Чистая страна», утверждённый протоколом проектного комитета по национальному проекту «Экология» от 21.12.2018 №3;

– Распоряжение Правительства РФ от 14.02.2020 №289-р.

Местоположение полигона – Ленинградская область, Тосненский муниципальный район, Красноборское городское поселение, территория полигона «Красный Бор».

Государственный заказчик и эксплуатирующая полигон организация:

Федеральное государственное казённое учреждение «Дирекция по организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, а также по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений полигона «Красный Бор» (ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»).

Стадия проектирования – проектная документация.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							4
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Исходные данные для проектирования:

1. Технический отчёт по результатам инженерно-геодезических изысканий для подготовки проектной документации; ООО «ПРОЕКТ 108», 2020 год;

2. Технический отчёт по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации; ООО «ПРОЕКТ 108», 2020 год;

3. Технический отчёт по результатам гидрометеорологических изысканий для подготовки проектной документации, ООО «ПРОЕКТ 108», 2020 год;

4. Технический отчёт по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации; ООО «ПРОЕКТ 108», 2020 год;

5. Технический отчёт по результатам технического обследования зданий и сооружений; ООО «Проект 108», 2020 год;

6. Специальные технические условия на выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор» Этап I, согласованные письмом Минстроя России №10689-ИФ/03 от 19.03.2021 и утверждённые Директором ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор» А.Д. Трутневым 03.02.2021;

7. ГТП-14/2020-ТО.1 (970-ТО.1) «Выполнение работ по проведению обследований, инженерных изысканий и проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор». Обследование гидротехнических сооружений». Технический отчёт; ООО «Институт Красноярскгидропроект», 2021 год;

8. ГТП-14/2020-ТО.2 (970-ТО.2) «Выполнение работ по проведению обследований, инженерных изысканий и проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор». Обследование гидротехнических сооружений».

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							5
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Технический отчёт; ООО «Институт Красноярскгидропроект», 2021 год;

9. Отчёт на тему: «Научное сопровождение инженерных изысканий и разработка математической геолого-гидрогеологической модели в рамках выполнения работ по объекту: Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор»; СПбО «Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева» РАН, 2021;

10. Технические условия на переустройство сетей, попадающих в зону производства работ;

11. Материалы инженерных изысканий прошлых лет;

12. Материалы проектных решений прошлых лет.

Целью создания эшелонированной противofильтрационной завесы является предотвращение фильтрации вредных веществ с территории полигона для обеспечения защиты грунта, грунтовых и поверхностных вод от загрязнения.

Экологические эффекты при строительстве ПФЗ:

- локализация загрязнённых отходов на полигоне;
- предотвращение загрязнения грунтовых вод поверхностного горизонта на прилегающей территории;
- недопущение проникновения грунтовых вод с прилегающей территории на полигон с целью предотвращения их загрязнения.

Основные нормы проектирования:

- Земельный кодекс (ЗК РФ) от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 31.07.2020);
- Градостроительный кодекс РФ (ГрК РФ) от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 31.07.2020);
- Водный кодекс РФ (ВК РФ) от 03.06.2006 №74-ФЗ (ред. от 24.04.2020);
- Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (в ред. от 31.12.2017 г.) «Об охране окружающей среды»;
- Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		6

- Федеральный закон от 21.07.1997 №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»;
- Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- Федеральный закон от 06.03.2006 № 35-ФЗ (ред. от 18.03.2020) «О противодействии терроризму»;
- Постановлению Правительства РФ от 04.05.2018 № 542 (ред. от 25.12.2019) «Об утверждении Правил организации работ по ликвидации вреда окружающей среде»;
- Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 28.04.2020) «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию»;
- Постановление Правительства РФ от 4 июля 2020 года N 985 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»;
- СП 127.13330.2017 «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию (актуализированная редакция СНиП 2.01.28-85);
- ПБ 03-438-02 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов»;
- СП 250.1325800.2016 «Здания и сооружения. Защита от подземных вод»;
- СП 103.13330.2012 «Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод. Актуализированная редакция СНиП 2.06.14-85»;

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		7

- СП 131.13330.2018 «Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01-99*)»;
- СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*);
- СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» (актуализированная редакция СНиП 33-01-2003);
- СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» (актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87);
- СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85);
- СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями N 1-5))»;
- СП 42-102-2004 «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб»;
- СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы»;
- СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» (актуализированная редакция СНиП 52-10-2003);
- СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений»;
- СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*);
- СП 48.13330.2019 «Организация строительства» (актуализированная редакция СНиП 12-01-2004);
- СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85);
- СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями N 1-5))»;
- СП 42-102-2004 «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб»;
- СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы».

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		8

- Руководство по проектированию стен сооружений и противофильтрационных завес, устраиваемых способом «стена в грунте» (НИИОСП им. Н. М. Герсевича). М., Стройиздат, 1977;
- Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства, ЦНИИПромзданий Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1984 год.

Кроме вышеперечисленных нормативных документов при разработке документации использованы и другие нормативные источники информации, материалы, полученные от заинтересованных организаций, справочная литература.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							9
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Ближайшие населённые пункты и объекты (рисунок 1):

– на северо-западе, севере и северо-востоке на расстоянии более 2 км г. Колпино;

– на востоке на расстоянии 1950 м г. Никольское;

– на юго-востоке на расстоянии 1335 м деревня Мишкино;

– на юге автомобильная дорога 41К-173 Ям-Ижора-Никольское, на расстоянии 1060 м территория СНТ «Озерки» в массиве «Поргузи», на расстоянии 1170 м деревня Феклистово;

– на юго-западе полоса отчуждения железной дороги, на расстоянии 1530 м посёлок городского типа «Красный Бор»;

– на западе карьер кембрийской глины «Красный Бор».

Полигон эксплуатирует Федеральное государственное казённое учреждение «Дирекция по организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, а также по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений полигона «Красный Бор» (ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»), до 06.08.2020 ФГКУ «ДОБ ГТС полигона «Красный бор».

Полигон «Красный Бор» был введён в эксплуатацию в 1969 году как природоохранный объект, обеспечивающий стабильную работу промышленных предприятий города и Ленинградской области. На полигоне производились работы по обезвреживанию и размещению отходов I-IV классов опасности.

Земельный участок был выбран в 6 км от города Колпино исходя из благоприятных геологических условий: наличия мощной толщи кембрийских глин (80-110 м), которые характеризуются низким коэффициентом фильтрации. Считалось, что глины обеспечат полную герметичность хранилища и помешают проникновению жидких фракций отходов в окружающую среду.

Полигон занимает 67,4 га, в том числе площадь зоны складирования отходов – 46,7 га (рисунок 2).

На полигон почти полвека сюда ежегодно свозили примерно по 113 тыс. тонн отходов.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		11



Рисунок 2. План полигона.

Отходы, размещённые на полигоне, представляют собой 4 промышленные технологические группы:

- промышленные отходы органического состава;
- промышленные отходы неорганического состава;
- твёрдые малоопасные промышленные отходы;
- особо токсичные отходы (промышленные отходы 1 класса опасности).

Отходы I класса размещали в герметичных стальных контейнерах, которые осторожно загружали в синие глины на глубину 7 метров. II-IV классов опасности — в карты по типам: кислотные, щелочные, органические. В итоге за годы эксплуатации образовалось 70 карт, которые заполнили 1.7 млн. тонн высокотоксичных отходов.

Карты представляют собой наливные ёмкости заглублённого типа, выработанные в толще кембрийских глин. Обвалование по периметру дамб выполнялось из расчёта: 1,2 м. выше от максимального уровня жидких отходов. Заложение откосов дамб: от 1:0,5 до 1:1,5. Ширина дамбы по гребню около 2 м.

С северо-запада к полигону подходит автодорожный подъезд, соединяющийся с автодорогой Колпино – Карьер глин и уличной сетью Колпинского района Санкт-Петербурга (Понтонная ул.). На въезде расположен

существующий КПП и автомобильные весы с площадками для осмотра автотранспорта.

Вся территория разделена на функциональные зоны: административно-хозяйственную (вдоль северной границы) и зону захоронения отходов.

Полигон не относится к категории опасных производственных объектов.

Ресурс полигона по размещению промышленных отходов к началу 1990-х годов был полностью исчерпан. Для увеличения ёмкости карт и предотвращения перелива из них неоднократно производилась обваловка карт. На полигоне регулярно вспыхивали сильные пожары (в 2006, 2008, 2011, 2014 годах), сопровождающиеся выбросом в атмосферу опасных химических веществ.

К середине 1990-х годов полигон стал представлять реальную угрозу экологическому благополучию региона. Загрязнению подвергались соседние территории, грунтовые воды, реки, а также атмосфера.



Рисунок 3. Административно-хозяйственная зона и зона размещения отходов.

В конце 2014 года полигон перестал принимать отходы. Деятельность полигона сосредоточилась на его безопасном содержании и проведении мер по повышению экологической стабильности предприятия. Началась активная работа по реабилитации полигона.

В последующие годы на объекте провели ряд неотложных противоаварийных мероприятий, направленных на снижение риска загрязнения водных объектов, повысив экологическую безопасность полигона.

В 2001-2003 году по внешнему контуру полигона был построен, взамен старого, Кольцевой канал с грунтовыми откосами и невысокими бетонными лотками, уложенными по дну канала.

В 2016-2017 годах на картах №№68, 64 были выполнены работы по устройству плавающего укрывного противofильтрационного покрытия с использованием геомембраны на основе полиэтилена высокой плотности (рисунок 4). Данное мероприятие позволило минимизировать попадание атмосферных осадков в карты и, тем самым, избежать переполнения карт. Для откачки стоков с поверхности геомембран установили насосы. Кроме того, произвели ремонт наиболее проблемных участков дамб обвалования.



Рисунок 4. Карты полигона. На переднем плане карты №№68, 64 с временным геомембранным покрытием на понтонах.

Согласно выполненным инженерно-экологическим изысканиям (ш. ГТП-14/2020-ИЭИ) пять карт-котлованов №№ 59, 64, 66, 67, 68, которые остаются открытыми, содержат 340 560 м³ жидких токсичных отходов, в т.ч. 6190 м³ пастообразных отходов. Самой большой картой глубиной 24,5 м и общей площадью 1,96 га является 64-я карта. Следующая по размерам карта – № 68, имеет

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							14
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

глубину 9,5 м и общую площадь 1,24 га. Карты №№59, 66, 67 имеют меньшие размеры и объем.



Рисунок 5. Схема размещения эксплуатируемых и ранее рекультивированных карт.

Несмотря на проведённые и проводимые работы, полигон по-прежнему остаётся источником негативного воздействия на окружающую среду, в первую очередь на подземные и поверхностные воды.

Санитарно-защитная зона полигона имеет ширину в 1 км от границ предприятия.

Полигон токсичных промышленных отходов «Красный Бор» приказом МПР РФ от 25.09.2018 №458 включён в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде.

Накопленный вред окружающей среде объекта характеризуется:

- общая площадь территории - 674 000 кв. м.;
- объем ЗВ/отходов – 1 648.077 тыс. тон;
- класс опасности – I – IV;
- количество населения на территории, на которой испытывается негативное воздействие в следствии ОНВОС – 316.995 тыс. человек;
- количество населения, проживающего на территории, ОС на которой находится под угрозой негативного воздействия вследствие расположения ОНВОС – 6 363.077 тыс. человек.

Существующие на полигоне очистные сооружения физико-химической очистки ливневых сточных вод предназначены для очистки поверхностных (ливневых и талых) сточных вод от взвешенных веществ, нефтепродуктов, органических примесей, части тяжелых металлов и включают следующие стадии очистки:

- отстаивание и усреднение;
- реагентная обработка;
- физико-химическая флотационная очистка;
- фильтрация и сорбция на комбинированных песчаных и сорбционных угольных фильтрах;
- обеззараживание на ультрафиолетовом стерилизаторе.

Очистные сооружения были реконструированы в соответствии с проектом, разработанным ООО «АкваПромПроект»; Санкт-Петербург, 2014. Производительность действующих очистных сооружений составляет 480 м³/сутки (20 м³/час).

Проектные характеристика очистных сооружений

Наименование показателей	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность очистки, %
	До очистки	После очистки	
Взвешенные вещества	452,77	10,75	97,6
ХПК	495,36	30	93,9
БПК _{полн}	110	4	96,4
Нефтепродукты	43,92	0,3	99,3

Очищенные стоки через береговой сосредоточенный незаглублённый выпуск сбрасываются в Магистральный канал и далее поступают в руч. Большой Ижорец, приток второго порядка р. Ижоры. Учёт расхода сбрасываемых через выпуск №1 стоков ведётся расходомером. Утверждённый расход поверхностных сточных вод, в т.ч. дренажных – 148,5 м³/час, 188,368 тыс м³/год.

Водоотведение *хозяйственно-бытовых* и *производственных* стоков осуществляется в заглублённый резервуар, откуда по мере накопления они откачиваются и вывозятся специализированной организацией для сброса в общесплавные сети ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

Территория полигона ограждена. Вдоль её границы имеется видеонаблюдение, наружное освещение и система охранной сигнализации.

На земельном участке полигона объекты культурного наследия, включенные в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и выявленные объекты археологического наследия на территории полигона, отсутствуют.

Объекты, обладающие признаками объекта культурного наследия (в том числе археологического), и защитные зоны объектов культурного наследия на участке реализации проектных решений, отсутствуют.

Особо охраняемые природные территории на участке реализации проектных решений отсутствуют.

Обследование дамб обвалования карт, выполненное ООО «Институт Красноярскгидропроект» в 2021г., выявило, что дамбы обвалования карт №59, 64 66, 67, 68 находятся в аварийном состоянии и требуют укрепления.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		17

1.3. Сведения о топографических и инженерно-геологических условиях участка.

Топографические условия участка.

Территория полигона расположена в Тосненском районе Ленинградской области и в геоморфологическом отношении приурочена к равнине в пределах предглинтовой Приневской низменности, которая приурочена к предглинтовому понижению древней Кембрийской низине.

К югу от полигона происходит повышение поверхности до отметок 35-40 м у дер. Поркузи. К северу от полигона (на протяжении километра) – понижение рельефа от 17 м до 12-13 м, далее происходит резкое склонение в северо-восточном направлении к долине реки Тосна и в северо-западном направлениях к долине реки Ижора.

Полигон расположен в междуречье рек Тосны и Ижоры на стыке трех геоморфологических зон: с юга моренная равнина, к востоку и западу озерно-ледниковая песчаная равнина, а в северной части – болотистая низменность.

Рельеф участка низинно-равнинный с незначительным понижением в северном направлении, в связи с чем, наблюдается слабый поверхностный сток, что, в свою очередь, приводит к широкому развитию процессов заболачивания. Процессу заболачивания также способствуют распространённые на участке тяжёлые водонепроницаемые породы.

В пределах полигона рельеф более сложный и изрезанный, вследствие проводимых в разное время земляных и строительных работ, связанных с перемещением и подсыпкой грунта. Поверхность полигона покрыта техногенными грунтами преимущественно глинистого состава.

Современный техногенный рельеф полигона образован сложной совокупностью системы водоёмов и водотоков с абсолютными отметками уреза воды от 17,03 м до 20,7 м, и насыпей, валов с отметками от 19,00 м до 23,81 м.

Абсолютные отметки поверхности площадки строительства 16,56 м до 21,25 м.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							18
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Участок строительства представляет собой территорию, застроенную одно и двухэтажными административно-производственными зданиями, развита сеть инженерных коммуникаций. Строения располагаются, в основном, вдоль северной границы полигона.

Полный технический отчёт по инженерно-геодезическим изысканиям, выполненным в 2020 году, представлен в материалах изысканий по объекту «Ликвидация накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор».

Инженерно-геологические условия участка

Геологические условия определяются положением полигона на склоне Балтийского кристаллического щита в непосредственной близости к области выхода на дневную поверхность древних палеозойских отложений и докембрийских пород.

Геологическое строение исследуемого участка до глубины 136,00 м представлено современными техногенными образованиями (tQIV), верхнечетвертичными озерно-ледниковыми (lgIIIvdb) отложениями, залегающими на нижнекембрийских отложениях (Є1). Кровля нижнекембрийских отложений полого погружается в направлении с юга на север.

Геологический разрез представлен сверху вниз следующими литологическими разностями грунтов:

Четвертичные отложения

Почвенно-растительный слой (ИГЭ-1) (pdQIV);

Современные техногенные отложения (tQIV) вскрыты с поверхности, представлены преимущественно насыпном грунтом:

- песок мелкий желтовато-коричневый, рыхлый, средней степени водонасыщения, с прослоями суглинка полутвердого, с редким включением мусора строительного (ИГЭ-2). Мощность техногенных отложений по скважинам составляет 0,4-5,6 м.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							19
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

- суглинок темно-коричневый, тугопластичный, с включением строительного мусора (ИГЭ-2а). Мощность техногенных отложений по скважинам составляет 0,0-5,0 м.

Верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения (lgIIIvdb)
представлены:

- песок пылеватый, коричневато-серый, в кровле с примесью торфа, средней плотности, средней степени водонасыщения, ниже уровня воды водонасыщенный (ИГЭ-3). Мощность отложений 0,2-4,5 м. Отложения вскрыты на глубине от 0,0 до 8,2 м в абсолютных отметках 8,87-25,35 м;

- торф черно-коричневый, рыхлый, средней степени водонасыщения, ниже уровня воды водонасыщенный, сильноразложившийся (ИГЭ-3а). Мощность отложений 0,2-1,4 м. Отложения вскрыты на глубине от 0,4 до 4,1 м в абсолютных отметках 14,06-19,43 м;

- суглинок серый, тугопластичный, с редкими включениями дресвы, крист. пород (ИГЭ-4). Мощность отложений 0,3-7,3 м. Отложения вскрыты на глубине от 0,1 до 7,3 м в абсолютных отметках 8,66-23,55 м;

- суглинок серый, полутвердый, с прослоями песка ср. крупности, с включением гравия, дресвы крист. пород, обводнен по прослоям песка (ИГЭ-4а). Мощность отложений 0,6-5,0 м. Отложения вскрыты на глубине от 1,4 до 7,8 м в абсолютных отметках 9,22-17,53 м.

- песок гравелистый светло-серый, средней плотности, средней степени водонасыщения, ниже УГВ водонасыщенный (ИГЭ-4б). Мощность отложений 0,5-2,5 м. Отложения вскрыты на глубине от 1,1 до 6,0 м в абсолютных отметках 12,03-18,63 м;

- суглинок серый, пылеватый, мягкопластичный, с прослоями супеси пастичной, загрязненный, с едким запахом (ИГЭ-4в). Мощность отложений 0,8-3,9 м. Отложения вскрыты на глубине от 0,5 до 3,6 м в абсолютных отметках 14,91-17,99 м;

- глина серо-зеленая, песчанистая, полутвердая, с прослоями суглинка тугопластичного, с включением дресвы крист. пород (ИГЭ-4г). Мощность

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							20
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

отложений 0,2-3,7 м. Отложения вскрыты на глубине от 0,6 до 6,4 м в абсолютных отметках 11,44-23,23 м;

- супесь коричневатая-серая, пластичная, с прослоями песка средней крупности серого (ИГЭ-4д). Мощность отложений 0,4-4,3 м. Отложения вскрыты на глубине от 0,1 до 5,8 м в абсолютных отметках 13,75-18,7 м;

Нижнекембрийские отложениях (Є1) представлены:

- глина голубовато-серая, пылеватая, легкая, твердая (ИГЭ-5). Мощность отложений 0,6-99,8 м. Отложения вскрыты на глубине от 2,8 до 14,0 м в абсолютных отметках 1,1-20,45 м;

- глина дислацированная голубовато-серая, пылеватая, легкая, твердая, с редким включением дресвы (ИГЭ-5а). Мощность отложений 0,3-8,2 м. Отложения вскрыты на глубине от 1,3 до 9,4 м в абсолютных отметках 5,6-21,55 м.

Для кровли кембрийских глин характерно, что в зоне участка строительства имеется уклон с юга на север.

Подошва отложений до глубины 136,0 м не вскрыта.

Исследования коэффициента фильтрации кембрийских глин на всю мощность слоя (84,8 м) показали, что в локальном и региональном масштабах глины являются надежным водоупором. Коэффициента фильтрации кембрийских глин не превышает допустимых по СП 127.13330.2017 значений.

Поэтому, кембрийские глины (ИГЭ 5а, ИГЭ 5) могут быть использованы в качестве основания для ПФЗ.

Для ПФЗ рекомендуется опустить ее основание на 1 м ниже водоупора - кровли кембрийских глин.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		21

Гидрогеологические условия.

Гидрогеологические условия площадки объекта охарактеризованы наличием двух водоносных горизонтов:

- первый от поверхности водоносный горизонт грунтовых вод, который объединяет в себе воды техногенных и четвертичных отложений различного генезиса;

- ломоносовский водоносный горизонт, представленный кембрийскими песчаниками.

Водоупорный слой кембрийских глин мощностью около 100 м отделяет два водоносных горизонта друг от друга. По материалам бурения геологоразведочной скважины в районе площадки изысканий зафиксирован слой кембрийских глин мощностью 95,6 м.

Голоцен-осташковский озёрный, ледниково-озёрный водоносный горизонт (lgIIIos-IV)

Один из наиболее распространённых водоносных горизонтов четвертичной системы. Он объединяет близкие по составу отложения осташковского горизонта и голоцена. Эти горизонты не разделены водоупором и, в сущности, представляют единый водоносный горизонт. Водоносный горизонт распространён повсеместно. Залегает на глубине 0,0-3,0 м, абсолютные отметки 35,0-10,0 м на морене осташковского горизонта и на глинах ледниково-озёрного относительно водоупорного горизонта и обычно первым от поверхности, иногда перекрыт торфом биогенного горизонта, песками аллювиального горизонта. Голоцен-осташковский горизонт представлен песками различной зернистости – мелко, тонкозернистые, реже среднезернистые, хорошо отсортированные. Изредка, обычно в нижней части горизонта, встречаются прослой гравелистых песков. Мощность горизонта изменяется от 6,0 до 15,0 м. Наибольшая мощность (15,0-20, м) горизонта развита в Предглинтовой и Приневской низменности, уменьшаясь до 5 м к югу.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		22

Подземные воды горизонта имеют свободную поверхность, уровень расположен на глубине 0,8 до 2,4 м. Абсолютные отметки уровня изменяются от 11,1 до 22,5 м (скв.54, 35).

Коэффициент фильтрации отложений составляет 0,001-4,1 м/сут. Удельные дебиты скважин составляют 0,07-0,16 л/с·м.

Подземные воды горизонта пресные с минерализацией 0,1-0,2 г/л. Преобладает гидрокарбонатный магниевый-кальциевый или кальциево-магниевый тип. В подземных водах горизонта наряду с гидрокарбонат – ионом в сопоставимых количествах присутствует ион сульфата, так же отмечаются воды со смешанным катионным составом.

Питание горизонта осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков и перетекания из смежных водоносных горизонтов. Горизонт дренируется речной сетью и за счёт перетекания в смежные горизонты, расположенные на более низких гипсометрических уровнях. Горизонт широко используется для местного индивидуального водоснабжения.

Нижнекембрийский (ломаносовский) водоносный горизонт (Є1)

Водоносный горизонт распространен всей территории площади работ. Площадь выхода горизонта под четвертичные образования прослеживается в виде извилистой полосы шириной 0,5-2,5 м на Предглинтовой и Приневской низменности. На остальной части территории горизонт перекрыт лонтоваскими глинами.

Водоносный горизонт сложен тонко- и мелкозернистыми песчаниками с прослоями глин и алевролитов. Мощность увеличивается от 3-5 м в зоне выклинивания до 10-25 м в южной и юго-восточной частях территории. В Предглинтовой низменности глубина залегания кровли горизонта в зависимости от мощности перекрывающих четвертичных образований и лонтоваских глин составляет 60-100 м, южнее глинта с погружением горизонта под осадочную толщу кембрия и ордовика глубина залегания увеличивается до 128-164 м. Подстилающими породами повсеместно являются глины котлинского горизонта верхнего венда.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		23

Водоносный горизонт содержит напорные воды. Величина напора закономерно увеличивается по падению кровли на юг и юго-восток от 51 м до 135 м. Уровень воды устанавливается на Предглинтовой низменности на глубине 4,3-14 м, на Тосненской равнине увеличивается до 30 м.

Движение подземных вод ломоносовского горизонта происходит в северном направлении от Тосненской равнины к Предглинтовой низменности, а также на Приневской низменности. Абсолютные отметки уровня уменьшаются от 35 до 5 м.

Водообильность горизонта слабая. Удельный дебит скважин составляет 0,003-0,01 л/с·м (скв. 70, скв. 73). Водопроницаемость по результатам опытно-фильтрационных работ 2008 г. составила 0,8 м²/сут, коэффициент пьезопроводности 3,9·10⁵ м²/сут.

Подземные воды горизонта на рассматриваемой территории имеют преимущественно хлоридный натриевый состав с минерализацией 1,8-3,6 г/л. В связи со слабой водообильностью и повышенной минерализацией подземных вод горизонт для хозяйственно-питьевого водоснабжения на площади работ не используется.

Относительно грунтовых вод по результатам изысканий сделано ряд выводов:

1. Поток подземных вод приходит на Полигон с юга. На северной границе Полигона поток разделяется на 2 части. Первая часть стремится на запад и разгружается в магистральный канал. Вторая часть потока изменяет свое направление на северо-восточное и стремится к руч. Безымянный.

2. Кольцевой контур дренажа по периметру Полигона определяет гидродинамические условия территории. Вода в канаву разгружается с территории Полигона. Кроме того, в канаву разгружается весь поток подземных вод, приходящий с южной стороны, а также подтягивается часть чистой воды с периферии на севере, западе и востоке.

3. На южной границе Полигона кольцевой канал дренирует четвертичный водоносный горизонт до отметок кровли слабопроницаемых кембрийских глин.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		24

На северной границе отметка дренирования уровней подземных вод лежит в слабопроницаемых суглинках и частично в песках четвертичных пород.

4. На северном участке Полигона, территориально вынесенным за контур кольцевого дренажа, отмечается формирование купола растекания подземных вод. Вероятно, что часть воды просачивается через ложе находящихся там прудов, что формирует локальный подъем уровней подземных вод.

5. Уровни воды в действующих картах располагаются выше отметок земли и подперты дамбами. Перепад напоров подземных вод может составлять 5 и более метров. Замеры уровней воды в карте, скважинах на дамбе, а также на некотором удалении от них показывают, что уже на расстоянии 50-100 м от карты напоры подземных вод близки к естественным. Это свидетельствует о крайне слабой гидравлической связи карт с подземными водами.

Прогноз изменения гидрогеологических условий

Строительство ПФЗ и горизонтального экрана-укрытия приведет к изменению уровня подземных вод на территории Полигона и его окрестностей. К главным факторам можно отнести следующие:

1. Создание непроницаемой ПФЗ приведет к формированию подпора (роста уровней подземных вод) на южной границе полигона.

2. Вывод из эксплуатации кольцевого дренажа Полигона может также привести к подъему уровней подземных вод.

3. Осушение карт и прудов на территории Полигона приведет к перераспределению напоров подземных вод внутри Полигона.

Для прогноза изменения гидрогеологических условий при строительстве ПФЗ и горизонтального экрана между собой сравнивались расчетные уровни подземных вод на момент эксплуатации Полигона (текущая ситуация), а также на момент его ликвидации (ПФЗ + горизонтальный экран).

4. Проектными решениями будет предусмотрена изоляция загрязненных вод Полигона посредством строительства противодиффузионной завесы, что обеспечит защиту первого водоносного горизонта от загрязнений, поступающих

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		25

с Полигона. Эффективность проектных решений в части защиты грунтовых вод от загрязнения, поступающего с полигона, подтверждается расчётами, проведенными в рамках отчета об инженерно-геологических изысканиях.

В отчете о научном сопровождении отмечено, что при моделировании процессов при наличие ПФЗ что за счет барражного эффекта в южной части (с нагорной стороны) может формироваться купол подземных вод. Максимальный подъем уровня может достигать 0,8 м, однако его размеры в плане достаточно ограничены, поскольку контролируются расположенными в непосредственной близости канавами и водотоками.

Внутри самого контура ПФЗ на территории Полигона фиксируются разнонаправленные тенденции. Очевидно, что на участках расположения жидких карт и пожарного водоема после их осушения и рекультивации уровни подземных вод снизятся. Однако в северо-западном углу Полигона можно будет ожидать подъем уровней до 0,8-1,4 м, что опять-таки связано с отключением кольцевого дренажа, который имеет максимальную глубину в этой части Полигона.

Для избегания негативных последствий проектом ликвидации предусмотрено создание водоотводных лотков по южной и западной стенке ПФЗ с внешней стороны, а также создание по всему внутреннему периметру ПФЗ дренажной системы для сбора фильтрата.

Нормативная глубина сезонного промерзания для площадки проектирования по СП 131.13330.2018 и «Пособию по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83*)» составляет:

для суглинка, глины – 100 см;

для песка, супеси – 120 см.

В зону сезонного промерзания попадают: насыпной грунт: пески (ИГЭ 2) и суглинки (ИГЭ 2а), озерно-ледниковый песок (ИГЭ 3), суглинки (ИГЭ 4, 4г), супесь (ИГЭ-4д). В соответствии с таблицей Б.27 ГОСТ 25100-2020 грунты данных ИГЭ оцениваются как:

- ИГЭ 2, 3 – непучинистые ($D < 1$);

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		26

- ИГЭ 2а, 4, 4г, 4д – слабопучинистые.

По результатам химического анализа грунты (ИГЭ 2а, 2, 3, 4, 4д, 5, 5а) по содержанию сульфатов и хлоридов среднеагрессивны на конструкции из бетона на портландцементе марки W4 по водонепроницаемости, слабоагрессивны на конструкции из бетона на портландцементе с добавками марки W4 и слабоагрессивны к железобетонным конструкциям.

Коррозионная активность грунтов (ИГЭ 2а, 2, 3, 4, 4д, 5, 5а) по отношению к углеродистой и низколегированной стали – высокая.

Полный технический отчёт по инженерно-геологическим изысканиям, выполненным в 2020 году, представлен в материалах изысканий по объекту «Ликвидация накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор».

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		27

1.4. Сведения о гидрологических, метеорологических и климатических условиях участка проектирования.

Гидрография.

Основными гидрографическими объектами района являются реки Тосна, Большая Ижорка и ручьи Безымянный, Хованов. Все водотоки относятся к бассейну Балтийского моря (р. Тосна – р. Нева – Финский залив Балтийского моря; р. Большая Ижорка – р. Ижора – р. Нева – Финский залив Балтийского моря). Безымянный ручей является ответвлением Хованова ручья, последний впадает непосредственно в реку Тосна. На прилегающей к полигону территории расположена сеть мелиоративных канав сельскохозяйственных полей.

Карта-схема гидрографической сети района представлена по архивным материалам инженерно-гидрометеорологических изысканий (ЗАО «ЛенТИСИЗ», 2019г., СПб).

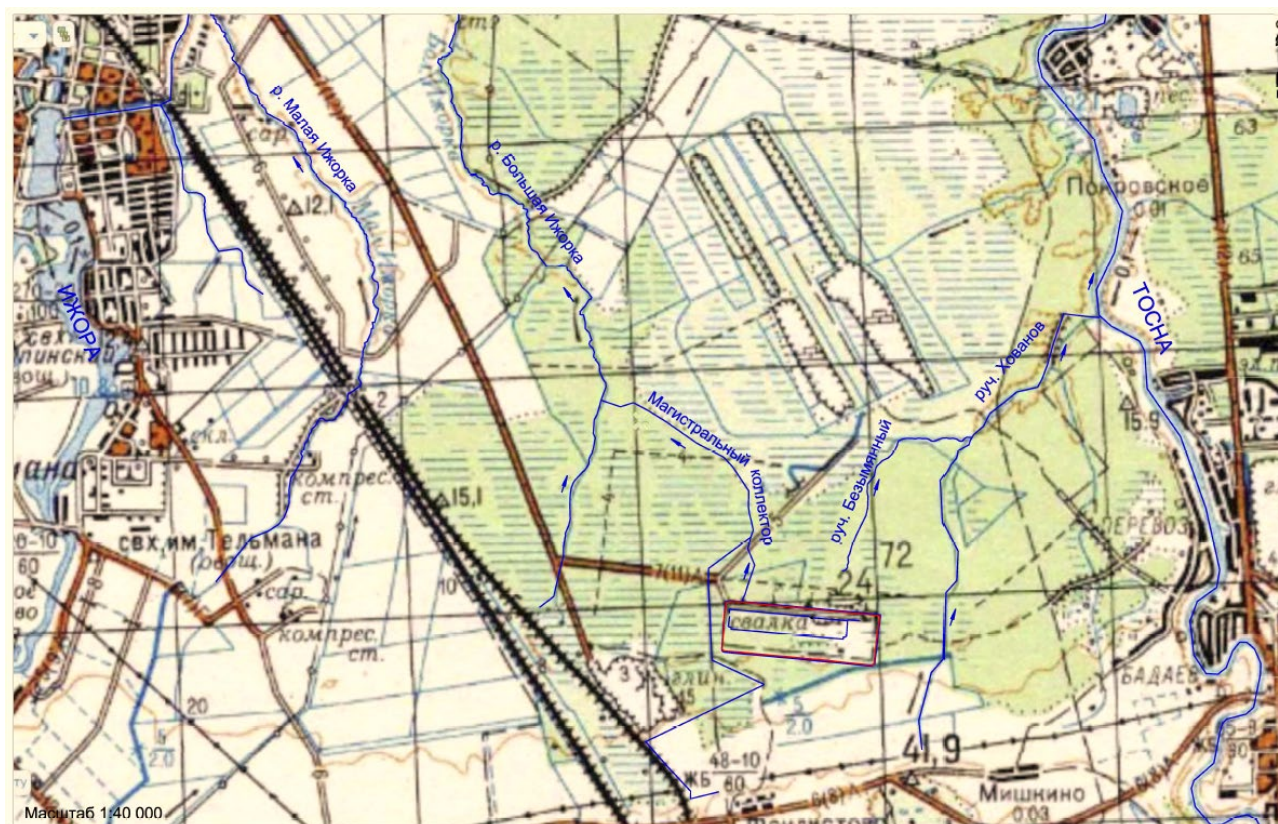


Рисунок 6. Карта-схема гидрографической сети района.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		28

Полигон находится на водоразделе р. Большая Ижорка и ручьёв Безымянного и Хованова, впадающих в реку Тосна. Водосборы ручьёв залесены, заболочены. Прилегающая территория занята лесом, подстиляется кембрийскими глинами, на водоразделе выходящими на поверхность.

Каналы, принадлежащие бассейну р. Ижора, дренирующие прилегающие к полигону с запада и севера территории, проходят вдоль его западной границы, и от северо-западной оконечности. Магистральный канал происходит за счёт сброса очищенных вод с территории полигона. Далее магистральный канал течёт на север и северо-западнее от полигона впадает в реку Большая Ижорка, которая является правым притоком реки Ижора.

Система водоотведения полигона имеет вид: магистральный канал → р. Большая Ижорка → р. Ижора → р. Нева → Финский залив (Балтийское море).

Территория, прилегающая к полигону с востока и юга, дренируется левыми притоками р. Тосна. Сток отводится в северо-восточном направлении в обход полигона, что исключает возможность затопления. Восточнее полигона протекает ручей Безымянный (б/н №2) в 560 метрах восточнее участка работ. Начало ручей б/н берёт севернее, в 200 метрах, деревни Поркузи. На территории водосбора ручей б/н №2 также имеет большое количество мелиоративных канав с сельскохозяйственных полей.

Далее, протекая по лесному массиву северо-восточнее полигона, впадает в Хованов ручей. Ориентация склона северо-восточная. Данная система водотоков имеет вид ручей б/н №2 → руч. Хованов → р. Тосна → р. Нева.

Гидрографическая сеть полигона представлена: магистральным каналом, кольцевым каналом, системой внутренних каналов (кюветов), контрольно-регулирующими прудами, пожарным водоёмом и наливными ёмкостными сооружениями (согласно паспорту ГТС). В границах полигона водотоков нет.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		29

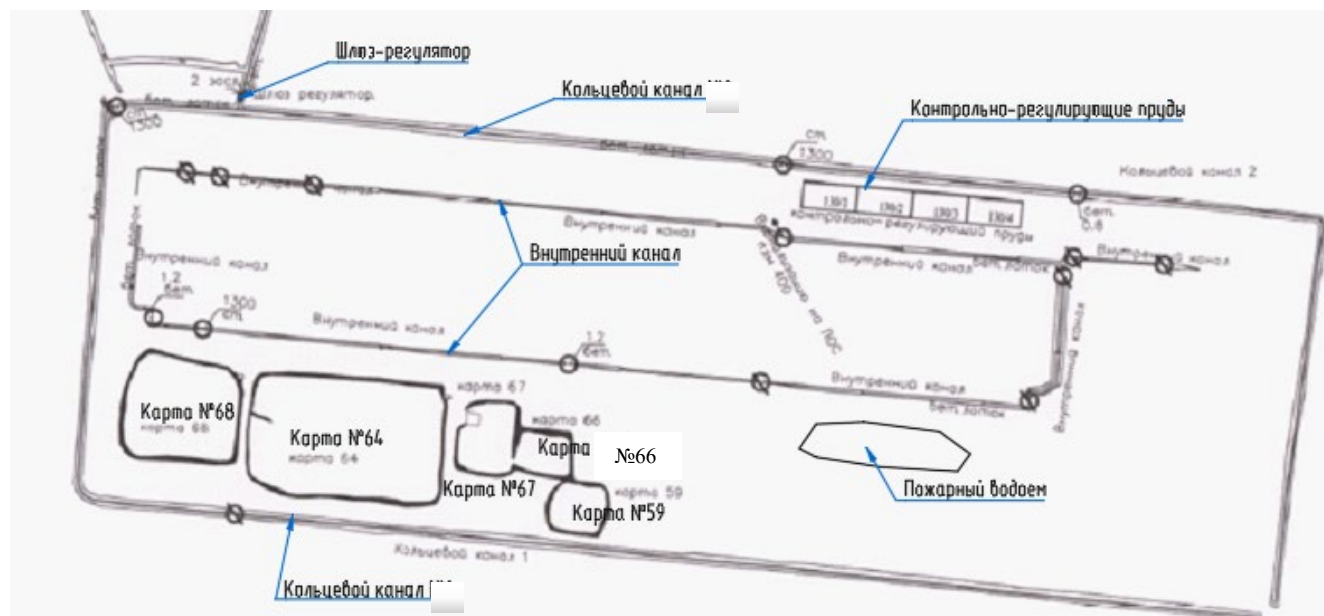


Рисунок 7. Гидрографическая сеть полигона.

Магистральный канал берет начало от кольцевого канала и принимает очищенный сток. Сток осуществляется в направлении от северо-западного угла территории полигона на северо-запад в сторону р. Большая Ижорка. Канал протекает по заболоченному лесу и впадает в р. Большую Ижорку. Длина канала более 2 км, из которых первые 420 м проходят в бетонном лотке. Магистральный канал прямолинейный, шириной по бровкам 8 м, глубиной 2 м. Уклон водной поверхности – 1,5‰.

Кольцевой канал предназначен для перехвата поверхностных и грунтовых вод с окружающей полигон территории. Кроме того, кольцевой канал осуществляет перехват грунтового стока со стороны полигона.

Согласно проекту 2001-2003 годов, дно кольцевого канала полигона углублено практически в водоупорные горизонты - с юга в синие глины (чтобы перехватить сток поверхностных и грунтовых вод с полей и поселков, вышележащих по уступу - глинту), а с севера проходит в основном по серым водонепроницаемым суглинкам, покрывающим синие глины.

На сегодняшний день все стоки, приходящие в кольцевой канал, должны поступать на очистные сооружения. Для предотвращения возможной аварийной ситуации выпуск кольцевого канала оборудован шлюзовой системой.



Рисунок 8. Кольцевой канал.

Кольцевой канал №1 проходит вдоль восточной и северной границы площадки, общее падение отметок его дна 2,7 м, кольцевой канал №2 огибает площадку вдоль южной и западной границы и имеет общее падение 2,2 м.

Кольцевой канал имеет грунтовые откосы с заложением 1:2 и 1:1,5, крепление откосов – посев трав, по дну канала уложен железобетонный лоток. Абсолютные отметки лотка кольцевого канала колеблются от 14,98 м до 16,88 м.

В 130 м восточнее главного въезда на территорию полигона расположено водопропускное сооружение (шлюз-регулятор). В районе водопропускного сооружения в магистральный канал осуществляется выпуск очищенных сточных вод. Шлюз-регулятор постоянно закрыт.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		31

Внутренний канал предназначен для сбора и транзита поверхностного стока, образующегося на территории полигона, и отвода на очистные сооружения.



Рисунок 9. Внутренний канал.

Внутренний канал представляет собой железобетонный лоток с устройством перфорации в стенках лотка. Откос выполнен монолитным бетоном с заложением 1:1,5.

Контрольно-регулирующие пруды (сооружение №130) предназначены для выполнения функции пруда – накопителя сточных вод в технологической системе завода по переработке промышленных отходов и рекультивированной территории полигона. Одновременно пруды сглаживают сезонную неравномерность образующихся стоков, зависящую от атмосферных осадков, срезают пики весеннего половодья и дождевых паводков.

Контрольно-регулирующие пруды представляют собой заглублённое сооружение из четырёх железобетонных отсеков размерами 60х30х4,5 м каждый.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		32



Рисунок 10. Контрольно-регулирующие пруды.

Наливные ёмкостные сооружения (карты), находящиеся на территории полигона, представляют собой наливные ёмкости заглублённого типа, выработанные в толще кембрийских глин. Карты ограждены дамбой обвалования, выполненной из техногенного суглинистого грунта, исходным материалом которому послужили, в основном, кембрийские глины. Заложение откосов дамб от 1:0,5 до 1:1,5; ширина дамбы по гребню около 2 м. Обвалование выполнено из расчёта +1,2 м выше максимального уровня жидких отходов.

Карты заполнены жидкими отходами. Содержание сухого вещества в жидких отходах – 2-3%.

После прекращения приёма отходов основной приходной составляющей водного баланса карт являются выпадающие на их поверхность атмосферные осадки, расходной составляющей – испарение. Сброс воды из накопителей не предусмотрен. Две наибольшие карты с органическим отходами (карты №64 и №68) укрыты мембранным экраном на понтонном основании (82% суммарной площади накопителей).

Поверхностный сток с прилегающих к полигону «Красный Бор» территорий перехватывается и отводится кольцевым и магистральным каналами. Сток кольцевого канала, поверхностные и дренажные стоки с внутренней территории отводятся на очистку и сбрасываются за пределы полигона через магистральный канал в реку Большая Ижорка, затем в реку Ижора.



Рисунок 11. Магистральный канал. Оголовок выпуска очищенных стоков.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		34

Климат.

Климат Санкт-Петербурга умеренно холодный, переходный от морского к континентальному, с продолжительной мягкой зимой и коротким прохладным летом. Ведущим климатообразующим фактором в северо-западной части Ленинградской области является циркуляция воздушных масс. Во все сезоны года преобладают юго-западные и западные ветры, несущие воздух атлантического происхождения.

В соответствии с СП 131.13330.2018 «Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*», рассматриваемая территория относится ко Пв подрайону по климатическому районированию России для строительства.

Климат территории умеренно-континентальный, влажный, характеризуется следующими показателями (СП 131.13330.2018):

Средняя годовая температура воздуха – плюс 5,4°С;

Абсолютный температурный минимум – минус 36°С;

Абсолютный температурный максимум – плюс 37°С;

Продолжительность периода отрицательных температур – 131 день в год.

Количество осадков:

в холодный период года (ноябрь-март) – 202 мм;

в тёплый период года (апрель-октябрь) – 423 мм.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 0° С весной в среднем наблюдается - 3 апреля, а осенью – 9 ноября, продолжительность периода со среднесуточной температурой выше 0° С составляет 213 суток.

Среднегодовая сумма осадков - 625 мм.

В летний период осадки имеют преимущественно ливневой характер.

Появление снежного покрова обычно наблюдается в конце октября. Наибольшей мощности снежный покров достигает в конце февраля и в среднем составляет на открытых местах 0,3 – 0,4 м, максимальная высота снежного покрова за зиму достигает 0,7 м.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		35

Разрушение устойчивого снежного покрова обычно происходит в последней декаде марта. Средняя продолжительность периода со снежным покровом составляет 132 дня.

Снеговые, ветровые и гололёдные нагрузки относятся к кратковременным, зависят от района строительства и определяются по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*»: III снеговой район; II ветровой район.

Особые природно-климатические условия.

Рассматриваемая территории согласно приложению И, СП 11-105-97 часть 2 относится к типу I «Подтопленные», по условию развития процесса – к техногенно подтопленным. В периоды обильных дождей, интенсивного снеготаяния и в случае нарушения поверхностного стока возможен застой инфильтрационных вод с образованием «открытого зеркала» грунтовых вод.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 18.04.2014 г. №360 территория полигона принадлежит в паводковые периоды к зоне сильного подтопления.

Сейсмичность района расположения сооружений (в баллах шкалы MSK-64) в соответствии с действующими нормативными документами (комплект карт ОСР-2016-А СП 14.13330.2018 «Актуализированная редакция СНиП II-7-81») составляет 5 баллов.

Наводнения, цунами, лавины, селевые потоки и опасные русловые процессы в пределах района изысканий не наблюдаются.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							36
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

2. Сведения об объекте.

Строительство противофильтрационной эшелонированной завесы является составной частью мероприятий по ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор».

Выделение этапов строительства: предусмотрено.

Раздел в составе проектной документации:

Этап I. Создание противофильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный бор».

Эшелонированная противофильтрационная завеса представляет собой объект протяжённостью 3488 м, глубиной 4,5÷7,7 м.

Уровень ответственности сооружения в соответствии с ГОСТ 27751-2014 и п. 1.13.7 Технического задания – нормальный (класс сооружения КС-2); коэффициент надёжности по ответственности – 1,0.

Объект не является сложным.

По действующему паспорту безопасности класс значимости объекта (полигон) по обеспечению антитеррористической защищённости – первый. Существующее в настоящее время оснащение средствами антитеррористической защиты объекта достаточно.

Согласно инженерным изысканиям, преобладающий объем токсичных отходов полигона Красный Бор был захоронен непосредственно в теле самого Полигона. Изъятие этих отходов и их последующая переработка сопряжена со значительными рисками залпового высвобождения загрязняющих веществ в окружающую среду (ОС) и нанесению непоправимого вреда здоровью населения. В этой связи, принято решение о переработке на месте жидких отходов из действующих карт, а сам полигон с накопленными отходами изолировать от внешней среды путём создания противофильтрационной эшелонированной завесы (далее ПФЗ) и горизонтального экрана.

В соответствии с Техническим заданием «На выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор» и утверждёнными

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		37

СТУ проектируется система противофильтрационной эшелонированной завесы, которая предназначена для локализации накопленных отходов внутри тела полигона и предотвращение их выхода в окружающую среду.

Полигон Красный Бор является пилотным объектом в государственной программе ликвидации накопленного вреда окружающей среде (НВОС). Кроме того, в связи с недавним формированием новой государственной концепции и структуры по обращению с отходами 1 и 2 класса опасности, учитывая недостаточность в нормативно-правовой базе и отсутствия глубоко разработанных требований безопасности к таким сооружениям. Опираясь на действующее законодательство, для обоснования ПФЗ был привлечён российский и международный опыт по строительству пунктов окончательной изоляции радиоактивных отходов в геологических формациях. Кроме того, при проектировании, учтена концепция ликвидации НВОС полигона Красный Бор, которая была утверждена Заказчиком и одобрена профильными академическими институтами.

Для обоснования эффективности ПФЗ привлекались данные полевых изысканий на объекте, методы математического моделирования, проводились лабораторные исследования материалов ПФЗ. При оценке эффективности сооружения учитывалась не только степень изоляции отходов от внешней среды, но и стоимость мероприятий по строительству и эксплуатации сооружения, а также долговременные риски, которые могут повлиять на штатную работу проектируемого сооружения.

Необходимо учитывать, что токсичные отходы 1 и 2 класса опасности, которые сосредоточены на полигоне Красный Бор, в случае их изоляции, никуда не денутся из тела Полигона, т.к. механизмы деструкции преимущественно отсутствуют для изолируемых веществ (например, срок жизни радиоактивных отходов контролируется скоростью радиоактивного распада). Поэтому к создаваемому сооружению необходимо относиться как к пункту окончательной изоляции токсичных отходов в геологической формации (кембрийских глинах),

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							38
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

которое гарантированно позволит прекратить выход загрязнения в ОС и снизить риски такого события на неограниченный срок.

В таблице 1 представлены требования к барьерам безопасности, которые были взяты за основу при проектировании сооружения.

Таблица 1 – Требования к системе барьеров

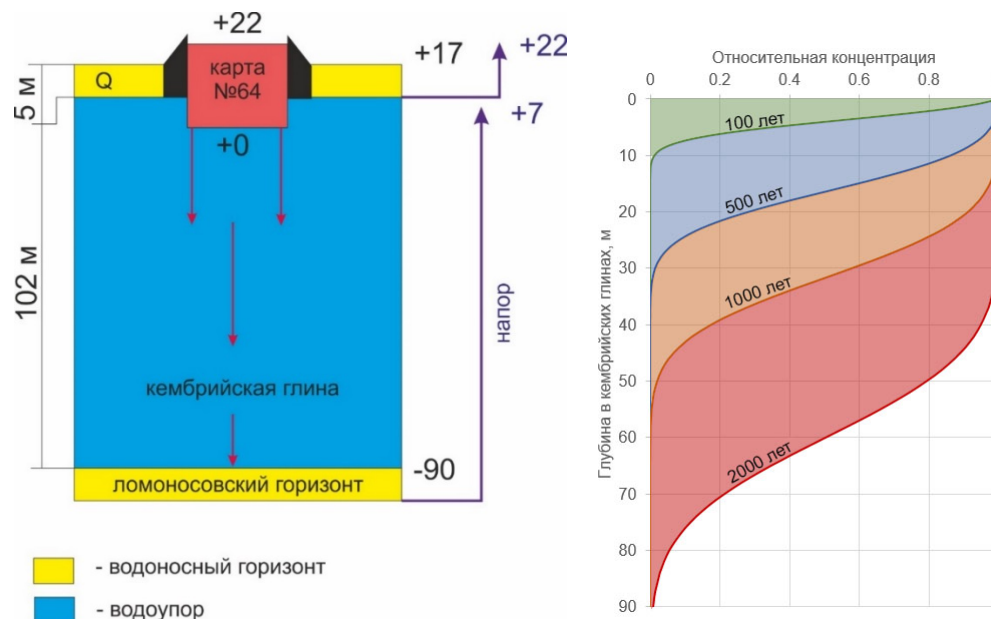
п.п.	Требование
1	не допустить значимого выхода загрязнённых компонентов за пределы барьеров на протяжении установленного периода эксплуатации
2	не допустить образования новых отходов путём смешивания чистой и грязной воды (оградить от попадания атмосферных осадков и латерального потока подземных вод) на протяжении установленного периода эксплуатации
3	минимизировать человеческий фактор при долговременной эксплуатации объекта, т.е. стремиться к автономной эксплуатации проектируемого сооружения
4	нарушение одного из барьеров системы безопасности не должно в конечном счёте приводить к катастрофическим последствиям для объекта в целом
5	возможность мониторинга целостности барьеров для внедрения мероприятий в случае запроектных ситуаций
6	возможность диагностики и последующего продления срока эксплуатации системы барьеров
7	геологическая среда должна быть одним из элементов природного барьера безопасности

Основание сооружения / Кембрийская глина как природный барьер -

Поиск участка для захоронения отходов промпредприятий г. Ленинграда проводили, в основном, по геологическим данным того времени, ориентируясь на наличие мощных залежей глин, которые не позволили бы токсичным веществам проникнуть вглубь и изменить состав грунтов и подземных вод. Удачное сочетание близкого расположения к мегаполису и выход мощной толщи кембрийских глин на дневную поверхность предопределили окончательный выбор площадки Красный Бор для создания полигона токсичных отходов. По результатам бурения глубокой скважины мощность кембрийских глин составляет в районе полигона 95 м.

Проведённые расчёты (Том 1.6. 07/20-ИГЭ РАН – ГГМ. Книга 1. Глава 3) показывают, что толща кембрийских глин является надёжным водоупором и может рассматриваться как природный барьер. Даже по самым консервативным оценкам, толща кембрийских глин способна защищать от проникновения

токсичных отходов в нижний водоносный горизонт на протяжении более чем 2 000 лет.



Расчёт проникновения загрязнения через толщу кембрийских глин в нижний Ломоносовский водоносный горизонт (по данным Том 1.6. 07/20-ИГЭ РАН – ГГМ. Книга 1. Глава 3)

Таким образом, выход загрязнения с территории полигона вниз ограничено природным барьером и не требует каких-либо дополнительных мероприятий (Требование таблицы 1 п. 7 выполнено!). Для надёжной изоляции отходов необходимо предотвратить выход вместе с поверхностным стоком и миграцию загрязняющих веществ с латеральным потоком через грунтовые воды.

2.1 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ БАРЬЕРОВ

Для оценки эффективности сдерживания и локализации загрязнения подземных вод от полигона токсичных отходов «Красный Бор» используется сценарный подход. Для этого на численной миграционной модели каждого сценария изучались скорости выхода с подземными водами загрязняющих веществ с территории Полигона, а также оценивался масштаб сформированных ореолов загрязнения.

Характеристика сценариев приведена в таблице 2.

Первый сценарий (М.1) воспроизводит текущую штатную ситуацию на

Полигоне. Модель имитирует работу кольцевого и внутреннего дренажей. При этом на территорию Полигона продолжают попадать атмосферные осадки, которые просачиваются во вмещающие породы Полигона, насыщаются токсичными элементами, а потом движутся к его границе. Одновременно с этим работают очистные сооружения, которые перерабатывают собранные дренажные воды.

Второй сценарий (М.2) имитирует аварийную ситуацию. Очевидно, что накопленные на Полигоне отходы должны быть надёжно изолированы от внешней среды на многие сотни и тысячи лет. Функционирование ливневых очистных сооружений (ЛОС) и дренажной сети, которые сейчас контролируют выход загрязняющих веществ в окружающую среду, не может быть обеспечено на столь продолжительный период времени. Поэтому сценарий М.2 рассматривает ситуацию, когда дренажная система Полигона и очистные сооружения выведены из строя. Атмосферные осадки попадают на территорию полигона и выносят загрязнение в окружающую среду с подземными и поверхностными водами.

Третий сценарий (М.3) рассматривает ситуацию, когда вся территория Полигона укрывается непроницаемыми горизонтальным экраном, но ПФЗ вокруг Полигона отсутствует. В таком случае атмосферные осадки прекращают поступать в тело полигона, но поток подземных вод продолжает вымывать загрязнение за пределы Полигона.

Четвёртый сценарий (М.4) имитирует работу горизонтального экрана (как в сценарии М.3), но уже в сочетании с линейной непроницаемой стеной вдоль южной границы Полигона.

Пятый сценарий (М.5) имитирует горизонтальный экран над полигоном для отвода поверхностных вод. Кроме этого, по западной, северной и восточной границам Полигона сооружается ПФЗ для предотвращения выхода загрязнения вниз по потоку подземных вод. С южной стороны сооружается глубокая дренажная канава, которая перехватывает транзитный поток подземных вод с нагорной стороны.

Шестой сценарий (М.6) рассматривает ситуацию, когда вокруг Полигона

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							41
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

возводится замкнутая противофильтрационная завеса (ПФЗ). Кроме того, для предотвращения поступления атмосферных осадков внутрь ПФЗ, вся площадь полигона укрывается горизонтальным непроницаемым экраном.

Сценарии имитировались на созданной и откалиброванной ранее локальной модели-врезке. Для решения задачи массопереноса в модели подключался модуль MT3DMS. Общедоступный программный код MT3DMS прошёл процедуру тестирования и верификации в ИГЭ РАН.

Отметим, что приведённые далее расчёты по оценке эффективности ПФЗ касаются готового проектного решения целиком (ПФЗ + горизонтальный экран) без отдельного рассмотрения эффективности работы его составных частей - Расчётное обоснование глубины заложения ПФЗ, набора слоёв и толщин материалов.

Также в расчётах не рассматривалась отдельно каждая карта как индивидуальный источник загрязнения. Было принято, что вся территория Полигона может считаться единым источником загрязнения.

Таблица 2 – Матрица сценариев выхода загрязнения с полигона «Красный Бор»

		Описание	Дренаж	Инфильтр.*	ПФЗ
1	Сценарий М.1	Текущая ситуация: работает ЛОС, кольцевой и внутренний дренаж	+	+	-
2	Сценарий М.2	Аварийная ситуация: кольцевой дренаж и ЛОС выведены из строя. Атмосферные осадки поступают на территорию Полигона	-	+	-
3	Сценарий М.3	Территория Полигона укрыта непроницаемым горизонтальным экраном, ПФЗ отсутствует. Дренажная система и ЛОС не работают	-	-	-
4	Сценарий М.4	Территория Полигона укрыта непроницаемым горизонтальным экраном. Непроницаемая стена вдоль южной границы полигона	-	-	стена
5	Сценарий М.5	Территория Полигона укрыта непроницаемым горизонтальным экраном. С западной, северной,	по южной границе	-	по 3-С-В

		восточной границ полигона сооружена ПФЗ. С южной стороны перехватывающая дренажная канава.			границе полигона
6	Сценарий М.6	Предлагаемый проект: По контуру полигона сооружается замкнутая много-барьерная ПФЗ, а вся площадь полигона укрывается горизонтальным экраном	-	-	ПФЗ

*- поступление атмосферных осадков и их инфильтрация на территорию Полигона

Состав источника загрязнения характеризуется наличием органических и неорганических соединений весьма широкого спектра. Каждый компонент этого спектра обладает индивидуальными физико-химическими особенностями, которые определяют его взаимодействие с вмещающей породой, и, как следствие, контролируют скорости миграции в подземных водах. Исследование сорбционных и гидрофизических свойств компонентов по отношению к вмещающей среде, их способности к деградации требуют значительных усилий и затрат. В этой связи, нами был использован принцип консерватизма, когда в расчетах принимались наиболее «жесткие» условия, приводящие к максимально-возможным скоростям выноса загрязняющих веществ с Полигона. Полагалось, что компонент-загрязнитель является инертным, т.е. не сорбируется на поверхности вмещающей породы, а также не распадается.

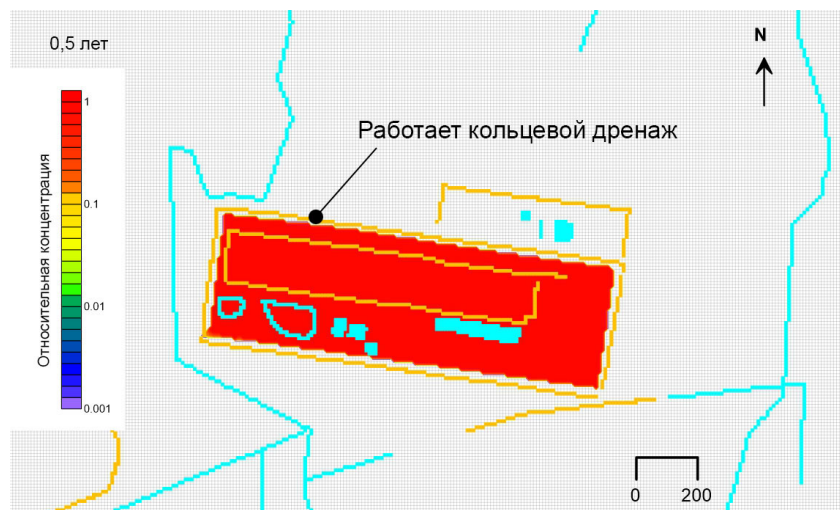
Для удобства использования все расчёты проводятся в относительных концентрациях, т.е. в величинах, нормированных на начальную максимальную концентрацию компонента в карте. Таким образом, концентрация в источнике приравнивалась к единице, а концентрация в 100 раз меньше, чем в источнике равнялась 0,01 и т.д. Источник загрязнения в модели задавался как постоянный.

Скорости выноса загрязнения с Полигона определялись на счёте. При этом были использованы следующие параметры: коэффициент фильтрации слоёв; активная пористость 0,1; фактор сорбционной задержки 1; продольная и поперечная дисперсия 1 и 0,1 м, соответственно. Коэффициент фильтрации ПФЗ был принят равным $1E-4$ м/сут.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		43

Рисунок 12 иллюстрирует характер миграции загрязнения с подземными водами для **сценария М.1**, т.е. воспроизводит текущую ситуацию на Полигоне. Расчёты на модели показывают, что практически все загрязненные подземные воды с Полигона перехватываются кольцевым дренажем. Так, за 100 лет эксплуатации не формируется какого-либо значимого ореола загрязнения подземных вод за пределами Полигона. Небольшой «проскок» загрязнённых вод можно ожидать лишь только в северо-западном углу площадки. Он вызван тем, что рядом с границей Полигона проходит водоток, а также тем что исток магистрального канала имеет самую глубокую в округе отметку дренирования (+14,88 м). Все это частично «оттягивает» поток подземных вод от кольцевого дренажа к магистральному каналу.

В целом, результаты моделирования хорошо согласуются с фактическими данными мониторинга за подземными водами. Было установлено, что за почти 50 лет эксплуатации Полигона за его пределами не обнаруживается устойчивого ореола загрязнения подземных вод компонентами, характерными для рассматриваемого источника.



Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата

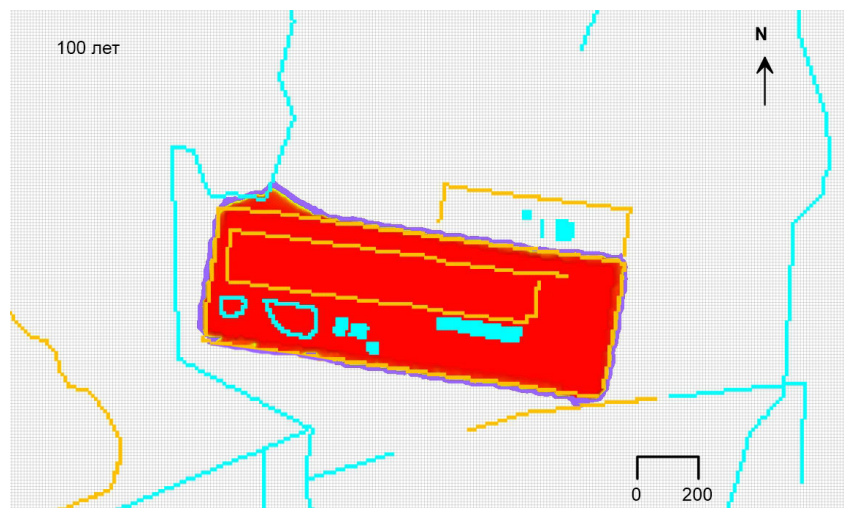


Рисунок 12 – Сценарий М.1 – Движение ореола загрязнения при работе кольцевого дренажа (текущая ситуация)

Расчётные ореолы загрязнения подземных вод на различные моменты времени для аварийного **сценария М.2** приведены на Рисунке 13. Поскольку, согласно сценарию, дренажные системы Полигона выведены из эксплуатации, то ничего не мешает загрязнённым подземным водам выйти за его границы. Уже примерно через 10 лет ореол начнёт замыкаться на границы водотоков, а через 100 лет площадь ореола загрязнения увеличится в 2,5 раза. Средние скорости движения загрязнения составляют от 0,3 до 0,7 м/год. Ореол разделяется на несколько «языков», которые движутся по своим траекториям.



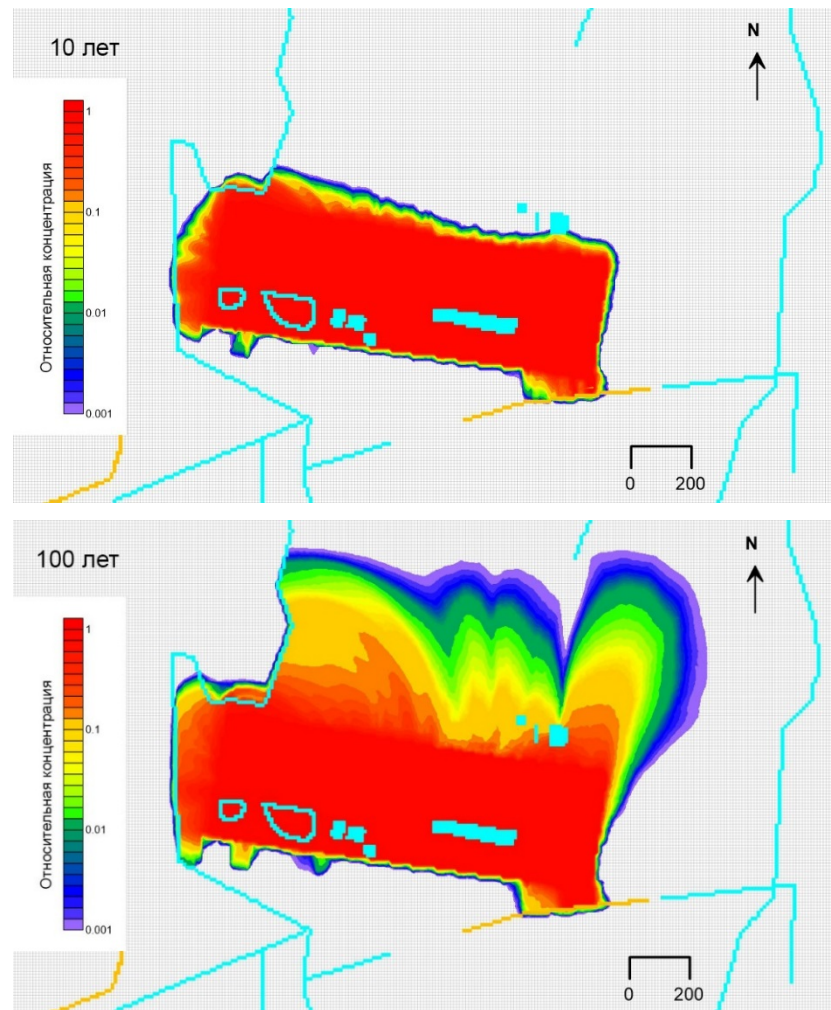


Рисунок 13– Сценарий М.2 – Движение ореола загрязнения при остановке дренажной системы (аварийный сценарий)

На Рисунке 3 представлена гидродинамическая карта грунтовых вод для аварийного сценария. Из неё видно, что чистые подземные воды поступают на полигон с южной стороны (коричневые стрелки), а загрязнённые подземные воды растекаются в северном направлении от полигона вниз по потоку (красные стрелки). Гидродинамическая структура контролируется местными водотоками. Цветной заливкой на карте также показаны средние скорости миграции инертного компонента. Хорошо видно, что скорости миграции возрастают у русел водотоков. На территории полигона наибольшие скорости приурочены к северо-западному углу площадки, где магистральный канал подходит к забору площадки.

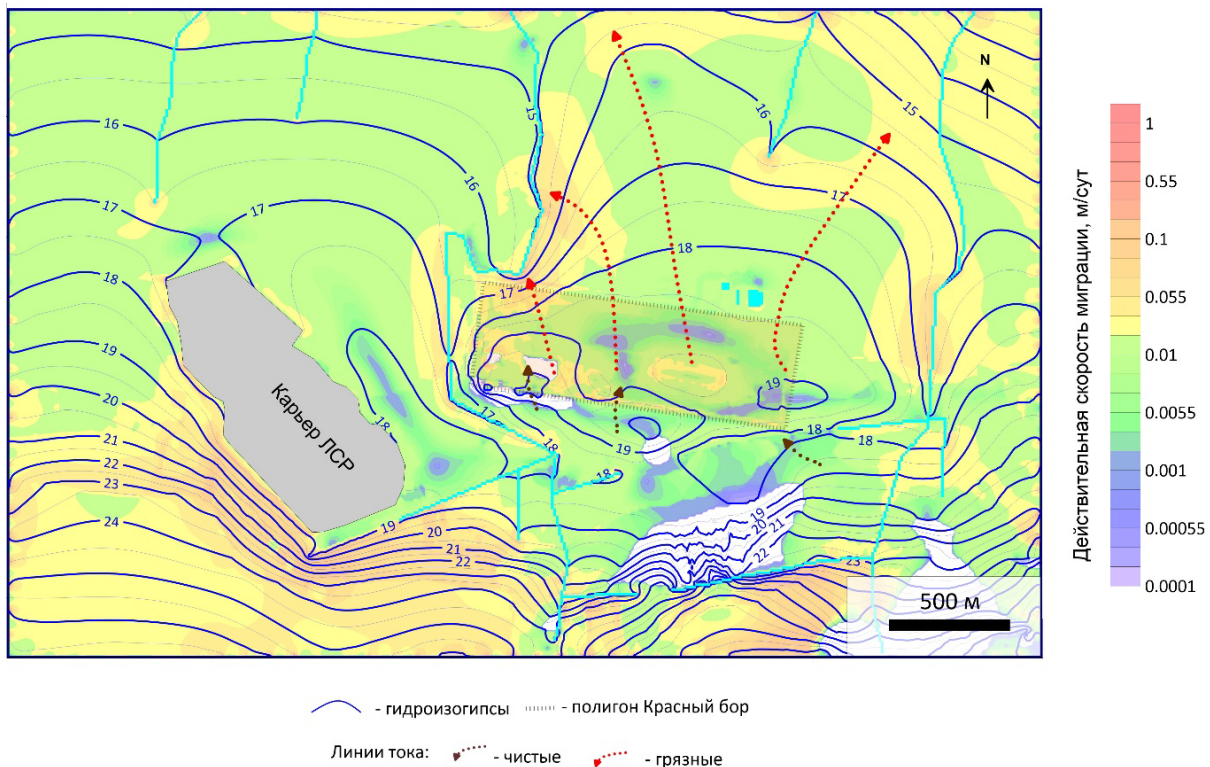


Рисунок 14 – Структура потока подземных вод для аварийного сценария

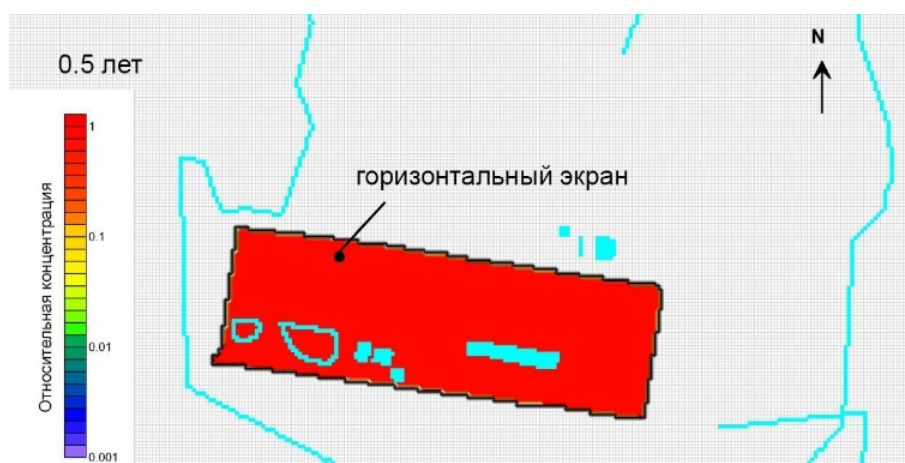
Прогноз миграции загрязнения с подземными водами для **сценария М.3** представлен на Рисунке 4. Расчёты показывают, что интенсивность выхода загрязнения с полигона при строительстве горизонтального экрана уменьшается по сравнению со сценарием М.2. Однако, несмотря на перехват и отвод атмосферных осадков горизонтальным экраном, вымывание загрязнения с территории полигона будет происходить вместе с потоком подземных вод. В выносе загрязнения определяющую роль будут иметь 2 фактора:

1) Во время эксплуатации полигона на его территории сформировались инфильтрационные купола растекания подземных вод. Эти купола хорошо видно на Рисунке 4.4.1.2. После укрытия Полигона горизонтальным экраном, поступление новых атмосферных осадков (инфильтрации) на его территорию прекратится. Но сформированные ранее купола растекания с загрязненными подземными водами будут стремиться уравновеситься, растекаясь по периферии. Кроме того, пригруз полигона горизонтальным экраном спровоцирует дополнительную консолидацию в захороненных грунтах, т.е. можно будет ожидать

увеличение интенсивности отжатия фильтрата из тела полигона.

2) Поскольку противофильтрационная завеса в рассматриваемом сценарии отсутствует, то ничего не мешает подземным водам поступать в тело Полигона с флангов и выносить загрязняющие компоненты за его границы.

Таким образом, в рассматриваемом сценарии загрязнение выходит с территории полигона вместе с подземными водами. В конечном итоге, ореол загрязнения замыкается на ближайшие водотоки и загрязнённые подземные воды поступают в поверхностные воды.



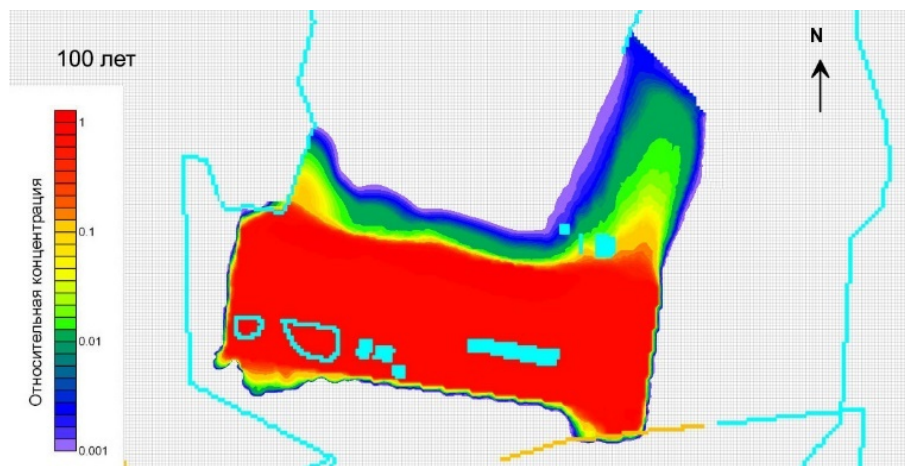


Рисунок 15 – Сценарий М.3 – Движение ореола загрязнения при создании горизонтального экрана без ПФЗ

Сценарий М.4 Предусматривает укрытие территории полигона горизонтальным непроницаемым экраном. Это позволит перехватывать атмосферные осадки и отводить их. А для отвода транзитного потока подземных вод от южной границы предлагается соорудить непроницаемую стену вдоль южной границы полигона.

Расчётная карта гидроизогипс для данного сценария приведена на Рисунке 5. Из рисунка видно, что за счёт строительства стены произошло изменение гидрогеологической структуры потока. В частности, на южной стороне формируется барражный эффект (подъем уровней), а линии тока в южной части меняют своё направление и начинают стремиться обойти препятствие вдоль стены на запад и на восток. Изменение структуры потока приводит к тому, что подземные воды на территорию полигона начинают “заходить” не с южной, а с западной и восточной сторон (см. коричневые стрелки). Это приводит к изменению преобладающего направления выноса загрязнённых подземных вод с территории полигона: теперь загрязнённые подземные воды стремятся фильтроваться преимущественно с востока на северо-запад, стремясь разгрузиться в кольцевой канал (см. красные стрелки).

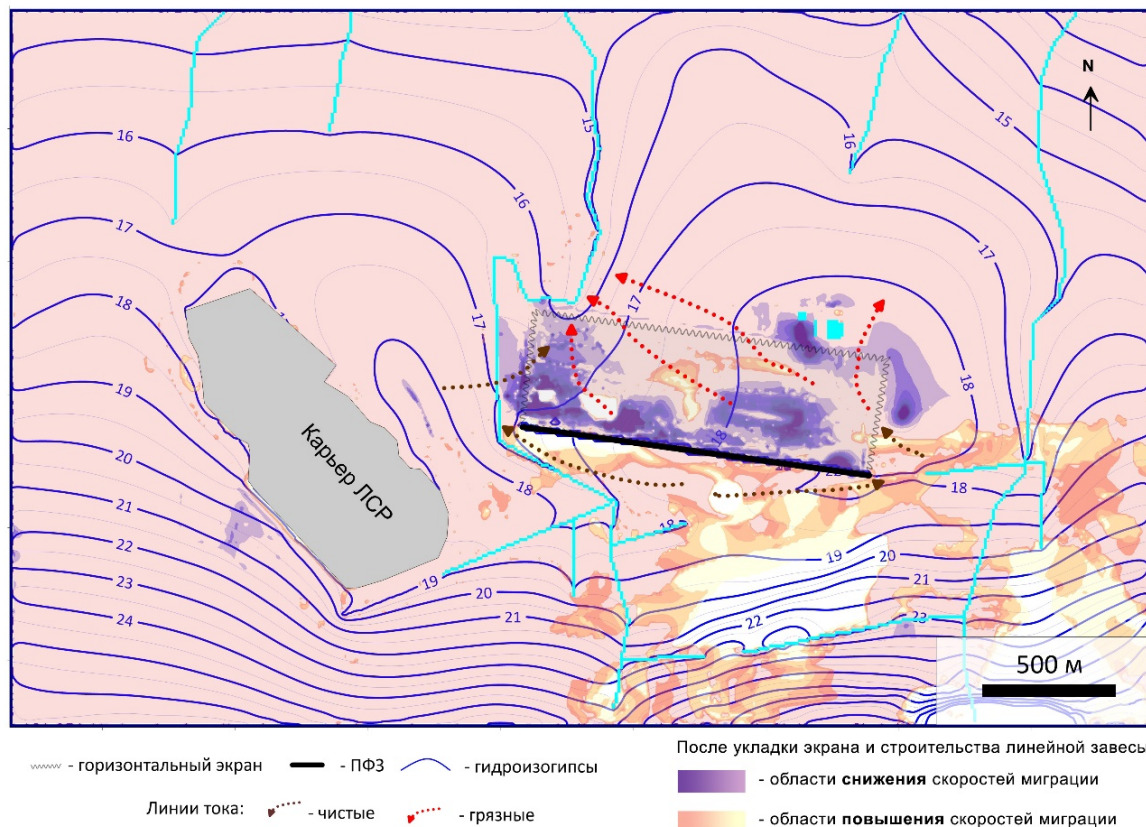


Рисунок 16– Структура потока подземных вод для сценария (экран + стена на юге)

Для оценки эффективности предложенного сценария были проведены сравнения скоростей миграции загрязнённых подземных вод на этапе до строительства стены + горизонтальный экран (М.2), а также после строительства (М.4). Результаты расчётов приведены на рисунке 5. Тёплыми цветами залиты области, в которых скорости миграции увеличились после создания стены, а холодными цветами, наоборот, уменьшились. Из рисунка следует, что строительство незамкнутой стены вдоль южной границы приводит к уменьшению скоростей миграции лишь на локальном участке полигона (в основном южная и западные зоны). Более того, на части территории, скорости миграции, наоборот, возрастают, приводя к фокусировке загрязнённых потоков в сторону магистрального канала (см. красные стрелки).

Расчётный ореол миграции загрязнения в подземных водах для сценария (экран + стена на юге) приведён на Рисунке 6.

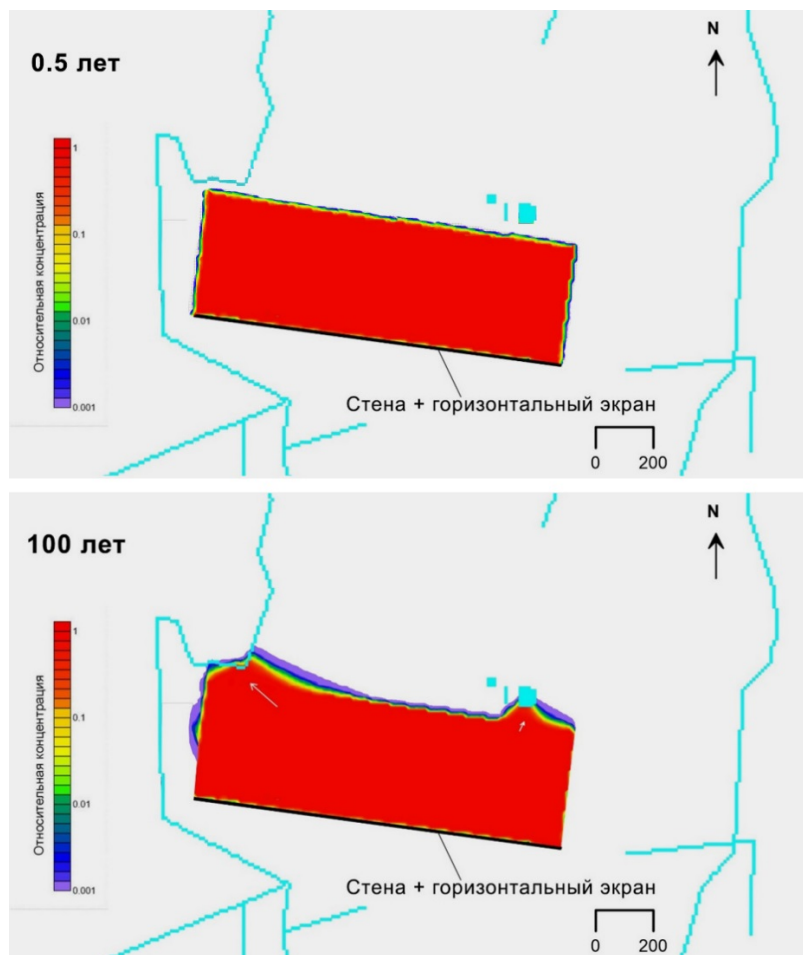


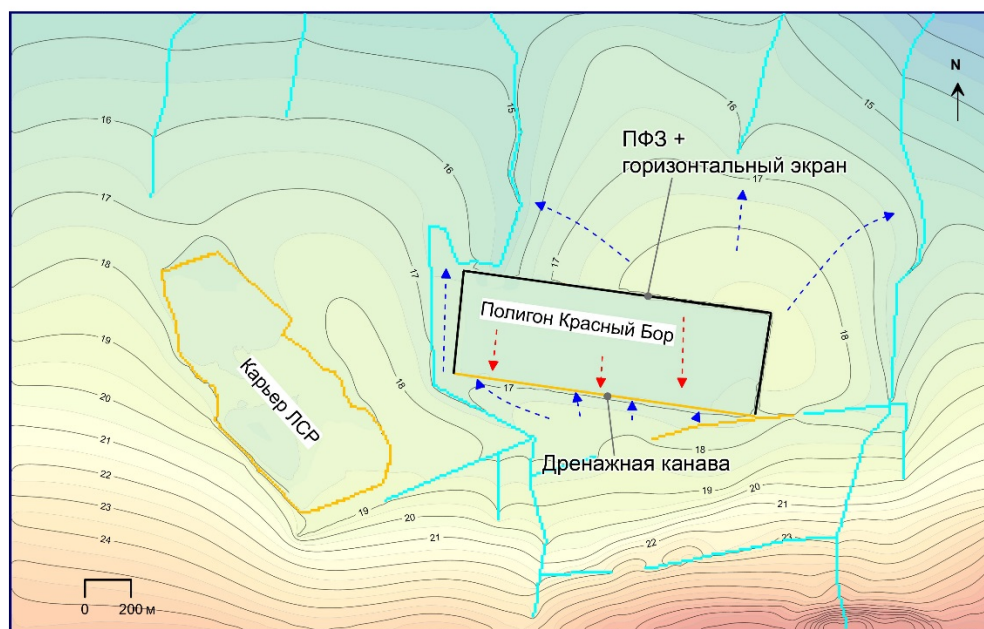
Рисунок 17 – Сценарий М.4 – Движение ореола загрязнения (сценарий экран + стена на юге)

Из рисунка б видно, что площадь ореола загрязнённых подземных вод, по сравнению с предыдущим сценарием, сократилась. Однако сокращение ореола подземных вод не означает уменьшение выноса с территории полигона. Дело в том, что после строительства стены на юге, направление движения подземных вод изменилось в сторону северо-западного направления. В такой ситуации зона разгрузки (магистральный канал) оказалась значительно ближе на пути миграции ореола, чем это было ранее. Все загрязнение, которое выносится с территории полигона с подземными водами, теперь практически сразу начинает разгружаться в поверхностные воды магистрального канала, не образуя обширных ореолов в подземных водах.

Сценарий М.5 имитирует создание горизонтального экрана, а также противодиффузионной завесы по 3 сторонам Полигона (см. Рисунок 18, 19). С южной стороны сооружается глубокая дренажная канава, которая вскрывает четвертичные отложения на всю мощность. Горизонтальный экран должен

отводить атмосферные осадки с территории полигона, три стены ПФЗ предотвратят выход накопленных отходов с Полигона, а дрена на Юге перехватывать транзитный поток подземных вод, который поступает с нагорной стороны к границе участка.

Карта гидроизогипс для сценария М.5 приведена на Рисунке 7. Из рисунка видно, что дренажная канва на юге фокусирует поток подземных вод на себя. Те подземные воды, которые приходят с нагорной стороны (с юга), попадают в дрена и отводятся на очистку. Кроме того, со стороны Полигона загрязнённые подземные воды будут поступать в дренажную канаву довольно продолжительное время за счёт дренирования захороненных карт и отжатия фильтрата (подробнее ниже).



Линии тока: -> - чистые; -> - грязные. Гидроизогипсы - 18 -

Рисунок 18 – Структура потока подземных вод для сценария М.5 (экран + ПФЗ с 3-х сторон + дрена на юге)

На рисунке 8 приведены результаты геомиграционного расчёта по сценарию М.5. Из него видно, что все загрязнение с территории Полигона разгружается в дренажную канаву и не выходит за пределы границ ПФЗ вниз по потоку.

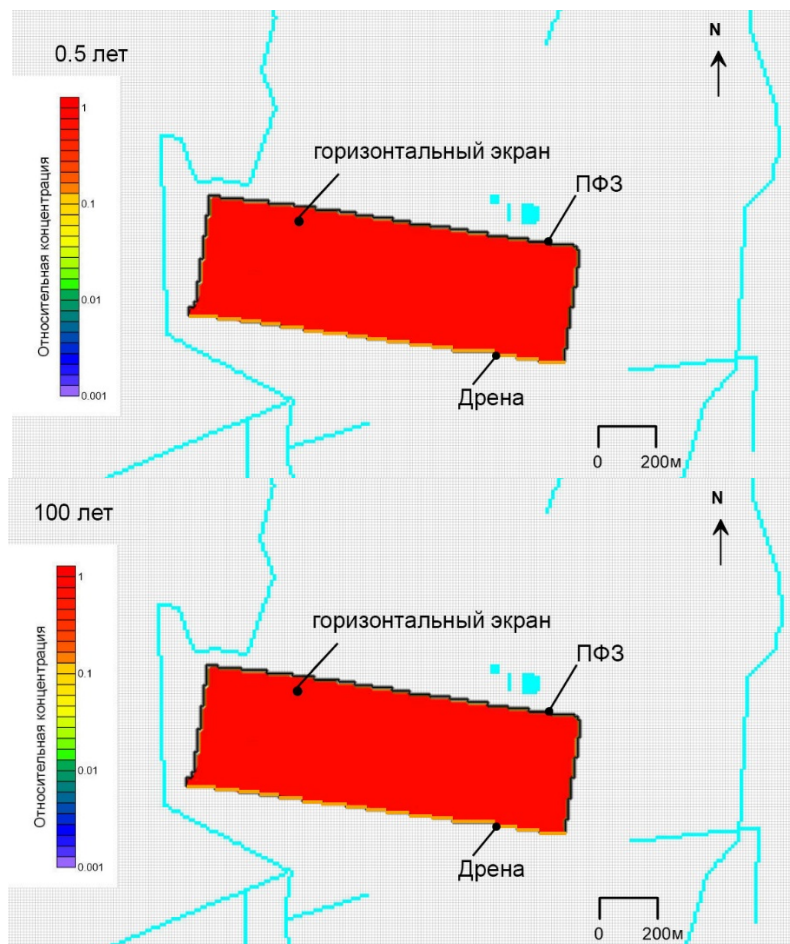


Рисунок 19 – Сценарий М.5 – Движение ореола загрязнения (экран + ПФЗ с 3-х сторон + дрена на юге)

Важно отметить, что в сценарии М.5 ключевая роль для обеспечения долговременной безопасности отводится бесперебойной работе дренажной канаве и очистным сооружениям, которые будут чистить загрязнённый сток на протяжении нескольких сотен лет. Длительная эксплуатация такой конструкции сопряжена со значительными рисками возникновения аварийных ситуаций (выходу из строя дренажа или очистных), а также со значительными эксплуатационными издержками.

Сценарий М.6 рассматривает принятые в проекте решения: горизонтальный экран и замкнутая по периметру полигона ПФЗ, которая своим основанием упирается в непроницаемые кембрийские глины.

Расчётная карта гидроизогипс приведена на рисунке 9. Подземные воды начинают огибать непроницаемую преграду (см. коричневые стрелки). ПФЗ позволяет ограничить доступ подземных вод внутрь тела полигона с отходами.

Такое решение, с одной стороны, ограничивает разбавление загрязнения все новыми и новыми порциями подземных вод, с другой стороны, предотвращает вынос накопленного ранее загрязнения за пределы Полигона.

Рассчитанные на модели скорости показывают, что внутри замкнутого контура формируется застойная зона (фиолетовая область на Рисунке 9) по всей площади полигона.

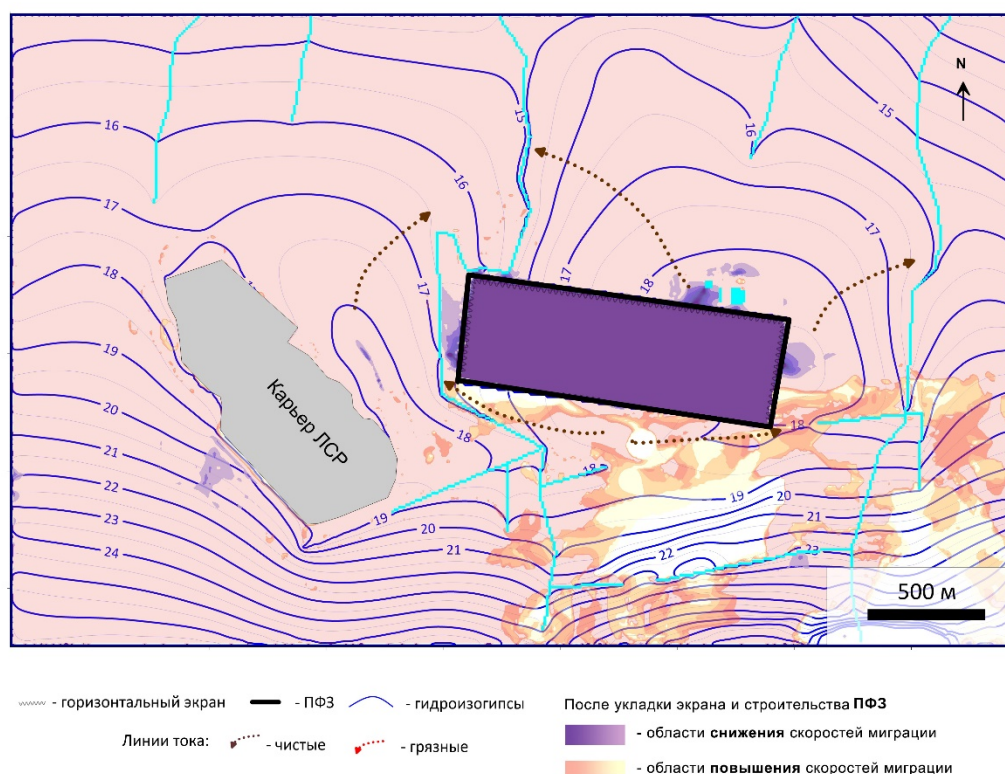


Рисунок 21 – Структура потока подземных вод для сценария (экран + замкнутый ПФЗ)

Миграционные расчёты по сценарию М.6 (Рисунок 22) показывают, что созданная противодиффузионная завеса в сочетании с горизонтальным экраном эффективно сдерживают вынос загрязнения с территории Полигон. При условии сохранения своих проектных свойств (в первую очередь, низкой проницаемости и целостности), за 100 летний прогнозный период сколько-либо значимого выноса загрязнения не будет наблюдаться.

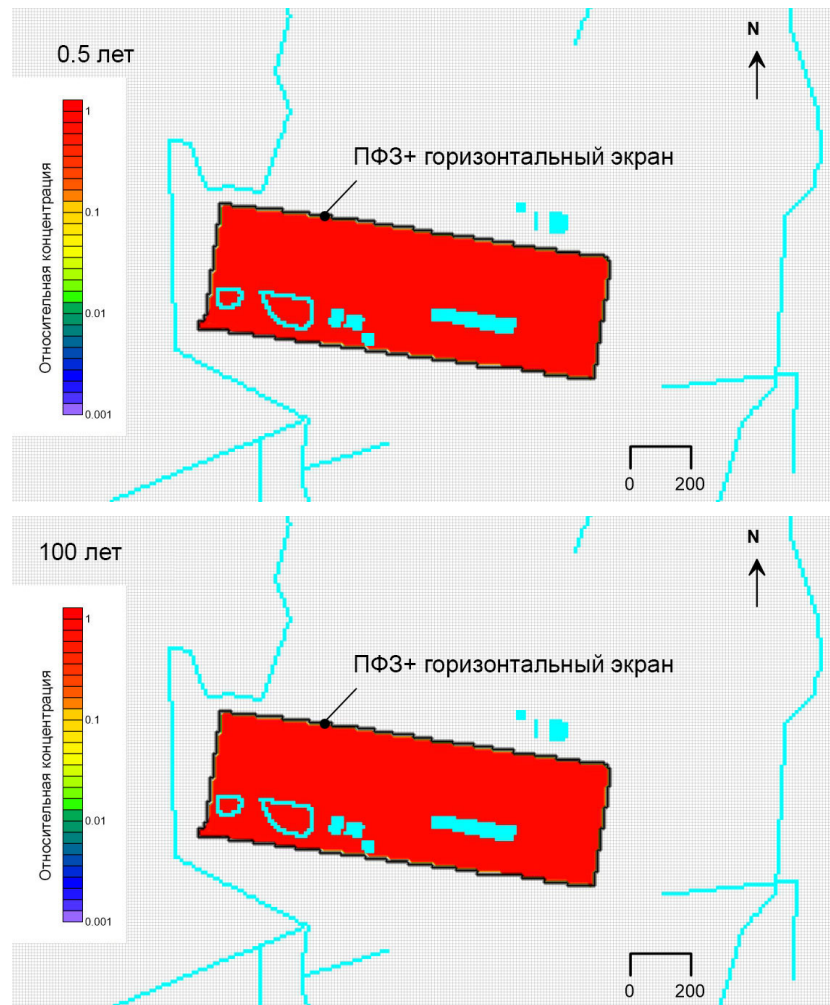


Рисунок 22 – Сценарий М.6 – Движение ореола загрязнения при создании ПФЗ и горизонтального экрана

Из шести рассмотренных сценариев только два (М.5 и М.6) конструктивных решения при условии их штатной работы способны полностью исключить выход загрязнения с территории Полигона вместе с подземными и поверхностными водами. Поэтому, с гидрогеологической точки зрения, оба сценария (М.5 и М.6) будут одинаково эффективны при условии штатной работы системы барьеров, дренажа и очистных. Для выбора наиболее оптимального решения, необходимо прибегнуть к рассмотрению дополнительных факторов (риски возникновения запроектных аварий, объем образования фильтрата и время его активного высачивания, стоимость эксплуатации и т.д.).

Риск нештатной эксплуатации барьерных систем

При рассмотрении замкнутой системы ПФЗ (сценарий М.6) к основным рискам возникновения запроектных событий можно отнести нарушение сплошности барьера. Нарушение сплошности может произойти как в результате нарушения технологии строительства, при старении материалов (изменение свойств со временем), или при возникновении внешних воздействий (например, сейсмического события). Для уменьшения рисков нарушения технологии строительства проектом предусмотрено привлечение квалифицированного персонала, создание системы входного контроля качества используемых материалов, операционный контроль в процессе строительства. Для уменьшения рисков старения материала подобраны специальные устойчивые составы барьеров, и предусмотрены дополнительные мероприятия (футеровка бетонной стены с обеих сторон позволит значительно увеличить срок её службы). Для учёта риска внешних воздействий была предложена многобарьерная система, с отличными друг от друга свойствами материалов барьера. Например, при сейсмическом событии или неравномерной просадке бетонная стенка может образовать трещину. В таком случае следующий барьер из глинисто-полимерного материала будет включён в работу. И т.д.

Сценарий М.5 предполагает эксплуатацию глубокой дренажной канавы очистных сооружений. Отметим, что, например, при разработке проектов окончательной изоляции радиоактивных отходов законодательно запрещено использовать активные системы дренажа, поскольку их работоспособность не может быть обеспечена на длительный срок. Данное требование можно перенести и на Полигон, поскольку эксплуатация дренажной системы должна проводиться на срок более чем 100 лет. Очевидно, что за столь длинный период риск возникновения нештатной ситуации с работой дренажа и очистных значительно возрастает. Например, дренажная канава может быть запружена семейством бобров. Или государственное финансирование прекратится на функционирование очистных сооружений.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		56

Проблема фильтра

Сценарий М.5 и М.6 предполагает, что после строительства сооружений будет некоторое время осуществляться сбор фильтра из тела полигона. Однако, в случае со сценарием М.6, сбор фильтра происходит внутри замкнутого периметра ПФЗ. Это означает, что даже в случае прекращения работы очистных, загрязнение не попадёт за пределы полигона. Обратная ситуация наблюдается для сценария М.5. Его эффективность основывается исключительно на работе внешней дрены и очистных. В случае прекращения работы дрены, или очистных, фильтрат немедленно начнёт поступать в окружающую среду.

На численной модели были проведены оценочные расчёты интенсивности выхода фильтра для сценария М.5 и М.6. На рисунке показано, что интенсивность выхода фильтра в обоих случаях неравномерная по времени. Так, на первых годах эксплуатации для замкнутого ПФЗ в систему сбора фильтра поступает до 120 м³/сут. При работе дрены только на южной границе (сценарий М.5) эта цифра не превысит 50 м³/сут. Со временем интенсивность выхода фильтра снижается. Для сценария М.6 (замкнутый контур со сбором фильтра) примерно через 30-35 лет выход фильтра прекратится. Общий объем фильтра составит до 250 – 300 тыс м³. В случае сценария с дренажем (М.5), интенсивность выхода фильтра меньше и, соответственно, продолжительность его выхода растягивается на 100 + лет (см. рисунок 11).

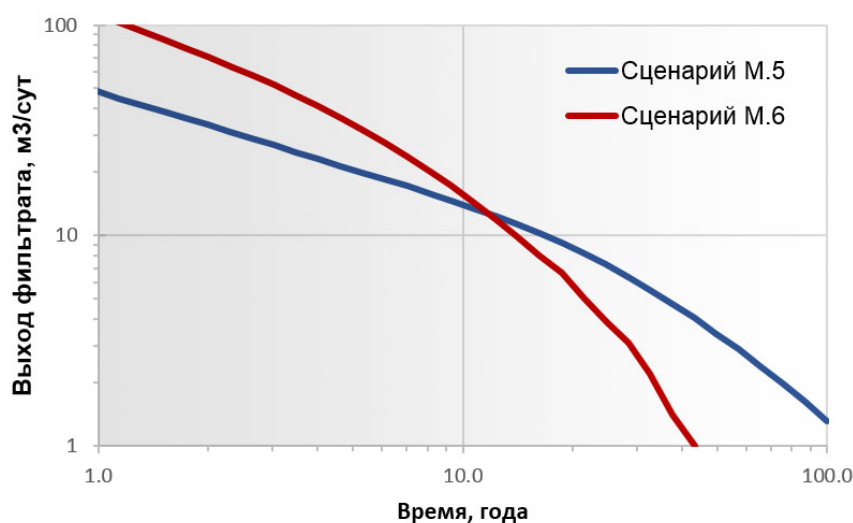


Рисунок 23 – Интенсивность выхода фильтра из тела полигона для сценариев М.5 и М.6

Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата

Таким образом, выбор сценария с дренажной канавой на юге (М.5) является менее предпочтительным, по сравнению со сценарием замкнутой ПФЗ (М.6). Это связано как с рисками нештатной работы (отключения) перехватывающей канавы, так и со значительным периодом эксплуатации очистных (100+ лет).

Также необходимо учитывать, что в случае сценария М.5, вместе с фильтратом в дренажную канаву будут разгружаться чистые подземные и поверхностные воды со внешней стороны, т.е. будет происходить формирование новых объёмов отходов на протяжении 100+ лет.

Сценарий замкнутой ПФЗ с вложенной системой сбора фильтрата (М.6) лишён указанных выше проблем: риск запроектной эксплуатации ПФЗ многократно ниже, чем риск эксплуатации дренажной системы. Кроме того, период эксплуатации очистных для фильтрата для сценария М.6 многократно меньше чем в случае с М.5. По стоимости строительства сценарии М.5 и М.6 практически сопоставимы (отличия лишь в одной стене). Однако по стоимости последующей эксплуатации сооружения (работа дренажа и очистных) сценарий М.5 значительно уступает в эффективности сценарию М.6.

В таблице 3 сведены основные преимущества и недостатки всех рассмотренных сценариев.

Таблица 3 – Сводная таблица основных преимуществ и недостатков для выбора оптимального проектного решения

Сценарий	Описание	Преимущества	Недостатки
М.1	Текущая ситуация (атмосферные осадки падают на поверхность полигона + работа кольцевого дренажа и очистных)	– кольцевой канал в паре с очистными перехватывают загрязнённые подземные воды; – не требует одномоментных многомиллиардных вложений.	– постоянное образование новых отходов за счёт контакта с атмосферными осадками; – выход загрязнения с поверхностными водами; – значительные эксплуатационные затраты на поддержание инфраструктуры Полигона и очистку дренажных стоков в расчёте на долгосрочную перспективу; – со временем растут риски залпового высвобождения загрязнения и катастрофических последствий.
М.2	Аварийный (атмосферные осадки падают на поверхность)	– нет.	– залповое высвобождение загрязнения и катастрофические последствия для населения.

	полигона, кольцевой канал и очистные не работают)		
М.3	Укрытие Полигона горизонтальным экраном (кольцевой канал и очистные не работают)	– перехватывается дождевой сток с поверхности Полигона, т.е. прекращается образование новых отходов за счёт разбавления чистыми осадками.	– транзитный поток подземных вод промывает тело полигона и беспрепятственно выносит загрязняющие компоненты в окружающую среду.
М.4	Горизонтальный экран + непроницаемая стена на юге (кольцевой канал и очистные не работают)	– см. М.3	– меняется структура потока подземных вод; – не позволяет исключить выход загрязнения вместе с подземными водами.
М.5	Горизонтальный экран + ПФЗ на с трех сторон + дренаж на юге	– см. М.3 – позволяет исключить выход загрязнения вместе с подземными водами.	– требует длительной эксплуатации очистных сооружений из-за разгрузки фильтрата в дренажную канаву; – высокие риски возникновения нештатных ситуаций с бесперебойной работой дренажа и очистных при их длительной эксплуатации; – эксплуатационные затраты по эксплуатации дренажа и очистных на период 100+ лет; – высокая стоимость инженерных мероприятий (горизонтальный экран + 3 стены ПФЗ + дренаж).
М.6	Горизонтальный экран + замкнутый ПФЗ со всех сторон полигона	–см. М.5; – не требует длительной эксплуатации очистных; – не требует вмешательства человека; – нет рисков, связанных с бесперебойной работой при долговременной эксплуатации.	– высокая стоимость инженерных мероприятий (горизонтальный экран + 4 стены ПФЗ).

2.1. Технологические решения.

Противофильтрационная эшелонированная завеса включает (чертёж ГТП-14/2020-1-КР1 лист 7):

1. Систему барьеров (противофильтрационных завес).
2. Контрольную систему.
3. Контрольно – инъекционную систему.
4. Систему сбора фильтрата.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							60
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

3.2.1 Система барьеров (противофильтрационных завес).

Система барьеров (противофильтрационных завес) включает:

- Железобетонная стенка.
- Стенка из глинисто-полимерного материала.
- Стенка из композитного полимерного шпунта.

Глубина заглубления ПФЗ определялась с учетом требования - заглубление в водоупор должно быть не менее 1,0 м (п. 7.3 СП103. 13330.2012).

Для обеспечения сплошности по глубине завеса сооружается ступенчато (переменной глубины), повторяя контур кровли водоупорного слоя (слой ИГЭ 5а), в который осуществляется заглубление. Глубина противофильтрационной эшелонированной завесы 4.5 ÷ 7.7 м.

Общее направление движения грунтовых вод в зоне участка строительства с юга на север. Соответственно фильтрация вредных веществ с территории полигона происходит на север.

С учетом этого и для обеспечения надежности и долговечности с северной стороны и примыкающих участках с запада и востока предусмотрено устройство трех барьеров (противофильтрационных завес). С южной стороны (участок ПК 4+50 ÷ ПК 17+00), где осуществляется только приток на полигон грунтовых вод с прилегающей территории, предусмотрено устройство одного барьера - железобетонной стенки.

Железобетонная стенка. (Ширина 0,6 м, высота от 4,5 м до 7,7 м)

Железобетонная стенка – подземной сооружение, имеющее «└» форму поперечного сечения.

Отметка подошвы стенки (отметка нижней плоскости железобетонной плиты) принималась с учётом требования о заглублении конструкции в

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		61

водоупорный слой кембрийской глины не менее чем на 1,0м. и изменения отметок верхней поверхности данного водоупорного слоя.

В основании стенки - кембрийские глины лёгкие пылеватые твёрдые, слоистые ($I_L = -0,41$), средний коэффициент фильтрации составляет $2,62 \cdot 10^{-6}$ м/сут.

Со стороны полигона выполняется футеровка из анкерного листа T-Lock размером (2,0x3,0) м толщиной 2 мм (ТУ 2246-003-56910145-2014). Анкерный лист с Т-образными анкерующими элементами, изготавливается из полиэтилена высокой плотности (HDPE).

Футеровка анкерным листом T-Lock устойчива к воздействию агрессивных химических веществ, устойчива к абразивному истиранию и низким температурам.

Единый лист создаёт абсолютно герметичную оболочку и служит гидроизоляционной мембраной, выполняющей противofильтрационную и защитную функцию.

Стенка из глинисто-полимерного материала. (Ширина 2,2 м, высота от 4,5м до 7,7м).

Следует отметить, что противofильтрационные завесы, созданные различными технологиями, не дают абсолютной защиты от фильтрации вредных веществ в почву и грунтовые воды.

Поэтому для минимизации риска загрязнения почвы и воды в проектной документации предусмотрено использование нескольких видов противofильтрационных завес, которые будут дополнять друг друга и создавать полную преграду фильтрации.

Стенка из глинисто–полимерного материала (ГПМ) сооружается с внешней стороны железобетонной стенки по ее Восточной, Северной и Западной сторонам.

Глинисто–полимерный материал – это минеральный уплотнённый материал, обладающий рядом существенных преимуществ. Глинисто–полимерная смесь непучинистая, рыхлая, имеет зернистый вид, удобна в обращении.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							62
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Глинисто-полимерный материал для устройства завесы состоит из:

- инертного материала (песка);
- готовой смеси (бентонит + полимер).

Технические характеристики ГПМ

Наименование показателя	ГК «ТЕХПОЛИМЕР» Бентопласт
Страна производитель	Россия
Насыпная плотность, т/м ³ , ±10%	1,7
Содержание инертного материала, %, не более	88,3
Содержание бентонитовой глины, %, не менее	11,5
Содержание полимерного модификатора, %, не менее	0,23
Коэффициент фильтрации, см/сек, не более	10 ⁻⁸
Содержание монтмориллонита в бентонитовой глине, %, не менее	70

Описание технологии изготовления ГПМ.

Смесь изготавливается путём смешивания в лопастном смесителе в требуемых пропорциях премикса (бентонит + полимер) и песка. При общей влажности смеси менее 7% необходимо добавить воду в песок и довести влажность до требуемой, оптимальная влажность для укладки 7-10%.

Для получения полимерно-глинистого материала требуется организация на стройплощадке пункта по смешиванию инертного материала (песок) с готовой смесью.

Пункт находится в оборудованном мобильном тентовом ангаре, расположенным на территории площадки складирования инертных материалов.

Используемое оборудование, хранение и укладка ГПМ.

Пункт оборудуется:

–промышленными платформенными весами (потребляемая мощность весов 5 квт);

–лопастными смесителями для грунта 3 шт. (ёмкость одного смесителя составляет 10м³, потребляемая мощность 30 квт, цикл смешивания 5 минут);

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		63

–мобильной лабораторией для испытания. Лаборатория необходима для контроля характеристик поступающего песка, полимер и бентонит проходят контроль на производстве и не требуют лабораторной проверки».

На пункте смешивания постоянно работает экскаватор-погрузчик типа «Bobcat» и бортовой автомобиль для доставки готовой смеси к траншее.

Температурные требования в процессе производства работ и к используемым материалам: при условии не добавления в песок дополнительной воды, возможна работа до -5°C , при добавлении до 0°C .

Готовая смесь в объёме суточной потребности хранится в крытом ангаре, обеспечивающим защиту от любых негативных воздействий погоды. Машинами с высоким бортом доставляется на строительную площадку.

Требований к температуре хранения не предъявляется, однако долгое хранение при минусе приведёт к смерзанию и невозможности укладки.

Готовая смесь укладывается в траншею на готовое основание экскаватором с длинномерным ковшом, толщина слоя 20см, после чего уплотняется экскаватором с навесным оборудованием «виброплита».

Главный показатель укладки смеси, это коэффициент уплотнения, должен быть не менее 0,92.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							64
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Стенка из композитного полимерного шпунта.

С внешней стороны стенки из ГПМ устраивается гидроизоляционная завеса по Восточной, Северной и Западной сторонам для предотвращения намочания стенки из вне через водопроницаемые грунты. Завеса состоит из композитных полимерных шпунтин с замками, вертикально соединяющими один профиль с другим, создавая тем самым, стенку.

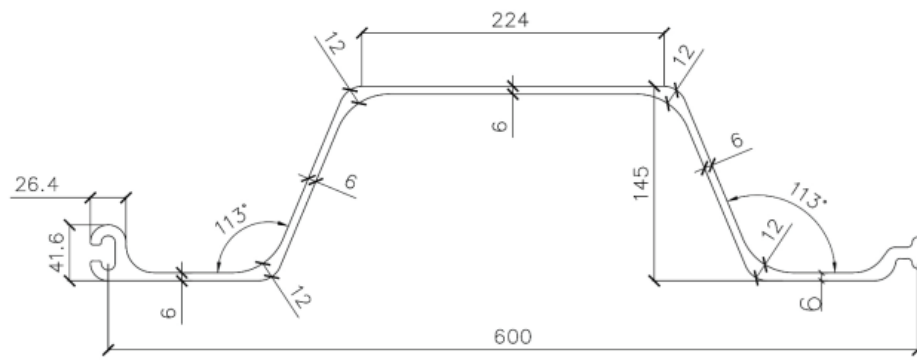


Рисунок 24. Поперечное сечение (b=600 мм, h=145 м, t=6 мм)

Композитный шпунт погружается вибропогружателем после извлечения шпунта ограждения траншеи (Ларсен-5УМ).

Композитный полимерный шпунт ШК-150 УМ (К-ЦК/СК(КК))-ПУ-П-1000-60-14,5/0,6 по ГОСТ Р 57942-2017 средней длиной 7,4 м. Поперечное сечение шпунта – корытное с замками (рисунок).

Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата

ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ

Лист

65

3.2.2 Контрольная система.

Контрольная система сооружается между ж.б. стенкой и стенкой из глинистого полимерного материала, и состоит из дренажных труб, уложенных горизонтально, и вертикальных контрольных труб, смонтированных через 30 м.

Контрольная система позволяет отследить появление дренажных вод и определить место нарушения сплошности противодиффузионной завесы из железобетона.

Дренажные трубы укладываются с уклоном 1% в сторону контрольной вертикальной трубы, противоположный торец дренажной трубы закрыт. Контрольные вертикальные трубы соединены с горизонтальными дренажными трубами тройниками. Таким образом, каждая вертикальная труба «контролирует» наличие дренажных вод только на площади, определенной положением присоединенной к ней дренажной трубы.

Вертикальные трубы выводятся сверху в уровень поверхности железобетонной плиты завесы оснащаются чугунными коверами с крышками.

В вертикальные трубы устанавливаются датчики системы автоматизированного мониторинга экологических и технологических параметров «Экобарьер».

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							66
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

3.2.3 Контрольно – инъекционная система.

Контрольно-инъекционная система сооружается на стенке ПФЗ, с внешней стороны полигона.

Функционально система позволяет оперативно устранить дефект, возникший в противофильтрационной завесе из железобетона. Местоположение ремонтируемого участка определяется с помощью контрольной системы.

Контрольно-инъекционная система представляет собой сеть изолированных друг от друга замкнутых пространств (ячеек) с подведённой к ним ремонтно-инъекционной системой, состоящей из инъекционных трубок и редуцированных тройников.

Работа систем при нарушении целостности ПФЗ.

Предусмотренная проектом система автоматизированного мониторинга экологических и технологических параметров «Экобарьер» обеспечивает контроль за наличием и уровнем вод в вертикальных трубках контрольной системы (скважинах) с использованием датчиков уровня воды. При попадании через ПФЗ вод с полигона в контрольную систему срабатывают датчики системы автоматизированного мониторинга экологических и технологических параметров «Экобарьер».

В случае «срабатывания» системы и получения сигнала о попадании в контрольную скважину (-ы) контрольной системы информация о нарушении целостности конструкции ПФЗ поступает на автоматизированное рабочее место оператора (АРМ) и выводится на экран в виде сигнала «Авария». После идентификации аварийного места (пикета противофильтрационной завесы, на которых произошло срабатывание системы мониторинга) определяется местоположение участков ПФЗ, нуждающихся в ремонтно-восстановительных работах. Определение аварийных участков производится с учётом точности системы мониторинга целостности ПФЗ с разбивкой на отрезки конструкции протяжённостью 30 м.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							67
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Восстановление целостности ПФЗ осуществляется закрытым способом, без вскрытия аварийного участка конструкции завесы, с помощью контрольно – инъекционной системы. При проведении ремонтно-восстановительных работ в контрольно-инъекционную систему аварийного участка ПФЗ подаются (нагнетаются) ремонтные составы из полимерных материалов, которые, после заполнения полостей-ячеек инъекционной системы твердеют и образуют дополнительный гидроизоляционный слой толщиной 12 мм, благодаря чему обеспечивается восстановление гидроизоляционных характеристик конструкции ПФЗ. При проведении ремонтных работ контролируют сплошность заполнения ячеек полимерным составом путём контроля наличия ремонтного состава в соседней, подведённой к заполняемой ячейке, инъекционной трубке.

Ремонтные работы при восстановлении целостности ПФЗ должны производиться с особой тщательностью и качественно, так как повторное инъецирование после твердения полимерных материалов на данных участках производится не может.

3.2.4 Система сбора фильтрата.

В конструкции ПФЗ предусмотрена система сбора фильтрата. Несмотря на то, что эта система не несёт на себе функцию барьера, она играет важную роль в обеспечении долговременной безопасности. Сбор фильтрата позволяет сформировать в теле полигона депрессионную воронку, препятствующую выходу фильтрата из тела полигона даже в случае разрушения ПФЗ. Очевидно, что загрязнение в твёрдом агрегатном состоянии будет значительно менее мобильным, чем в жидком. Кроме того, поддержание ИББ в преимущественно сухом состоянии существенно продлевает срок эксплуатации барьерных систем, поскольку агрессивное воздействие на барьеры не будет столь интенсивным. Поэтому сбор фильтрата и дренирование вмещающего массива будет позитивно влиять на общую безопасность объекта.

По оценкам, на текущий момент в поровой воде полигона содержится около 300 тыс. м³ загрязнённой воды. Расчёты на математической модели (Том 1.6.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		68

07/20-ИГЭ РАН – ГГМ. Книга 1. Глава 10) показывают, что в первые моменты времени объем притока фильтрата в дренажную систему может составлять до 120 м³/сут. Процесс дренирования вмещающего массива может растянуться на десятки лет. Ожидается, что через 25 лет притоки в систему сбора фильтрата сократятся до 4 м³/сут.

Система сбора фильтрата состоит из перфорированных пластин на конусных основаниях собранных в силовой блок с установкой боковых перфорированных панелей. Система собирается в траншее на подготовленном основании покрытым геомембранной и оборачивается в нетканый геотекстильный материал

Благодаря перфорированной структуре ячеек блоков, по их боковой стенке со стороны полигона на срезе выработки фильтрат отжимается и стекает в пространство системы, где аккумулируется в нижней части. Естественный уклон позволяет жидкости фильтрата с Южной части перетекать в Северную, где в пониженной части устраивается камера сбора фильтрата, из которой последний перекачивается на очистные сооружения.

Система сбора фильтрата или иная дренажная система не может в одиночку обеспечивать безопасность сооружения. Этот вопрос подробно обсуждался см. Том 1.6. 07/20-ИГЭ РАН – ГГМ. Книга 1. Глава 10. В дополнение к приведённым ранее аргументам, постараемся обозначить ещё несколько процессов, которые могут привести к проникновению загрязнения в инженерные барьеры даже несмотря на то, что внутренняя система сбора фильтрата будет работать на протяжении всего расчётного периода в безаварийном режиме.

– Роль капиллярного эффекта

При работе системы сбора фильтрата как минимум дно дренажа будет смочено фильтратом. Из-за действия капиллярных сил противоположная стенка дренажа (контакт с барьерами) будет насыщаться загрязнёнными растворами. А далее за счёт механизмов диффузии техногенные компоненты будут устремляться сквозь барьер. Для того, чтобы оценить роль и масштаб проявления капиллярных эффектов на программном комплексе TOUGH-2 была

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		69

проведена серия тестовых расчётов. Постановка задачи сводилась к следующему: на дне дренажной канавы задавался тонкий слой загрязнённой воды с относительной концентрацией 1. Дренажная канава граничит с материалом барьера высотой 10 м. В качестве материала барьера были выбраны: бетон, глина, песок. В барьере задавалась начальная нулевая концентрация загрязняющего компонента. На модели оценивалась высота капиллярного поднятия и насыщение барьера загрязнённой водой. Результаты расчёта приведены на Рисунке 1. Из рисунка видно, что слабопроницаемые материалы (Бетон и Глина) обладают значительным всасывающим давлением (капиллярными силами), что обеспечивает насыщение загрязнёнными компонентами материала барьера на высоту до 3-5 м даже несмотря на то, что барьер не вступал в прямой контакт с жидкими отходами.

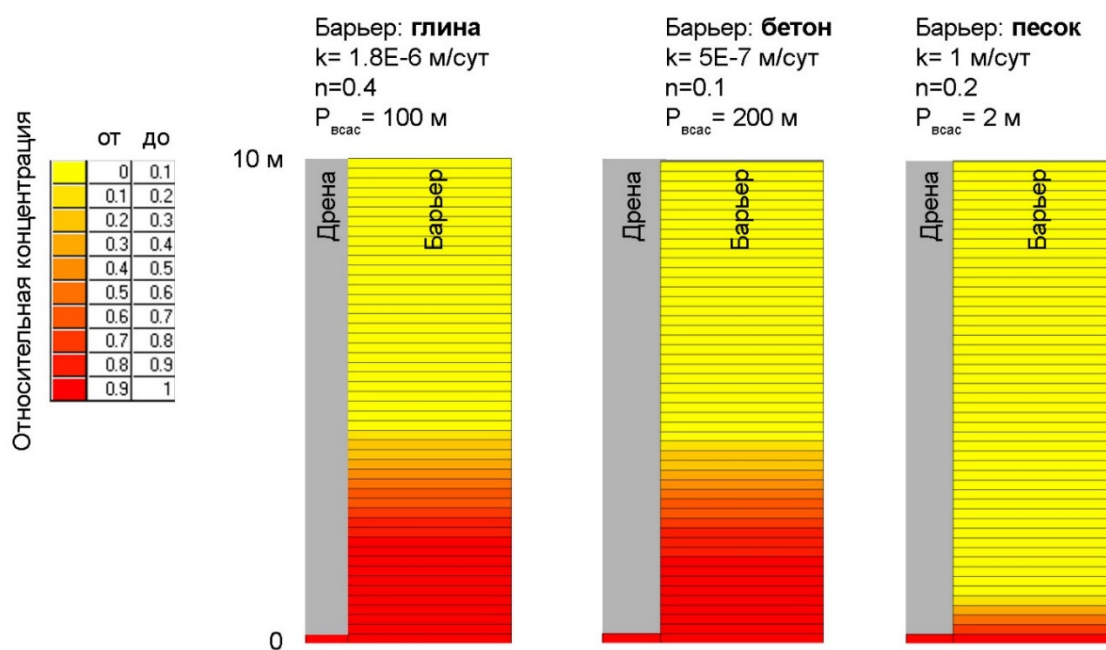


Рисунок 25 – Роль капиллярного эффекта при насыщении барьеров (расчёт на 100 лет)

Даже после того, как тело полигона будет осушено, и система сбора и переработки фильтрата будет остановлена, в дренаже со временем возможно накопление слоя воды за счёт процессов конденсатообразования. Вода будет

выщелачивать загрязнённые отходы из тела полигона и создавать предпосылки для их транспорта.

Поэтому наиболее эффективно использовать систему сбора фильтрата в сочетании с барьерами безопасности (ПФЗ).

3. Монолитная железобетонная плита по верху эшелонированной противофильтрационной завесы (ПФЗ). Внутренний водоотвод.

По верху противофильтрационной эшелонированной завесы с учётом требований п. 2.2.5 СТУ на всей ширине предусмотрена монолитная железобетонная плита толщиной 240 мм.

Плита предназначена для защиты и удобства обслуживания эшелонированной противофильтрационной завесы. По верху плиты возможен проезд эксплуатационной техники.

Поверхности плиты ПФЗ для обеспечения долговечности защищаются гидроизоляцией проникающего действия «Кальматрон» «ТУ 5716-008-54282519-2003 «Состав цементный защитный проникающего действия Кальматрон (Kalmatron)» или аналог.

В уровне верха плиты ПФЗ устанавливаются крышки коверов контрольной и контрольно-инъекционной систем, а также люков смотровых колодцев системы сбора фильтрата.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		71

4 Описание и обоснование проектных решений, направленных на соблюдение требований технологических регламентов

Толщина и свойства материала барьеров в системе ПФЗ должны быть подобраны таким образом, чтобы обеспечить безопасность сооружаемого объекта не только при его штатной работе, но при запроектной эксплуатации на долговременный период, а также минимизировать риски, которые могут привести к запроектным режимам эксплуатации барьеров системы безопасности. Сочетание барьеров с различными свойствами позволяет достичь в долгосрочной перспективе минимизации рисков выхода загрязнения за контуры ПФЗ.

Для эшелонированной системы инженерных барьеров на Полигоне Красный бор, опираясь на опыт зарубежных коллег, предложено использовать три барьера.

Железо-бетонная стенка

Первый барьер, который встаёт на пути миграции загрязнения – это железобетонная стенка. Железобетон обладает рядом достоинств и используется практически во всех системах долговременной изоляции отходов. Наиболее важными свойствами бетона и железобетона являются прочность, плотность, водонепроницаемость, морозостойкость, стойкость против коррозии. Стена обладает крайне низкой проницаемостью, что позволяет эффективно локализовать и удерживать загрязнение в пределах контура полигона. Кроме того, стена может нести на себе механические нагрузки и использоваться в качестве подпорной стены, или основания при строительстве. Технологии укладки железобетонных стен хорошо отработаны, а качество строительства и степень герметизации швов может легко контролироваться в процессе.

Для расчёта необходимой толщины барьерного материала будем исходить из следующих условий:

Условие 1. Барьер в штатных условиях эксплуатации должен обеспечить сдерживание загрязнения на период не менее 50 лет (п. 4.3 ГОСТ 27751-2014 табл. 1, СТУ п.1.9.13 нормальный уровень ответственности.)

Условие 2. Размеры барьера могут задаваться исходя из технологических или конструктивных особенностей, но не менее чем по условию 1.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							72
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

При этом будем считать, что поскольку коэффициент фильтрации материала барьера ниже $1\text{E-}5$ м/сут, то для начала фильтрации через непроницаемую среду необходимо приложить некоторый начальный градиент. Как правило, величина начального градиента много выше возможных природных величин. Поэтому при низких коэффициентах фильтрации барьерных материалов принято, что массоперенос в них контролируется сугубо диффузионным механизмом.

Приведём уравнение, которое описывает движение фронта загрязнения через барьерный материал (1). Предполагается, что с одной стороны барьер граничит с постоянным источником (загрязнителем), а другая сторона барьера отнесена на некоторое расстояние L , где поддерживается нулевая концентрация.

$$\bar{c}(x) = 1 - \frac{x}{L} - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \exp\left(\frac{-n^2\pi D_e t}{L^2(n_a + k_d\rho_b)}\right) \quad (1)$$

где: \bar{c} – относительная концентрация на расстоянии x от начала барьера, б/р; L – толщина барьера, м; D_e – эффективный коэффициент молекулярной диффузии, $\text{м}^2/\text{сут}$; t – время, сут; n_a – активная пористость, $\text{м}^3/\text{м}^3$; k_d – коэффициент сорбционного распределения, $\text{м}^3/\text{кг}$; ρ_b – плотность скелета грунта, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для уравнения (1) может быть получено асимптотическое решение, которое позволяет оценить глубину проникновения фронта загрязнения (M) в барьер на заданный момент времени

$$M = 1.5 \sqrt{\frac{D_e t}{n_a + k_d\rho_b}} \quad (2)$$

В расчёте использовались справочные параметры для железобетонной стены В25 F200, W8 (см. таблица 1). В виду сильной неопределённости параметров, при расчёте учитывался возможный диапазон изменения параметров. Отметим, что даже в обозначенном диапазоне изменения, коэффициент фильтрации железобетонного барьера удовлетворяет требованиям п. 8.7 СП 127.13330.2017. На основании приведённых в Таблице 1 данных и уравнения (2) была оценена глубина проникновения загрязнения в железобетонную стенку на различные моменты времени.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		73

Таблица 1 – Параметры для расчёта толщины железобетонной стенки

Инженерный барьер	Коэффициент фильтрации, k , м/сут	Диффузия, D_e , м ² /сут		Пористость, n , д.е.		Сорбция, K_d см ³ /г		Плотность, г/см ³
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Железобетонная (ж/б) стена В25 F200, W8	Менее 5E-7*	2E-8	1E-7	0,05	0,15	Нет сорбции		2,2

D_e – эффективный коэффициент молекулярной диффузии, м²/сут

K_d – линейный коэффициент сорбционного распределения, м³/кг

* – согласно ГОСТ 12730.5-2018

Из рисунка видно, что с учётом неопределённости в параметрах, глубина проникновения загрязнения в бетон через 50 лет может составлять от 7 до 30 см. В проекте предусмотрена толщина железобетонной стенки 60 см, т.е. принятая толщина удовлетворяет требованиям безопасности. Завышение толщины стенки с 30 до 60 см продиктовано технологическими требованиями к проведению строительных работ и необходимо только для того, чтобы обеспечить создание герметичной и устойчивой конструкции.

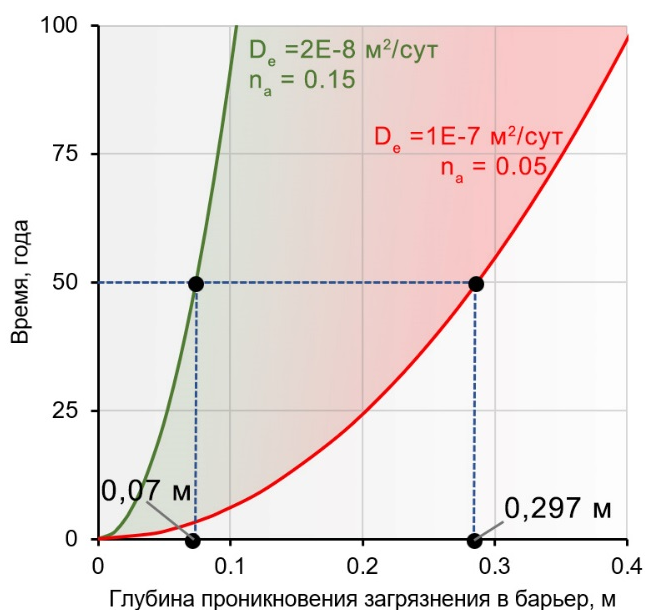


Рисунок 25 – Глубина проникновения загрязнителя в железобетонный барьер на разные моменты времени

В целом, если принять штатную работу железобетонной стены на протяжении всего срока эксплуатации, то расчётное время проникновения загрязнения через 60 см железобетона составит около 220 лет.

Однако, при подобных расчётах необходимо учитывать, что железобетонная стена будет находиться в агрессивной среде, это рано или поздно приведёт к старению барьера и изменению его свойств. Многочисленный опыт применения указывает на то, что гарантийный срок сохранения барьерных свойств железобетонных конструкций не превышает 50 лет. Например, в работе (Румынин В.Г. и др. 40-летняя история эволюции радиоактивного загрязнения подземных вод на предприятии по хранению и переработке РАО Ленинградского отделения филиала «Северо-Западный территориальный округ» ФГУП «РОСРАО», Журнал Геоэкология №1/2019) авторами обсуждаются последствия утечек радиоактивных отходов из железобетонных каньонов, расположенных в приповерхностном слое. Железобетонная плита толщиной 600 мм дала течь по шву и по трещинам в основании уже спустя 20 лет эксплуатации. При этом материал находился в относительно благоприятных условиях периодического обводнения пресными подземными водами. Для минимизации агрессивного воздействия вмещающей среды на железобетонную стену в проекте полигона Красный Бор предусмотрена её футировка с обеих сторон. Это позволит значительно увеличить срок службы барьера.

Кроме того, для железобетонной стены характерны и другие процессы, которые могут приводить к нарушению герметичности барьера. Наиболее уязвимым местом является стык двух плит между собой (деформационный шов). При неравномерной просадке стены (из-за неоднородности свойств кембрийских глин) или при запроектом сейсмическом событии может произойти сдвигка плит по шву и образование течи. Значительный ущерб железобетонной конструкции в долгосрочной перспективе также может причинить климатический фактор: многократные циклы оттаивания и промерзания могут приводить к потере барьерных свойств материала.

В таблице 2 приведены значимые причины, которые могут приводить к нарушению целостности железобетонного барьера в долгосрочной перспективе.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		75

Таблица 2 – Возможные причины потери герметичности железобетонной стены

Риск	Причины	Мероприятия по компенсации воздействия
Потеря герметичности барьером	Неравномерная просадка	Установка основания ПФЗ в однородный по своим свойствам слой монолитных кембрийских глин с повышенным модулем деформации; Шов между плитами оборудуется пластичной гидрошпонкой
	Землетрясение	Длина секции железобетонной плиты определена исходя из расчёта деформации для работы в протяжённой конструкции; Шов между плитами оборудуется пластичной гидрошпонкой.
	Агрессивная вмещающая среда	Футировка стены с обеих сторон и спец состав Осушение тела полигона системой сбора фильтрата
	Промерзание и оттаивание	Учитывается классом бетона
	Нарушение технологии строительства	Привлечение квалифицированного персонала к строительству, входной контроль материалов, операционный контроль во время строительства

Учитывая проведённые расчёты и предусмотренные мероприятия по компенсации негативного воздействия на железобетонную стенку, гарантированный срок её эксплуатации может составить 50 лет. Достоверный прогноз на более продолжительные сроки может быть проведён только с учётом опыта эксплуатации в реальных условиях.

Слой глинисто-полимерного материала (ГПМ)

Слой ГПМ выполняет буферную роль и укладывается с внешней стороны железобетонной стенки. ГПМ обладает низкой проницаемостью (удовлетворяет требованию п. 8.7 СП 127.13330.2017) и несёт в себе дополнительную функцию сорбционного барьера. При намокании ГПМ образует водонепроницаемую плёнку, его свойства устойчивы во времени. В водонасыщенном состоянии ГПМ обладает пластичными свойствами, таким образом он не подвержен хрупким деформациям. ГПМ стоек к воздействию щелочей и кислот, таким образом возможное попадание жидких загрязнений из карт полигона не повлечёт за собой ухудшение его изолирующих качеств. При нарушении герметичности железобетонной стенки, ГПМ будет выполнять функцию основного барьера. Кроме того, он обладает свойствами к залечиванию трещин.

Учитывая, что время безаварийной работы железобетонной стены было принято нами в 50 лет, то для обеспечения гарантийного срока эксплуатации объекта (срок установлен Заказчиком директивно 100 лет в концепции ликвидации НВОС и в Техническом Задании), время сдерживания загрязнения ГМП должно быть не менее 50 лет (50 лет железобетонная стенка + 50 лет ГПМ = 100 лет Гарантированный срок).

Для расчёта толщины слоя ГПМ были использованы данные из таблицы 3 и уравнение (2). Глинисто-полимерный материал для устройства завесы состоит по своей массе на 80,8% из кварцевого песка, 18% бентонита и 1,2% полимера. Материал был исследован в лабораторных условиях на определение параметров коэффициента молекулярной диффузии и коэффициента фильтрации. Полученные в лаборатории значения использовались в расчётах. Результаты расчётов приведены на Рисунке 2.

Таблица 3 – Параметры для расчёта толщины ГМП

Инженерный барьер	Коэффициент фильтрации, k , м/сут	Диффузия, D_e , м ² /сут		Пористость, n , д.е.		Сорбция, K_d см ³ /г		Плотность, г/см ³
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	
ГПМ	7,2E-6	5,2E-5		0,2		0,7	7	1,7

D_e – эффективный коэффициент молекулярной диффузии, м²/сут

K_d – линейный коэффициент сорбционного распределения, м³/кг

Результаты расчётов показывают, что глубина проникновения загрязнителя за 50 лет через глинисто-полимерный материал будет составлять от 0,91 до 2,2 м. Мощность диффузионного фронта контролируется сорбционной способностью ГПМ. В проекте принята мощность ГПМ по варианту наиболее консервативного расчёта (2,2 м).

Также ГПМ укладывается в траншею в виде сухой дисперсной смеси и должен находиться под пригрузом. Рассматривается риск, что в период длительной эксплуатации полигона в результате аварийного события ГПМ может быть локально размыт с поверхности потоками ливневых вод (эрозия). Это приведёт к

формированию локальных зон транспорта загрязнённых веществ с подземными водами

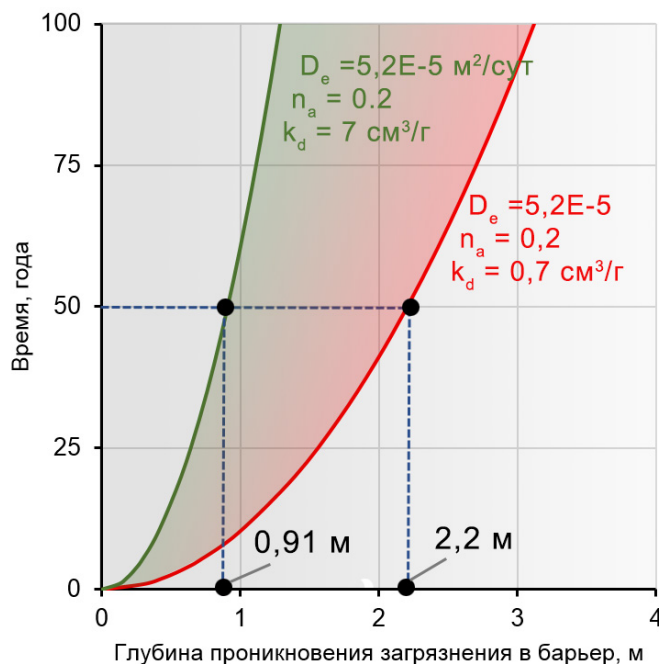


Рисунок 26 – Глубина проникновения в ГПМ загрязнителя на разные моменты времени

Таблица 10 – Возможные причины потери герметичности ГПМ

Риск	Причины	Мероприятия по компенсации воздействия
Потеря герметичности барьером	Нарушение технологии укладки или бракованные материалы	Привлечение квалифицированного персонала к строительству, входной контроль материалов, операционный контроль во время строительства
	Неравномерное промерзание ГПМ	ГПМ содержит в своём составе 80% песка. Материал слабо подвержен пучению. Кроме того, ГПМ укладывается в траншею сухим и уплотняется. При контакте воды с ГПМ на поверхности образуется водозащитная плёнка, которая не пропускает внутрь барьера воду, т.е. расширение льда в порах при заморозке не будет происходить
	Размывание ливневыми потоками	Создание шпунтовой стенки для предотвращения размывания ГПМ и пригруз плитой сверху

Обобщая результаты расчётов, можно сказать, что сочетание железобетонной стенки и слоя ГПМ позволяет достигнуть установленного гарантийного срока безопасной эксплуатации сооружения на период 100 лет.

4. Основные виды ресурсов для технологических нужд полигона.

При строительстве ПФЗ I этапа противофильтрационной эшелонированной завесы предприятие – полигон продолжает функционировать. По завершении строительных работ I-ого этапа приступают к работам второго этапа. Существующие инженерные сети должны функционировать в полном объеме.

Сети, пересекающие трассу сооружения, мешают строительству ПФЗ на этапе I, возможному передвижению эксплуатационной техники по ж.б. плите ПФЗ, подлежат переустройству.

Для обеспечения основными видами ресурсов для технологических нужд полигона проектом предусмотрено:

- переустройство эстакадного участка газопровода на территории полигона (обследование см. ГТП-14/2020-ОСК-38 том 1.5 «Технический отчёт по результатам технического обследования зданий и сооружений» приложение 38);

Сведения о переустраиваемых для обеспечения основными видами ресурсов для технологических нужд полигона сведены в таблицу.

№ п/п	Существующие инженерные сети		Проектное решение по переустраиваемому участку сети	
	Наименование	в плане, ПК	Длина, м	Проектное решение
1.	Газоснабжение D160 мм в.д. надземная прокладка по эстакаде.	27+32	19 +2х6 (подъем/ опуск)	Отключение подачи газа в межотопительный период, демонтаж участка газопровода: восстановление надземного участка газопровода по окончании строительных работ по ПФЗ в охранной зоне газопровода с заменой ригеля существующей эстакады.
2.				

В томе 4.1 ГТП-14/2020-1-КР1 «Конструктивные и объемно-планировочные решения ПФ» приведены конструктивные решения при переустройстве сетей:

1. *Ригель эстакады сети газоснабжения* (длина 14,9 м).

Все работы в зоне инженерных сетей необходимо производить по согласованию и в присутствии представителей владельцев сетей с учетом требований проектной документации, технических условий полигона и действующего законодательства.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							80
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

4.1. Газоснабжение.

Ввод газоснабжения высокого давления на полигон осуществляется на северо-востоке в зоне строительства ПФЗ. Существующий газопровод пересекает трассу ПФЗ на ПК23+32 под углом в плане 64°. Существующий газопровод построен по рабочему проекту ФГУП «Российский научный центр «Прикладная химия», 2005 г.

Характеристика существующего газопровода в зоне ПФЗ:

- газопровод d159 мм с надземной прокладкой по высокой эстакаде;
- газопровод высокого давления $P=0,673$ Мпа.

На газопроводе перед вводом на территорию полигона имеется отключающее устройство (задвижка).



Рисунок 28. Существующий надземный газопровод, проходящий по высокой эстакаде в зоне трассы ПФЗ

Подземный газопровод за территорией полигона у ограждения поднимается на высокую эстакаду. На территории полигона по высокой эстакаде газопровод проходит над трассой ПФЗ, и далее опускается и вводится в газорегуляторный

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		81

шкафной пункт ГРПШ-13-2Н(В)-У1. В настоящее время в зоне проектируемых ПФЗ проходит Кольцевой канал.

Высокая эстакада имеет П-образную рамную конструкцию с пролетом 12 м. Опоры в виде металлической стойки D350 мм высотой ~6 м на ж.б. фундаменте. Ригель эстакады жестко объединяется со стойками опор и имеет в поперечном сечении два швеллера №30, объединенных между собой горизонтальными связями. Трубопровод опирается на эстакаду через металлические опорные части.

Состояние конструкций технологической эстакады – работоспособное.

Для обеспечения возможности сооружения ПФЗ, работы строительной техники, проектом предусматривается демонтаж участка газопровода, проходящего по высокой эстакаде, ригеля эстакады с последующим восстановлением всех демонтируемых конструкций. С учетом состояния конструкции и производства работ по строительству ПФЗ в зоне перехода газопровода опоры эстакады и их фундаменты сохраняются.

Существующее плановое и высотное положение газопровода и эстакады сохраняется. Угол в плане пересечения трассы ПФЗ с газопроводом 64° (сохраняется).

Работы по демонтажу и восстановлению газопровода, а также работы в охранной зоне газопровода, предусмотрены в межотопительный период при отключенном газопроводе и его опорожнении.

Участок стальной газовой трубы d159 на длине 31 п.м (подъем, опуск, горизонтальный участок по эстакаде) демонтируется с последующим восстановлением. Трубы для газопровода стальные электросварные прямошовные ГОСТ 10704-91 из стали 20 ГОСТ 380-88. Компенсация температурных удлинений происходит за счет П-образного эстакадного компенсатора.

Антикоррозийная защита трубопровода:

- грунтовка ХС-010 ТУ 6-10-820-75 в два слоя;
- покрывной материал – эмаль МА-15 ГОСТ 10503-71.

Опознавательный цвет при окрашивании газопровода принимается в соответствии с ГОСТ 14202-69.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							82
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Перед вводом на территорию полигона на газопроводе сохраняется существующее отключающее устройство (задвижка).

Работы, контроль, испытания газопровода должно осуществляться с учетом требований СП 62.13330.2011*.

Сварные швы газопровода должны быть проверены физическими методами в соответствии с СП 62.13330.2011*. Трубы, фасонные части, арматура, сварочные и изоляционные материалы должны сопровождаться документами о качестве (сертификат) в соответствии с ГОСТ 10692-2015. Строительно-монтажные работы должны выполняться аттестованными специалистами организации, состоящей в СРО.

По завершении работ участок газопровода должен пройти испытание на герметичность сжатым воздухом под давлением 1,5 МПа в течении часа.

5.Решения, направленные на предотвращение несанкционированного доступа на полигон. Периметровая сигнализация. Видеонаблюдение.

При строительстве ПФЗ I этапа противофильтрационной эшелонированной завесы предприятие – полигон продолжает функционировать. По завершении строительных работ I-ого этапа приступают к работам второго этапа. Существующие периметровая сигнализация и видеонаблюдение, обеспечивающие предотвращение несанкционированного доступа на полигон, должны функционировать в полном объеме.

Сети и сооружения охранной сигнализации и видеонаблюдения попадают в зону работ по сооружению ПФЗ и подлежат переустройству.

Мачты и сети связи, сигнализации и видеонаблюдения переустраиваются на всем протяжении эшелонированной противофильтрационной завесы с обеспечением бесперебойной их работы на весь период строительства.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		83

Видеонаблюдение.

Система видеонаблюдения предназначена для визуального контроля за территорией полигона.

Элементы системы видеонаблюдения, оказавшиеся в зоне производства работ по сооружению ПФЗ, на внутреннем откосе Кольцевого канала, подлежат переустройству до начала строительства.



Рисунок 29. Мачтовая опора, предназначенная для установки видеокамер и стойки охранной сигнализации.

Проектом предусматривается вынос мачтовых опор NMR-5 в виде металлической фермы (высота 5 м), предназначенных для установки видеокамер, прокладка кабеля низкого напряжения ~~ВВБГ-4х4~~ ВВГ 5х4 и кабелей передачи видеосигнала ТПП 20х2х0,5 и ТПП 10х2х0,5 в трубах, закрепленных к стойкам ограждения полигона.

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС БК 40/2,8 SN32 F80 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015 (или аналог).

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
3	-	Зам.	328-23		20.09.23		84
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Трубы для прокладки кабеля закрепляются на стойках ограждения полигона при помощи хомутов МРН-РС 40/46 и шпилек резьбовых оцинк. М10.

Демонтажу подлежат мачтовые опоры системы видеонаблюдения, ТВ камеры уличного исполнения, оснащенные объективами с переменным фокусным расстоянием и поворотными устройствами

Аппаратура приема и обработки видеосигнала размещается в здании поста охраны.

Электропитание ТВ камер и передатчиков аппаратуры преобразования видеосигнала (АПВС) осуществляется переменным напряжением 220В от источника бесперебойного питания, установленного на посту охраны.

В местах установки мачтовых опор ТВ камер устанавливаются монтажные коробки, от которых к ТВ камерам прокладываются в различных трубах кабеля ТПП 5х2х0,5 и ШВВП 2х0,75, по которым, соответственно, осуществляется передача сигнала и подача напряжения на камеру.

Все оборудование системы видеонаблюдения необходимо заземлить.

Подключение оборудования системы видеонаблюдения и настройка производится согласно техническому описанию заводов – изготовителей.

Периметровая сигнализация.

Периметровая охранная сигнализация предназначена для оповещения персонала охраны о несанкционированном проникновении на охраняемую территорию полигона.

Участок производства работ по сооружению ПФЗ находится в зоне и на линии действия прибора контроля и управления доступа. Следовательно, учитывая невозможность работы системы, перед началом работ ее необходимо отключить и демонтировать.

Перенос всей системы периметровой охранной сигнализации выполняется до начала строительства завесы.

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
							85
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		



Рисунок 30. Стойки для периметровой охранной сигнализации.

Проектом предусмотрено: ~~перенос стоек с оборудованием~~ установка новых стоек, перенос оборудования, демонтаж существующих стоек, прокладка кабелей ПРППМ 1.2; CQR 4x0,22; ~~ВВГ 4x16~~ ВВГ 5x10 в трубах, закрепленных к стойкам ограждения полигона.

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС БК 40/2,8 SN32 F80 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015 (или аналог).

Трубы для прокладки кабеля закрепляются на стойках ограждения полигона при помощи хомутов МРН-РС 40/46 и шпилек резьбовых оцинк. М10.

Демонтируемое оборудование устанавливается на **новые** стойки.

В томе 4.1 ГТП-14/2020-1-КР1 «Конструктивные и объемно-планировочные решения ПФ» приведены конструктивные решения:

- стойки для установки периметровой охранной сигнализации (58 шт.).
- мачты для установки оборудования видеонаблюдения (включая фундаменты) (14 шт.).

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
3	-	Зам.	328-23		20.09.23		86
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЯ

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		



**МИНИСТЕРСТВО
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное
государственное казенное учреждение
«Дирекция по организации работ по ликвидации
накопленного вреда окружающей среде, а также по
обеспечению безопасности гидротехнических
сооружений полигона «Красный Бор»
187015, Ленинградская обл., Тосненский р-н,
Территория полигона «Красный Бор», Здание 1
тел.: +7 (812) 292-68-97
e-mail: info@poligonkb.spb.ru
ИНН: 4716044430 КПП: 471601001**

09.02.2021 № 01-001/42
на № 7031/02 от 05.02.2021

**Генеральному директору
ООО «ГеоТехПроект»
Мордвинову А.В.**

**Копия: Первому заместителю
генерального директора по
реализации экологических
проектов ФГУП «ФЭО»
Королькову М.В.**

Уважаемый Андрей Валентинович!

В ответ на Ваше письмо от 05.02.2021 исх.№ 7031/02 сообщаю, что корректировки к проектной документации по переустройству сетей, попадающих в зону производства работ и временного энергоснабжения строительства в рамках проектирования I этапа: создание противофильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор» шифр: ГТП-14-2020-1-МС1, ГТП-14-2020-1-МС2 рассмотрены и согласованы.

**Заместитель
директора по развитию**

А.А. Димов

Исп. Инженер службы заказчика
Колинько А.А.
Тел. (812)292-68-97

Схема существующего газопровода в месте пересечения с проектируемой ПФЗ

Федеральное государственное унитарное предприятие
"Российский научный центр "Прикладная химия"
Проектный институт

Рабочий проект
1-ой очереди строительства экспериментального
предприятия по переработке и захоронению
промышленных токсичных отходов
Санкт-Петербурга и Ленинградской области

(Утверждаемая часть)
Пояснительная записка

Раздел «Инженерное оборудование, сети и системы»

Решения по газоснабжению

1825.4 – ИОС1

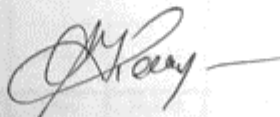
Том 6.7
Книга 1

Главный инженер



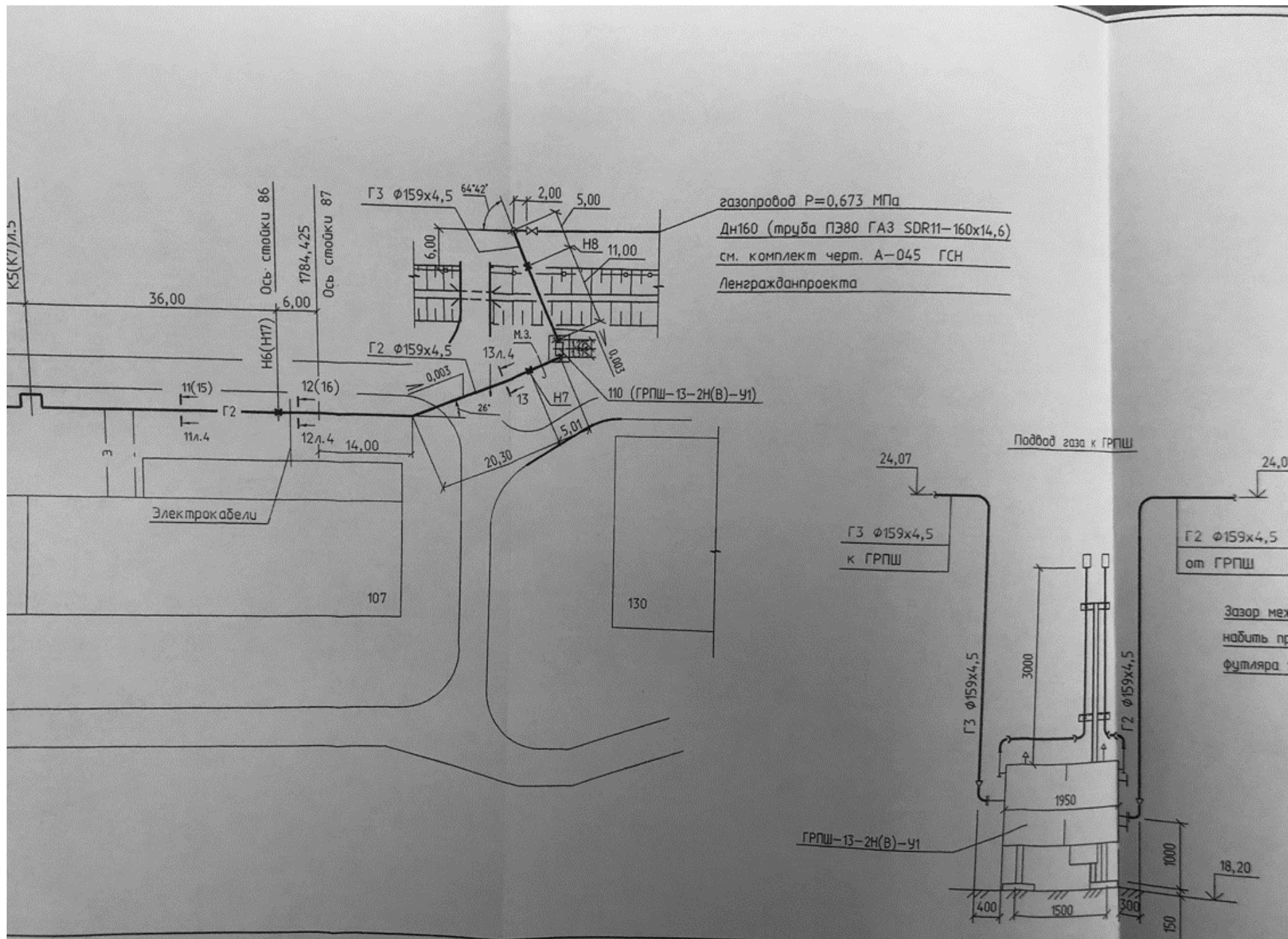
В.В. Роденко

Главный инженер проекта



С.Н. Калинин

2005



26 ноября 2020 г.

Технические условия
на перенос сети газоснабжения, попадающей в зону производства работ при
строительстве противофильтрационной эшелонированной защиты объекта
«Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда
окружающей среде на полигоне
токсичных промышленных отходов «Красный Бор» I этап»

Заявитель: ООО «ГИДРОПРОЕКТ»

Заказчик: ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»

Владелец переустройстваемого участка сети: ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»

Объект: Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор». Этап I. Создание противофильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор».

В зону производства работ по созданию противофильтрационной эшелонированной завесы этапа I попадает надземный участок сети газоснабжения полигона.

Характеристика существующего участка газопровода в зоне противофильтрационной эшелонированной завесы (ПФЗ) и проезда для эксплуатационной техники:

- газопровод d159 мм с надземной прокладкой по высокой эстакаде;
- газопровод высокого давления $P=0,673$ Мпа.

Подземный газопровод за территорией полигона, у ограждения, поднимается на высокую эстакаду. На территории полигона по высокой эстакаде газопровод проходит над трассой ПФЗ и проезда для эксплуатационной техники, далее опускается и вводится в газорегуляторный шкафной пункт ГРПШ-13-2Н(В)-У1. В настоящее время в зоне проектируемых ПФЗ и проезда для эксплуатационных машин проходит Кольцевой канал.

Ввод газоснабжения высокого давления на полигон осуществляется на северо-востоке в зоне строительства ПФЗ. Существующий газопровод пересекает трассу ПФЗ (ПК23+32) и проезда для эксплуатационной техники под углом 64° в плане.

Высокая эстакада имеет П-образную рамную конструкцию с пролетом 12 м. Опоры в виде металлической стойки D350 мм высотой ~6 м на ж. б. фундаменте. Ригель эстакады жестко объединяется со стойками опор и имеет в поперечном сечении два швеллера [30, объединенных между собой горизонтальными связями. Трубопровод опирается на эстакаду через металлические опорные части.

Проектом предусмотреть демонтаж наземного участка трубопровода d159 мм (подъем, опуск, горизонтальный участок по эстакаде) и ригеля эстакады. После производства работ по устройству ПФЗ и проезда для эксплуатационных машин

26 ноября 2020 г.

**Технические условия
на переустройство попадающих в зону производства работ по этапу I
системы охранной сигнализации и видеонаблюдения
при проведении работ по подготовке территории**

Заявитель: ООО «ГИДРОПРОЕКТ»

Заказчик: ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»

Владелец переустраиваемого участка сети: ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»

Объект: Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор» Этап I. Создание противодиффузионной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор».

В зону производства работ по созданию противодиффузионной эшелонированной завесы этапа I попадают мачты и сети охранной сигнализации и видеонаблюдения.

Сети видеонаблюдения.

Существующая система видеонаблюдения предназначена для визуального контроля за территорией полигона. Элементы системы видеонаблюдения, оказавшиеся в зоне производства работ по сооружению ПФЗ этапа I, на внутреннем откосе Кольцевого канала, подлежат переустройству до начала строительства.

Аппаратура приема и обработки видеосигнала размещается в здании поста охраны. Электропитание ТВ камер и передатчиков аппаратуры преобразования видеосигнала (АПВС) осуществляется переменным напряжением 220В от источника бесперебойного питания, установленного на посту охраны.

Проектом предусмотреть:

- вынос мачтовых опор NMR-5, попадающих в зону производства работ;
- прокладку кабеля низкого напряжения ВВБГ 4х4 и кабелей передачи видеосигнала ТПП 20х2х0,5 и ТПП 10х2х0,5 в трубах, закрепленных к стойкам ограждения полигона.

Трубы для прокладки кабелей: ПРОТЕКТОРФЛЕКС БК 40/2,8 SN32 F80 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015 (или аналог).

Мачтовые опоры установить на фундаменты из монолитного железобетона и предусмотреть их заземление. В местах установки мачтовых опор ТВ камер установить распределительные щиты, от которых к ТВ камерам проложить в различных трубах кабели ТПП 5х2х0,5 и ШВВП 2х0,75, по которым, соответственно, будет осуществляться передача сигнала и подача напряжения на камеру. Все распределительные щиты системы видеонаблюдения необходимо заземлить. Подключение оборудования системы видеонаблюдения и настройку производить с учетом технических описаний заводов – изготовителей.

Демонтажу подлежат мачтовые опоры системы видеонаблюдения, ТВ камеры уличного исполнения, оснащенные объективами с переменным фокусным расстоянием и поворотными устройствами.

Система периметровой охранной сигнализации.

Существующая система периметровой охранной сигнализация предназначена для оповещения персонала охраны о несанкционированном проникновении на охраняемую территорию полигона. Участок производства работ по сооружению ПФЗ этапа I находится в зоне и на линии действия прибора контроля и управления доступа. Перенос всей системы периметровой охранной сигнализации необходимо выполнить совместно с переносом системы видеонаблюдения до начала строительства завесы этапа I.

Проектом предусмотрено:

- перенос стоек с оборудованием;
- прокладку кабелей ПРППМ 1.2; CQR 4x0,22; ВВБГ 4x16 в трубах, закрепленных к стойкам ограждения полигона.

Трубы для прокладки кабелей: ПРОТЕКТОРФЛЕКС БК 40/2,8 SN32 F80 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015 (или аналог). Трубы для прокладки кабеля закрепить на стойках ограждения полигона при помощи хомутов.

Стойки высотой 1,3 м из стальной трубы 89x3x1800 ГОСТ10704-91 устанавливаются на фундаменты из монолитного железобетона.

Все распределительные щиты системы периметровой охранной сигнализации необходимо заземлить. Подключение оборудования и настройку производить с учетом технических описаний заводов – изготовителей.

Демонтажу подлежат стойки системы сигнализации с оборудованием.

Оборудование охранной сигнализации переустанавливается на новые стойки.

Материалы проектной документации по переустройству попадающих в зону производства работ по этапу I опор сети охранной сигнализации и видеонаблюдения подлежат согласованию с ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор».

Директор ФГКУ «Дирекция по ликвидации
НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»



А.Д. Трутнев

восстановить ригель эстакады и трубопровод. Проектные характеристики газопровода принять как существующие:

- газопровод d159 мм с надземной прокладкой по высокой эстакаде;
- газопровод высокого давления $P=0,673$ Мпа.

Трубы для проектируемого участка газопровода применить – 159x4,5 мм (группа В) стальные электросварные прямошовные ГОСТ 10704-91 из стали 20 ГОСТ 380-88. Соединение изолирующее СИ 150Ф ТУ 3742-001-35506687-00.

При проектировании обеспечить габарит приближения по высоте от проезжей части проезда для эксплуатационной техники до низа конструкций ригеля эстакады - не менее 4,5 м.

Положение в плане проектируемого трубопровода – сохранить существующее (под углом 64° в плане). Компенсацию температурных удлинений - за счет П-образного эстакадного компенсатора.

Работы по демонтажу и восстановлению газопровода, а также работы в охранный зоне газопровода, предусмотреть в межтопительный период при отключенном газопроводе и его опорожнении.

Проектом предусмотреть антикоррозийную защиту трубопровода:

- грунтовка ХС-010 ТУ 6-10-820-75 в два слоя;
- покрывной материал – эмаль МА-15 ГОСТ 10503-71.

Электрохимическая защита от коррозии переустраиваемого надземного участка газопровода – не требуется. Опознавательный цвет при окрашивании газопровода принять в соответствии с ГОСТ 14202-69.

Работы, контроль, испытания газопровода должно осуществляться с учетом требований СП 62.13330.2011*.

Сварные швы газопровода должны быть проверены физическими методами в соответствии с СП 62.13330.2011*. Трубы, фасонные части, арматура, сварочные и изоляционные материалы должны сопровождаться документами о качестве (сертификат) в соответствии с ГОСТ 10692-80. Строительно-монтажные работы должны выполняться аттестованными специалистами организации, состоящей в СРО.

По завершении работ участок газопровода должен пройти испытание на герметичность сжатым воздухом под давлением 1,5 МПа в течении часа.

Материалы проектной документации по переустройству попадающей в зону производства работ по этапу I сети газоснабжения подлежат согласованию с ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор».

Директор ФГКУ «Дирекция по ликвидации
НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»



/ А.Д.Трутнев /



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ГЕОЭКОЛОГИИ ИМ. Е.М. СЕРГЕЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ (СПБО ИГЭ РАН)

199004, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 41, оф. 519, а/я № 107
Тел: (812) 324-12-56, E-mail: office@hgepro.ru, http://www.hgepro.ru/
ОКПО 45521699, ОГРН 1027739221256, ИНН 7708090766, КПП 780102002

ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ ПОСТУПЛЕНИЯ ФИЛЬТРАТА ВО ВНУТРЕННИЙ КОЛЬЦЕВОЙ ДРЕНАЖ ПОЛИГОНА КРАСНЫЙ БОР

Оценка объемов поступления фильтрата во внутреннюю дренажную систему после возведения горизонтального экрана была проведена на численной гидродинамической модели PMWIN. Для этого геологический разрез площадки до кровли кембрийских глин был схематизирован 3 слоями: 1 слой – техногенные насыпные грунты, 2 слой – четвертичные пески и супеси, 3 слой – четвертичные суглинки (см. Рисунок 1). Захороненные карты на модели имитировались заданием в слое плановой фильтрационной неоднородности. В расчетах принималось, что горизонтальный экран является абсолютно непроницаемым и не приводит к поступлению в грунтовое тело полигона новых порций атмосферных осадков.

По данным геологической модели полигона, основанной на более чем 400 инженерно-геологических скважин, были оценены средние мощности каждого из слоев (см. Таблицу 1). Кровля кембрийских глин была принята как непроницаемая граница, т.к. согласно данным инженерных изысканий, коэффициент фильтрации коренных пород составляет менее 1×10^{-6} м/сут.

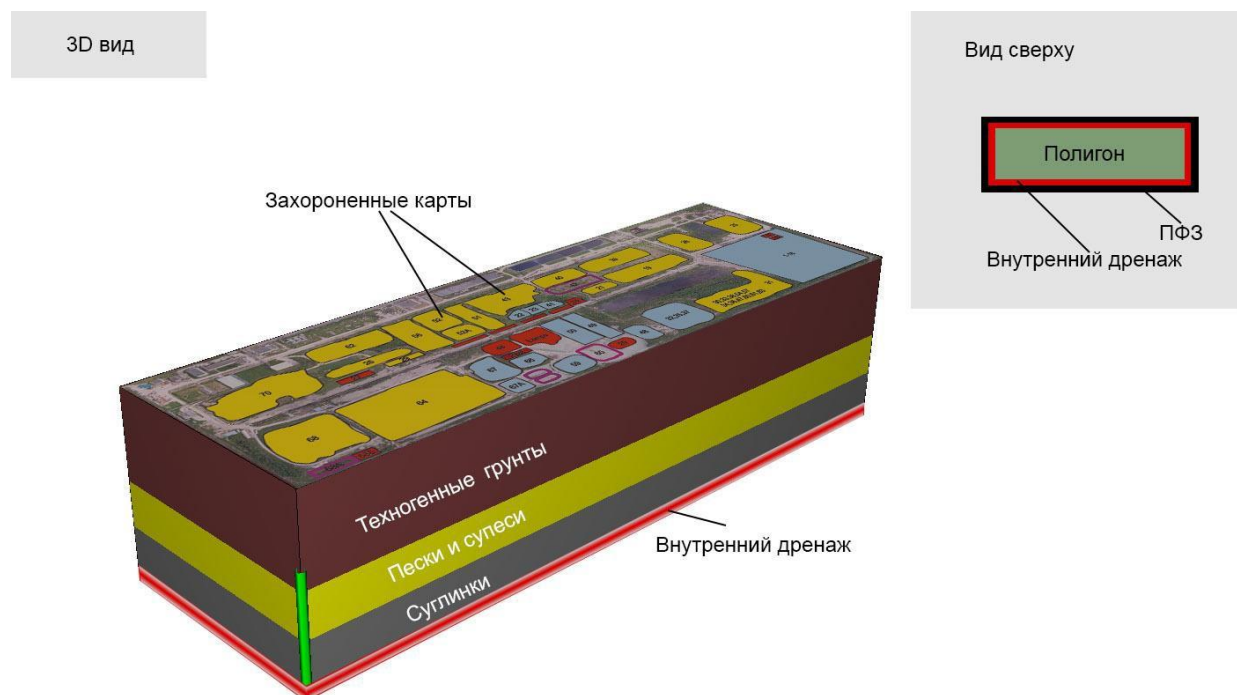


Рисунок 1 – Трехмерная фильтрационная модель

По границе полигона была задана непроницаемая ПФЗ, а по внутреннему контуру ПФЗ имитировалась дренажная канава. Глубина дренирования составляла 5.5 м, т.е. до кровли кембрийских глин.

Обоснование фильтрационных параметров проводилось по результатам фондовых материалов опытно-фильтрационных опробований на полигоне, выполненных РГЭЦ [1] и ЛенТИСИЗ [2] в 2009 и 2019 гг, соответственно. Поинтервальные экспресс-откачки позволили определить коэффициенты фильтрации отдельных слоев (см. таблицу 1). Емкостные параметры пластов, так же как и фильтрационные свойства грунтового массива захороненных карт определялись экспертно. Для обеспечения инженерного запаса в расчетах использовались максимальные значения коэффициентов фильтрации грунтов из имеющегося диапазона (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Основные характеристики модельных слоев

Тип грунта	m, м	$K_x, K_y, \text{ м/сут}$	$S_y, -$	S, -
Техногенный	3	0.15	0.1	5.00E-04
Песок и супесь	1.5	0.9	0.15	
Суглинок	1.5	0.01	0.01	
Захороненные карты	20	0.15	0.15	5.00E-03

Результаты моделирования притока фильтрата во внутренний кольцевой дренаж представлены на рисунке 2. Из рисунка видно, что на начальных этапах дренирования можно ожидать поступление фильтрата с расходом до 120 м³/сут. Постепенно объемы фильтрата сокращаются, достигая 5 м³/сут через 25 лет.

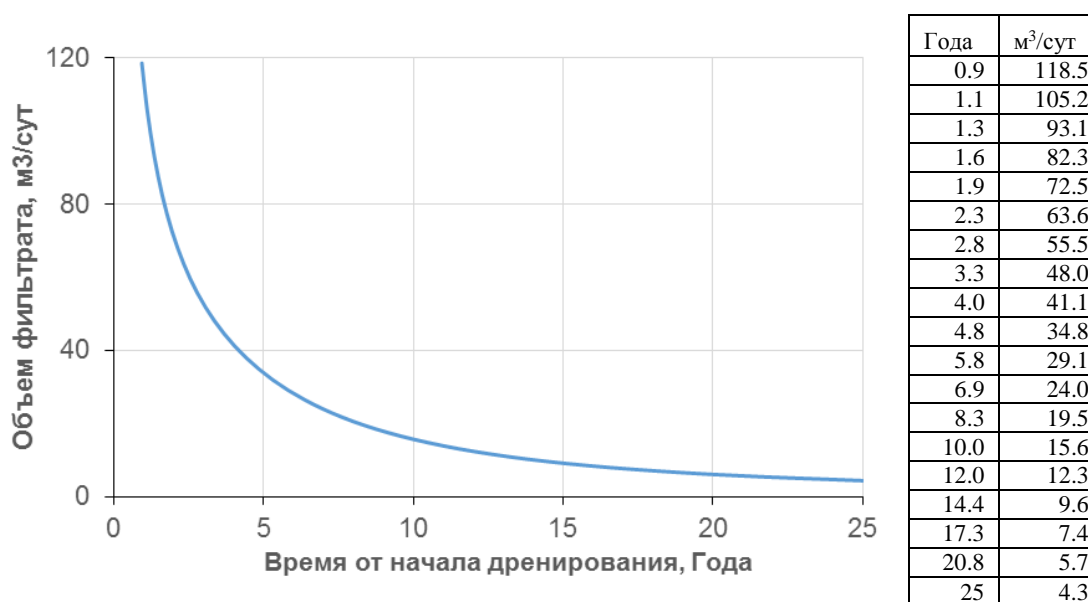


Рисунок 2 – Объемы разгрузки фильтрата в дренажный контур

В работе [3] специалисты ООО «НПК Проектводстрой» делали оценки объемов разгрузки фильтрата из карт 64 и 68 в дренажную сеть полигона. По результатам расчета на численной модели ими было установлено, что суммарная разгрузка фильтрата из двух карт в дренажную сеть не превысит 2,2 м³/сут. В целом, эти оценки хорошо согласуются с приведенными расчетами на рисунке 1.1.2.

Список Литературы

[1] Технический отчет об инженерных изысканиях для корректировки проекта строительства I очереди экспериментального предприятия по переработке промышленных токсичных отходов на территории ГУПП «Полигон «Красный Бор» Тосненского района Ленинградской области. Российский геоэкологический центр, 2009.

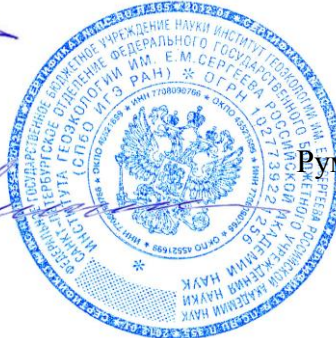
[2] Строительство противофильтрационной завесы для исключения негативного влияния промышленных отходов на водозаборные сооружения ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в случае возникновения нештатных (аварийных) ситуаций. Проектная документация. Раздел 1 «Отчёт об инженерно-геологических изысканиях» Том 1.3. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», 2019.

[3] Технический отчет на выполнение обследования гидродинамической обстановке действующих карт № 64,68 полигона «Красный Бор». ООО «НПК Проектводстрой», 2008. Государственный контракт № 269/297 от 22.04.08 г.

Составил

Никуленков А.М.

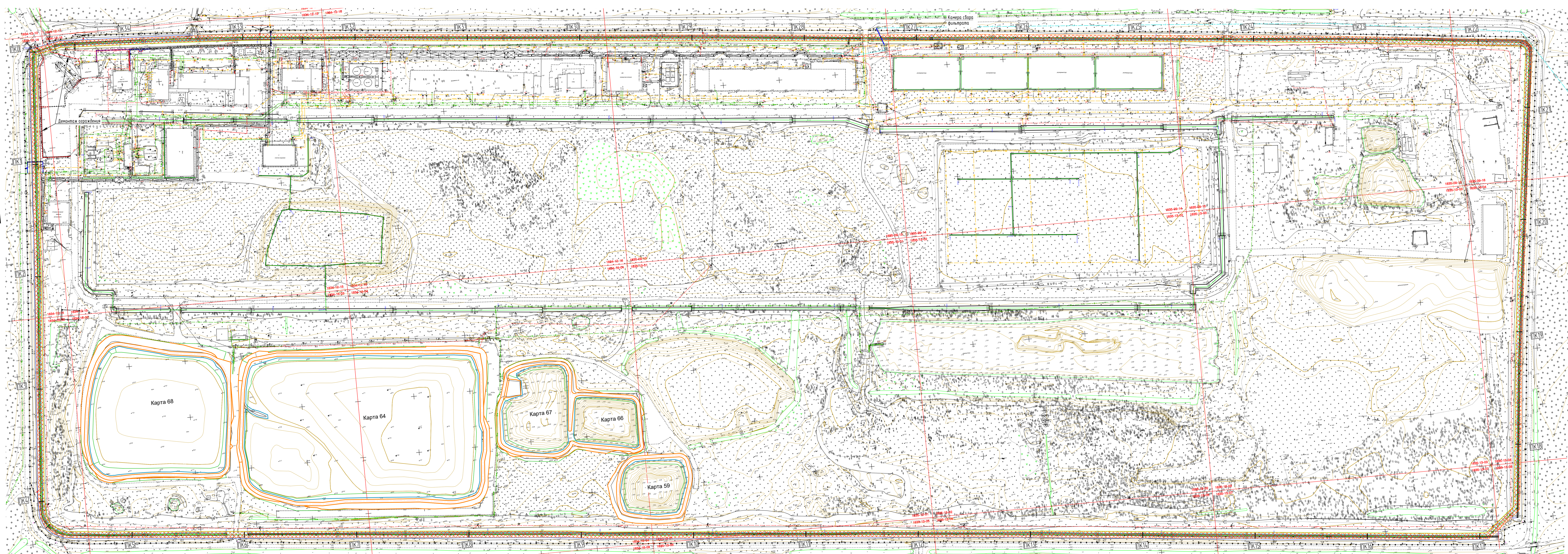
Директор СПбО ИГЭ РАН



Румынин В.Г.

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

						ГТП-14/2020-1-ИОС7.ПЗ	Лист
Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата		



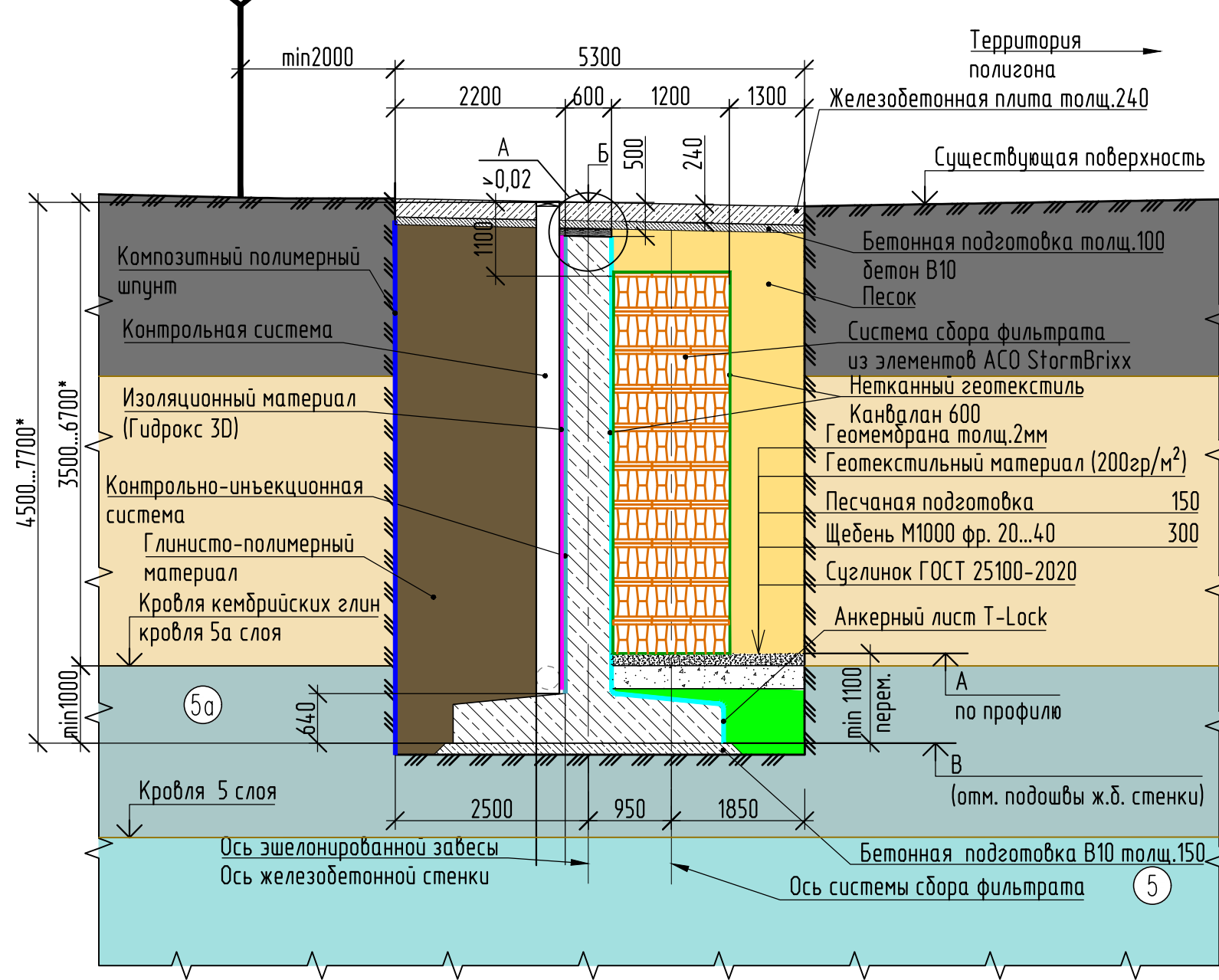
- Числовые обозначения:
- — — — — Существующее ограждение полигона
 - ■ ■ ■ ■ Эшелонированная противофильтрационная завеса
 - — — — — Ось эшелонированной завесы (ось ж.б. стенки)
 - — — — — Система сбора фильтрата с камерой
 - — — — — Внутренний железобетонный лоток
 - — — — — Внешний железобетонный лоток
 - — — — — Конструкция усиления дамб обвалования карт МП59, 64, 66, 67, 68

1. Проектная документация по строительству противофильтрационной эшелонированной завесы разработана в составе проекта «Ликвидация накопленного вреда окружающей среде на полигоне промышленных отходов «Красный Бор».
2. В качестве исходных данных приняты изыскания, выполненные ООО «Проект-108» в 2020 году:
 - инженерно-геодезические;
 - инженерно-геологические;
 - инженерно-экологические.
3. Система координат – местная (МСК – 64). Система высот – Балтийская.
4. Противофильтрационная завеса сооружается по периметру полигона:
 - западная часть от ПК0+00 до ПК4+23,40;
 - южная часть от ПК4+23,40 до ПК7+7,35;
 - восточная часть ПК7+7,35-ПК21+54,00;
 - северная часть ПК21+54,00 до ПК34+88,00 (ПК0-00).
5. Противофильтрационная эшелонированная завеса включает (комплект ГП-14/2020-1-КР1):
 - Систему барьеров (противофильтрационных завес);
 - Контрольные системы;
 - Контрольно-инъекционные системы;
 - Систему сбора фильтрата.
6. Контрольная система сооружается между ж.б. стенкой и стенкой из глинистого полимерного материала, и состоит из дренажных труб, уложенных горизонтально, и вертикальных контрольных труб, смонтированных через 30 м. Контрольная система позволяет отслеживать появление дренажных вод и определять места нарушения сплошности противофильтрационной завесы из железобетона. В вертикальные трубы устанавливаются датчики системы автоматизированного мониторинга экологических и инженерно-геологических параметров «ЭкоВизор». Контрольно-инъекционная система сооружается на стенке ПЛЗ с внешней стороны полигона. Контрольно-инъекционная система представляет собой сеть изоляционных бочек от дрифта замкнутых пространств (бочек) с подведенной к ним ремонтно-инъекционной системой, состоящей из инъекционных трубопроводов и редукционных трайков. Функциональная система позволяет оперативно устранять дефект, возникший в противофильтрационной завесе из железобетона. Местоположение ремонтного участка определяется с помощью контрольной системы.
7. Противофильтрационная эшелонированная завеса защищена железобетонной плитой, отделенной деформационным швом. В районе борта плиты расположена линия статорных колодез системы сбора фильтрата, кофры контрольной и контрольно-инъекционной систем.

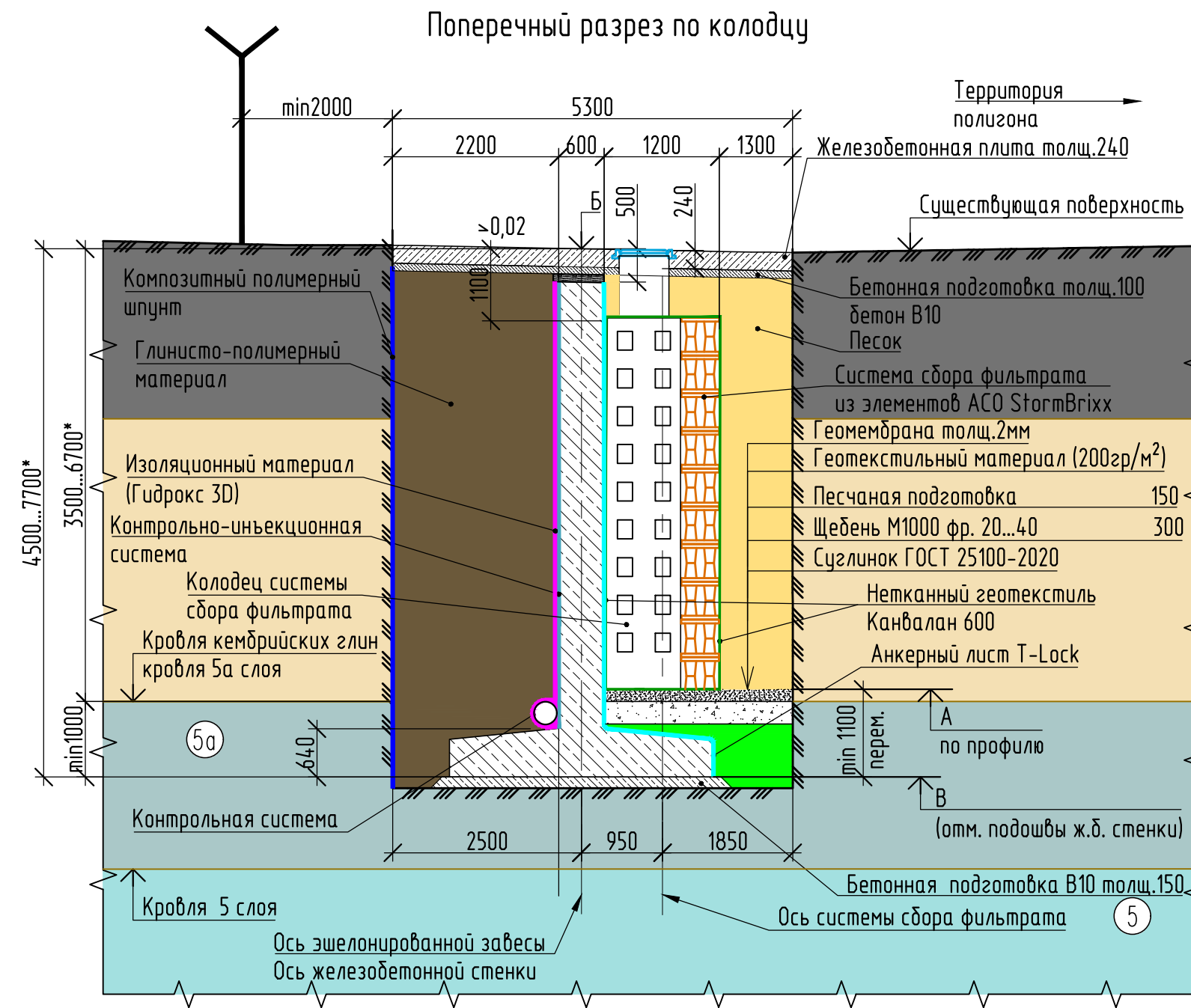
Изд.		Лист № 1		Дата	
Изд.	Содерж.	Изд.	Содерж.	Изд.	Содерж.
Разраб.	Кашуков	Статус	Деталь	Лист	Листов
Проверил	Шпак	п	1	3	
И. контр.	Васильев	Технологические решения		План М 1:1000	



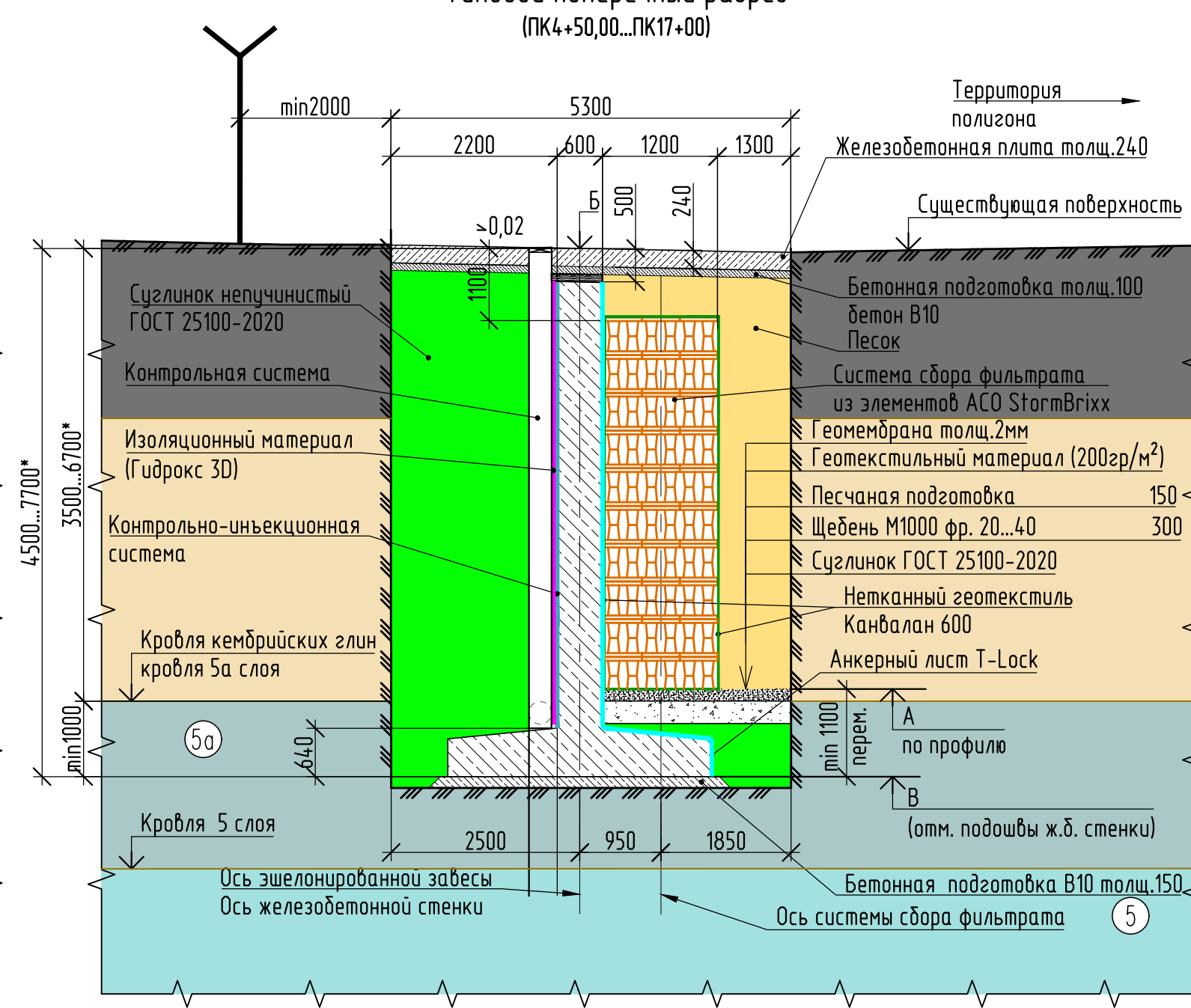
Типовой поперечный разрез
(ПК 0+00...ПК4+50,00; ПК17+00...ПК34+88,00)



Поперечный разрез по колодцу



Типовой поперечный разрез
(ПК4+50,00...ПК17+00)

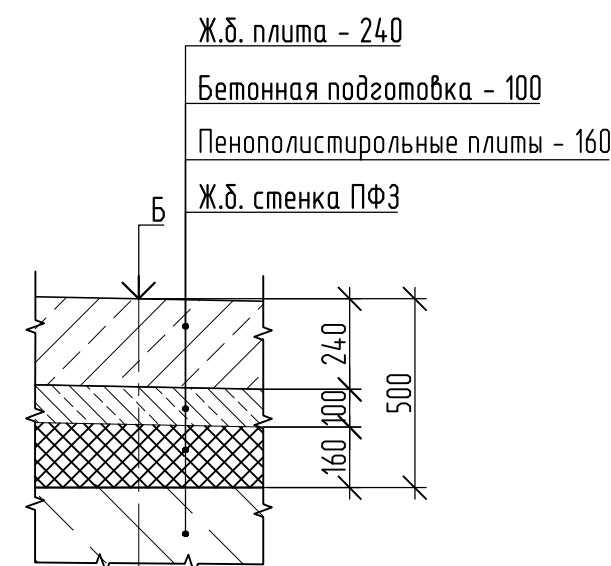


Ведомость элементов эшелонированной защиты

Поз.	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	Железобетонная стенка шириной 600 мм с гидроизоляционной мембраной. Бетон В25, F200, W8	м	34,88	чертеж ГТП-14-2020-1-КР1 лист 8
2	Стенка из глинисто-полимерного материала (ПК 0+00...ПК4+50,00; ПК17+00...ПК34+88,00)	м ³	324,74	
2.1	Суглинок непучинистый ГОСТ 25100-2020 (ПК4+50...ПК17+00)	м ³	135,70	
3	Стенка из композитного полимерного шпунта	м	225,9	
4	Контрольная система	м	330,6	чертеж ГТП-14-2020-1-КР1 лист 10
5	Контрольно-инъекционная система	м ²	165,22	
6	Система сбора фильтрата	м	34,78	чертеж ГТП-14-2020-1-КР1 листы 11, 14
7	Железобетонная плита	м ³	4567,1	чертеж ГТП-14-2020-1-КР1 лист 9

- Противофильтрационная эшелонированная завеса запроектирована по периметру полигона.
- Противофильтрационная эшелонированная завеса полигона состоит из:
 - железобетонной стенки с гидроизоляционной мембраной;
 - стенки из полимерно-глинистого материала;
 - стенки из композитного полимерного шпунта;
 - контрольной системы;
 - контрольно-инъекционной системы;
 - системы сбора фильтрата.
- Отметки Б, В, существующей поверхности земли см. листы 3..б.
- Обратная засыпка между системой сбора фильтрата и стенкой траншеи выполняется песком I класса средней крупности (ГОСТ 8714-2014) с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сут.
- Отсыпка песка, укладка глинисто-полимерного материала выполняются с послойным уплотнением (Купл.=0,96).
- Допускается применение материалов других производителей при условии сохранения технических характеристик материалов (с корректировкой узлов).
- *) размеры для справок.
- Допускается замена анкерного листа T-Lock, V-Lock по ТУ 2246-003-56910145-2014 на анкерный лист V-Lock по ТУ 2246-010-00867845-2017.

А (деформационный шов)



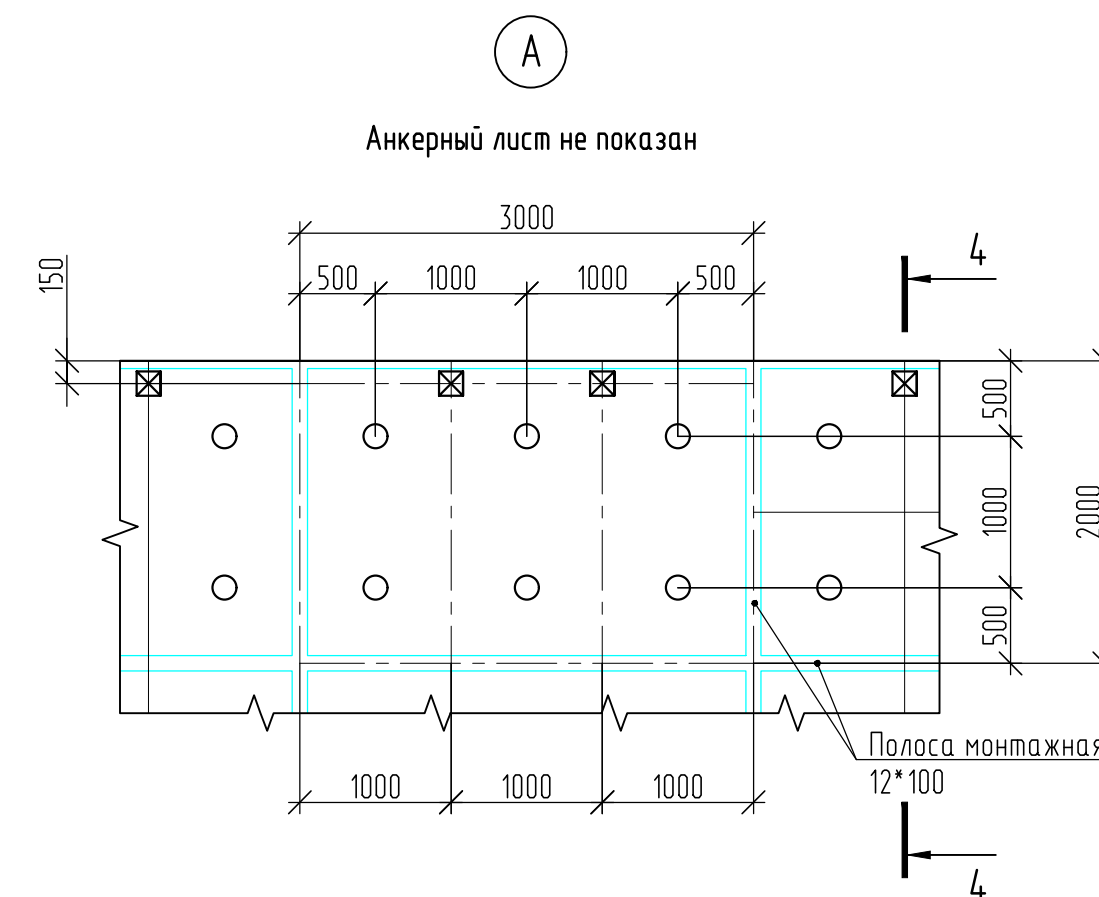
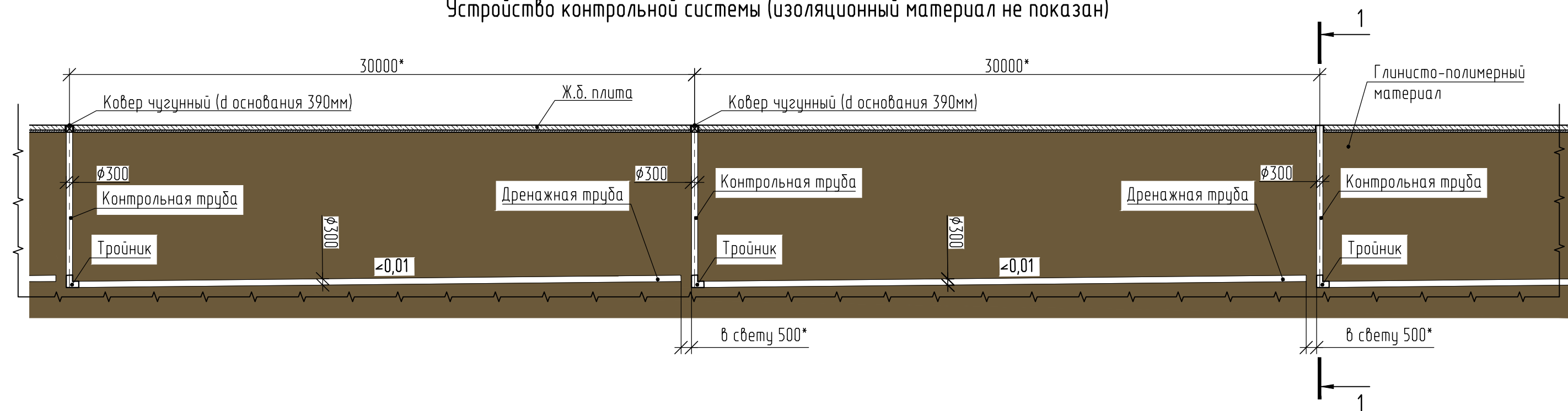
Условные обозначения:

- Современные отложения - Q IV
- Верхнечетвертичные отложения - Q III
- Кембрийская система нижний отдел - C1

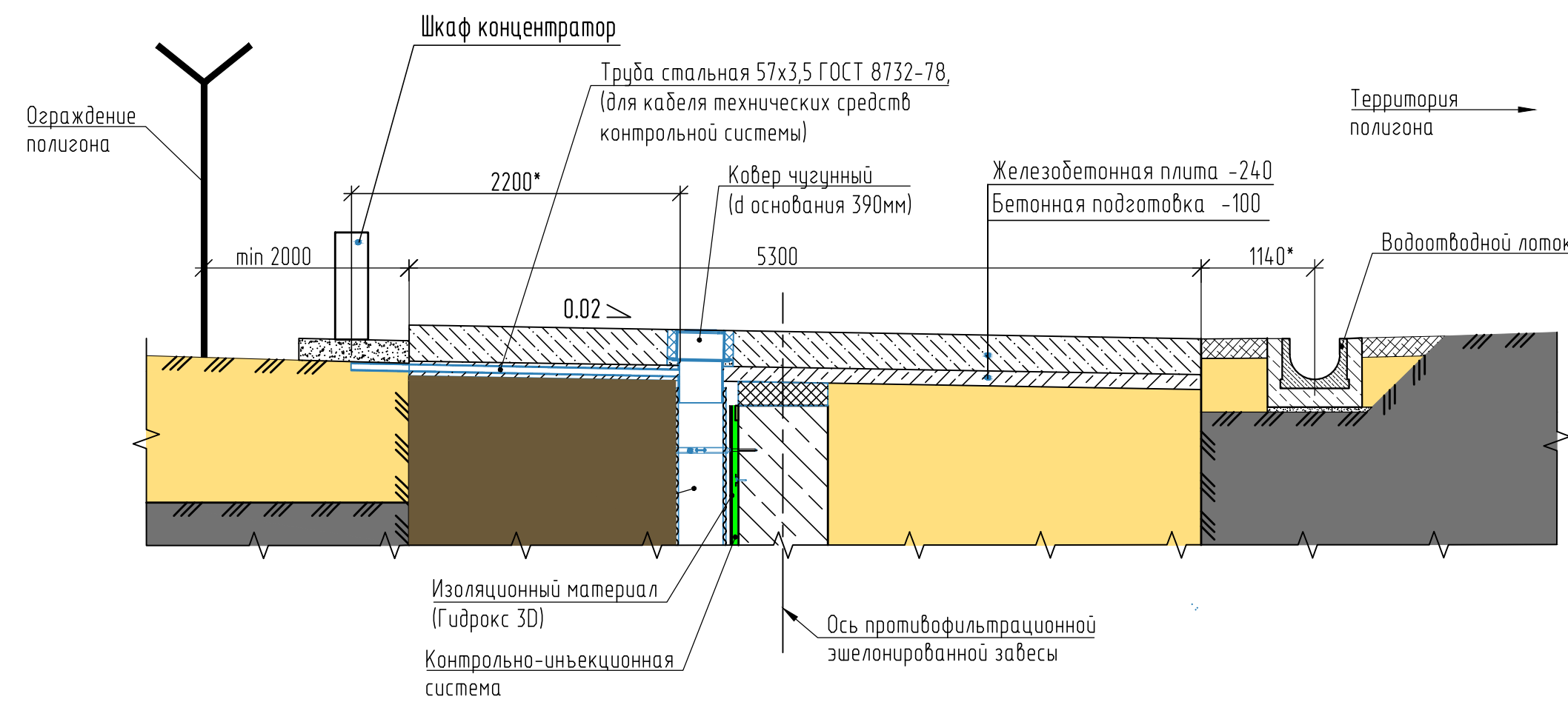
ГТП-14/2020-1-ИОС7				
Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор».				
Этап I. Создание противофильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор».				
Изм.	Кол.уч	Лист	И док.	Подпись
2	-	Зам.	193-23	13.07.23
Разраб.	Шарко			13.07.23
Проверил	Васильев			13.07.23
Нач.отд.	Темирбулатов			13.07.23
ГИП	Насидулина			13.07.23
Технологические решения				Стадия
Конструкция противофильтрационной эшелонированной завесы.				Лист
				Листов



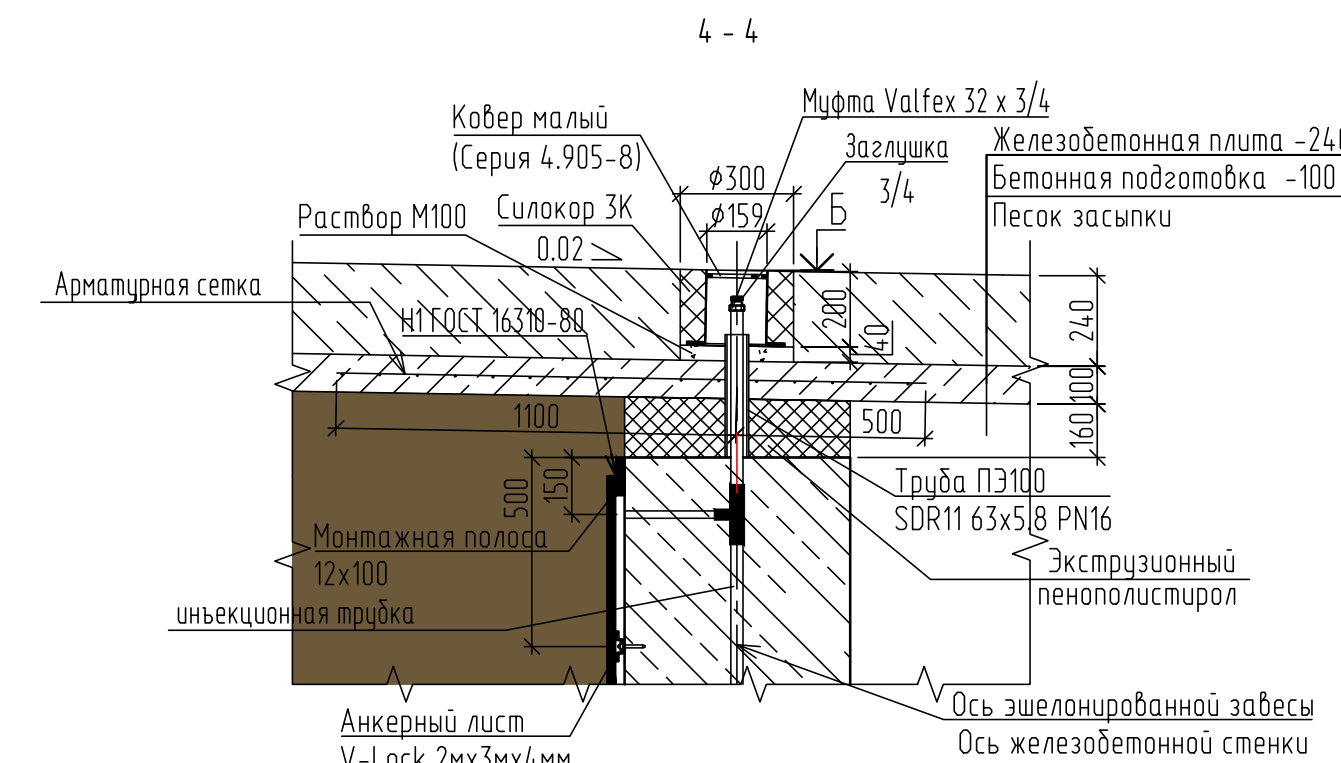
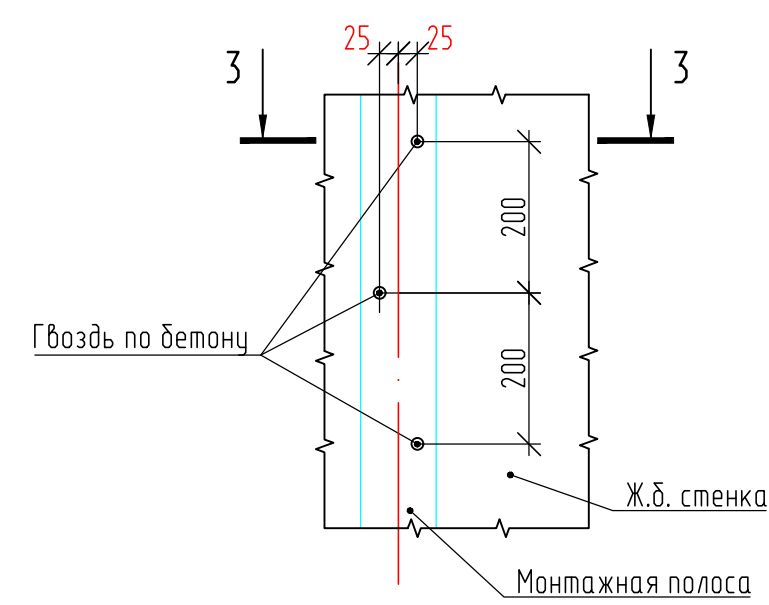
Устройство контрольной системы (изоляционный материал не показан)



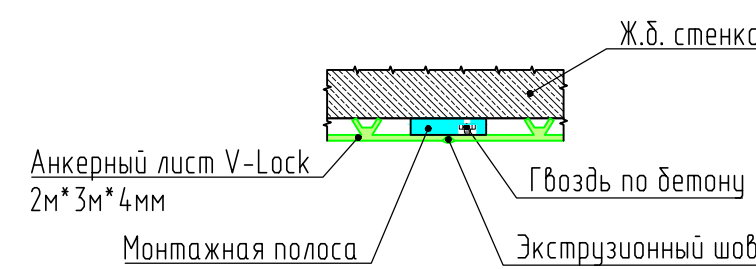
1-1



Узел крепления монтажной полосы



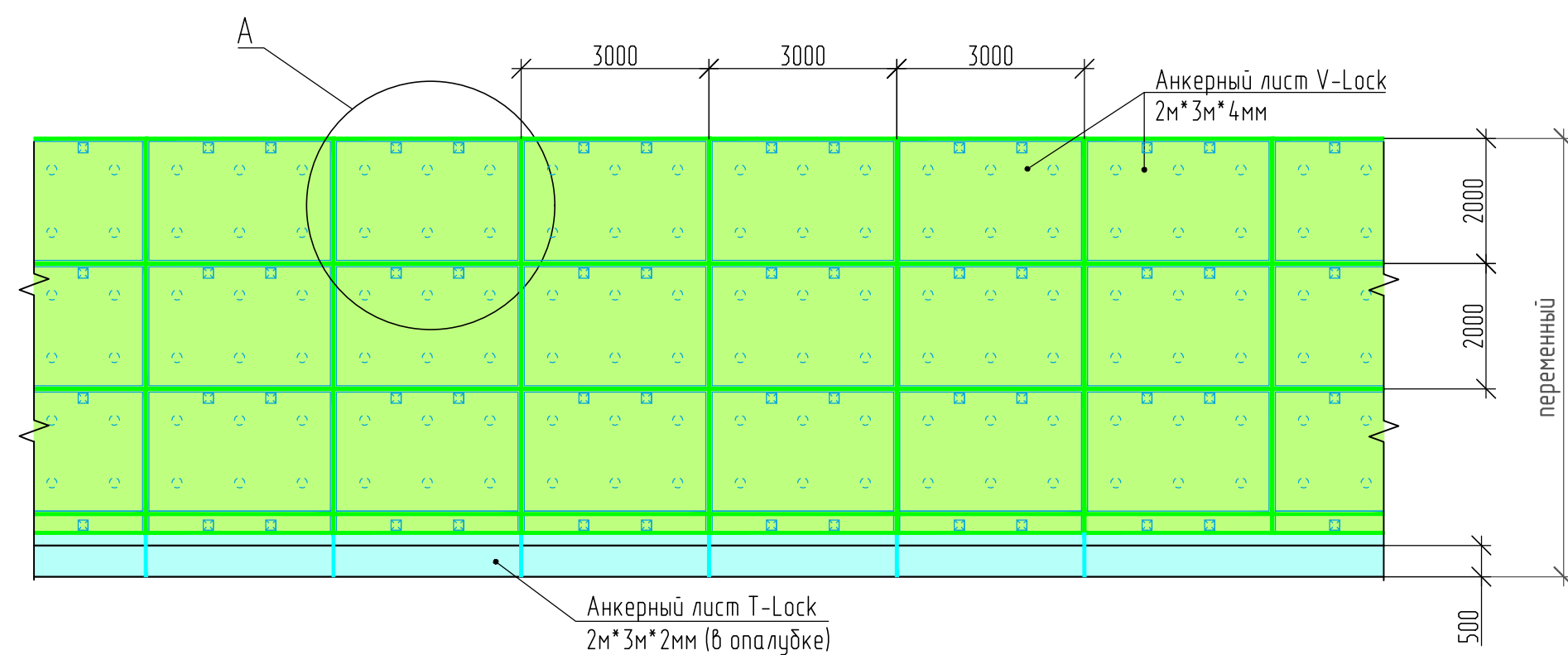
3-3



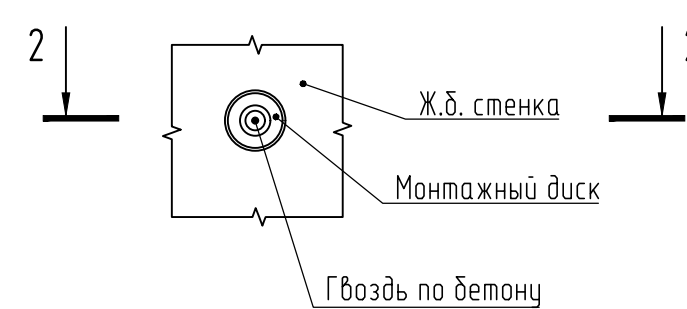
Условные обозначения:

- Диск монтажный;
- ⊗ Редукционный тройник

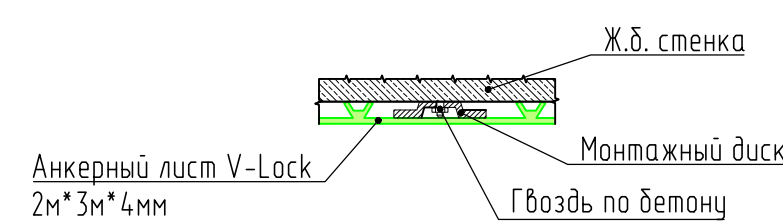
Устройство контрольно-инъекционной системы



Узел крепления монтажного диска



2-2



Общие указания по креплению анкерного листа V-Lock:

- Произвести очистку поверхности ж.б. стены механическим способом (металлические щетки, пескоструйная очистка) от загрязнений.
- На поверхности ж.б. стены в соответствии со схемой раскладки анкерного листа закрепить монтажные диски для индукционной сварки и монтажные полосы по линиям стыка листов.
- Анкерный лист V-Lock приваривается индукционной сваркой к монтажным дискам. Листы соединяются между собой экструзионной сваркой встык. Предварительно с листов срезать анкера в местах установки монтажных дисков и полос.
- К поверхности ж.б. стены монтажные диски и полосы закрепляются гвоздями по бетону.

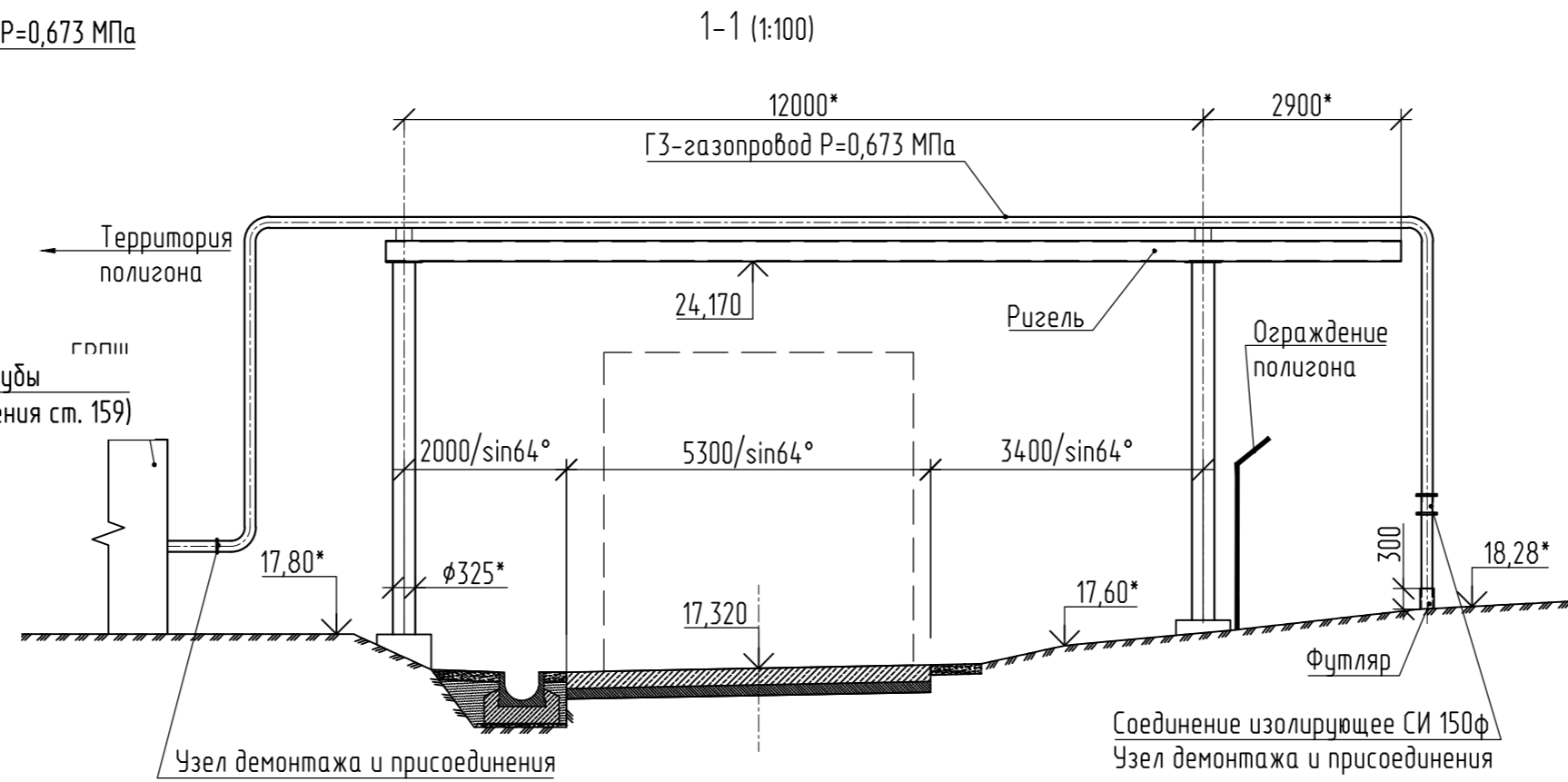
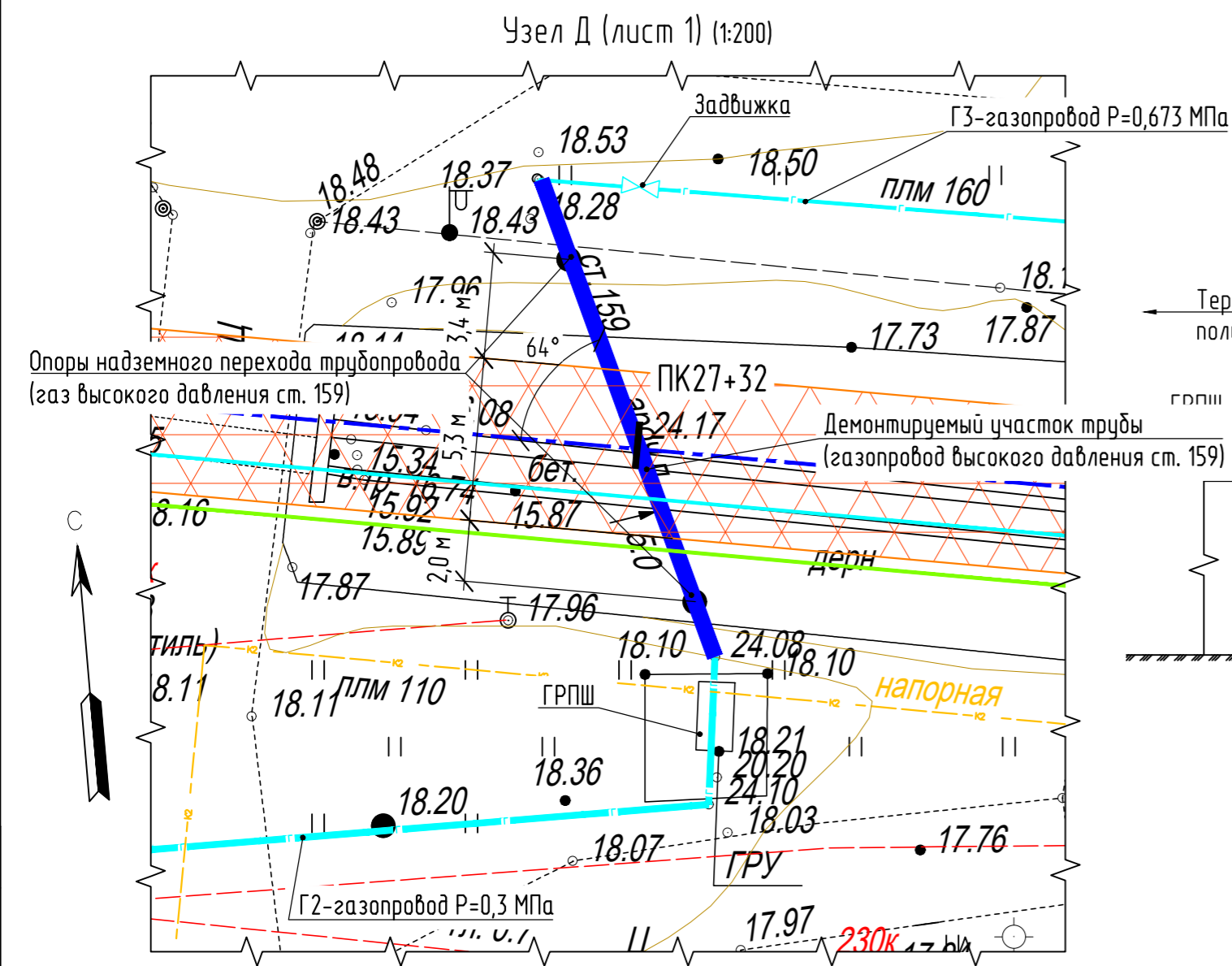
Объемы основных работ

№ п/п	Наименование	Материал	Ед.изм.	Количество
Контрольная система				
1	Укладка труб D=300 двуслойных дренажных гофрированных SN8 с частичной перфорацией	полиэтилен	п.м	3306
2	Устройство вертикальных контрольных труб SN8 ПЭ 340/300*6000 гофрированных с двойной стенкой и раструбом	полиэтилен	шт./п.м	116 / 566
3	Устройство тройников SN8/300 с заглушками с одной стороны	ПНД	шт.	116
4	Укрытие контрольной системы изоляционным материалом (Гидрокс 3D)		м²	194.76
5	Монтаж коверов чугунных (d основания 390мм)	Чугун	шт.	116
6	Прокладка труб стальных (Dy=50) для прокладки кабеля технических средств контрольной системы Тр.57х3,5 ГОСТ 8732-78, L=2200*	Ст3сп	шт./п.м	116 / 255.2
Контрольно-инъекционная система				
7	Монтаж анкерного листа V-Lock 2м*3м*4мм	ТУ 2246-003-56910145-2014	м²	16522
8	Монтаж пластиковой полосы монтажной 12мм*100мм	Полипропилен ГОСТ 26996-86	п.м	15986
9	Монтаж пластиковых дисков монтажных		шт.	16524
10	Гвоздь по бетону типа X-C 72 P8 для крепления монтажных дисков, полосы	Hilti	шт.	101280
11	Монтаж коверов чугунных (основание 378*278мм)	Чугун	шт.	2325
12	Муфта полипропиленовая Valfex переходная с наружной резьбой 32 x 3/4	Valfex	шт	2325
13	Заполнение композицией составом на полиуретановой основе Силокар 3К	ТУ 2229-006-96657532-2013	м	235
14	Заглушка 3/4	Valfex	шт	2325

Примечания:

- Контрольно-инъекционная система сооружается на ж.б. стенке с внешней стороны полигона и представляет собой семь изолированных друг от друга замкнутых пространств (ячеек) с подведенной к ним ремонтно-инъекционной системой, состоящей из инъекционных труб с редукционными тройниками. Инъекционные трубки устанавливаются при армировании ж.б. стенки. Ячейки создаются при помощи монтажной полосы и анкерного полимерного листа, закреплённого на ж.б. стенке.
- Контрольная система позволяет отследить появление дренажных вод и определить место нарушения сплошности противофильтрационной завесы в пределах участка длиной 30 м. Контрольные вертикальные трубы соединены с горизонтальными дренажными трубами, проложенными в массиве глинисто-полимерного материала. Дренажные трубы уложены с уклоном 1% в сторону контрольной трубы, противоположный торец дренажной трубы закрыт.
- Установку технических средств контрольной системы см. ГТП-14/2020-1-ИОС.1
- Допускается применение материалов других производителей при условии сохранения технических характеристик материалов (с корректировкой узлов).
- Размеры узла "А" уточнить при монтаже.
- Допускается замена анкерного листа T-Lock, V-Lock по ТУ 2246-003-56910145-2014 на анкерный лист V-Lock по ТУ 2246-010-00867845-2017.

ГТП-14/2020-1-ИОС7				
2	-	Зам. 193-23	13.07.23	Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор». Этап I. Создание противофильтрационной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор».
Изм.	Коллч	Лист	Подпись	
Разраб.	Шарко	13.07.23		
Проверил	Васильев	13.07.23		
Нач.отд.	Темирбулатов	13.07.23		Технологические решения
ГИП	Насибуллина	13.07.23		Противофильтрационная шезлонированная завеса. Контрольная и контрольно-инъекционная системы.



№ п/п	Наименование	Материал	Ед.изм.	Количество
1	Монтаж стальной трубы 159*4,5 (группа В) ГОСТ 10704-91	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	п.м/кг	31 / 532
2	Устройство изолирующего соединения СИ 150Ф	ТУ 3742-001-35506687-00	шт./кг	1 / 31
3	Окраска стальной трубы 159*9		м²	15
	-грунтовка ХС-068 (расход 110 гр/м²)	ТУ 6-10-820-75	кг	1.7
	-покрывной материал - МА-15 в два слоя (расход 150 гр/м²)	ГОСТ 10503-71	кг	4.6

Условные обозначения:

- Существующее ограждение полигона
- Эшелонированная противофильтрационная завеса
- Ось ж.б. стенки эшелонированной завесы
- Система сбора фильтра
- Внутренний железобетонный лоток
- Существующий газопровод
- Переустанавливаемый участок газопровода

Примечание:

- Для обеспечения возможности сооружения ПФЗ, работы строительной техники, проектом предусматривается демонтаж участка газопровода, проходящего по высокой эстакаде, с последующим его восстановлением.
- Работы по демонтажу и восстановлению газопровода, а также работы в охранной зоне, предусмотрены межотопительный период при отключенном газопроводе и его опорожнении.
- Участок стальной газовой трубы d159 на длине 31 п.м (подъем, опуск, горизонтальный участок по эстакаде) демонтируется с последующим восстановлением.
- Трубы для газопровода стальные электросварные прямошовные ГОСТ 10704-91 из стали 20 ГОСТ 380-88. Компенсация температурных удлинений происходит за счет П-образного эстакадного компенсатора.
- Антикоррозионная защита трубопровода:
 - грунтовка ХС-010 ТУ 6-10-820-75 в два слоя;
 - покрывной материал - эмаль МА-15 ГОСТ 10503-71.
- Опознавательный цвет при окрашивании газопровода в соответствии с ГОСТ 14202-69.
- Проектом предусмотрено обеспечение возможности проезда по ПФЗ.
- Работы, контроль, испытания газопровода должно осуществляться с учетом требований СП 62.13330.2011*.

- Сварные швы газопровода должны быть проверены физическими методами в соответствии с СП 62.13330.2011*. Трубы, фасонные части, арматура, сварочные и изоляционные материалы должны сопровождаться документами о качестве (сертификат) в соответствии с ГОСТ 10692-80. Строительно-монтажные работы должны выполняться аттестованными специалистами организации, состоящей в СРО.
- По завершении работ участок газопровода должен пройти испытание на герметичность сжатым воздухом под давлением 1,5 МПа в течении часа.
- Конструкция ригеля эстакады газопровода представлена в разделе ГТП-14/2020-1-КР1.

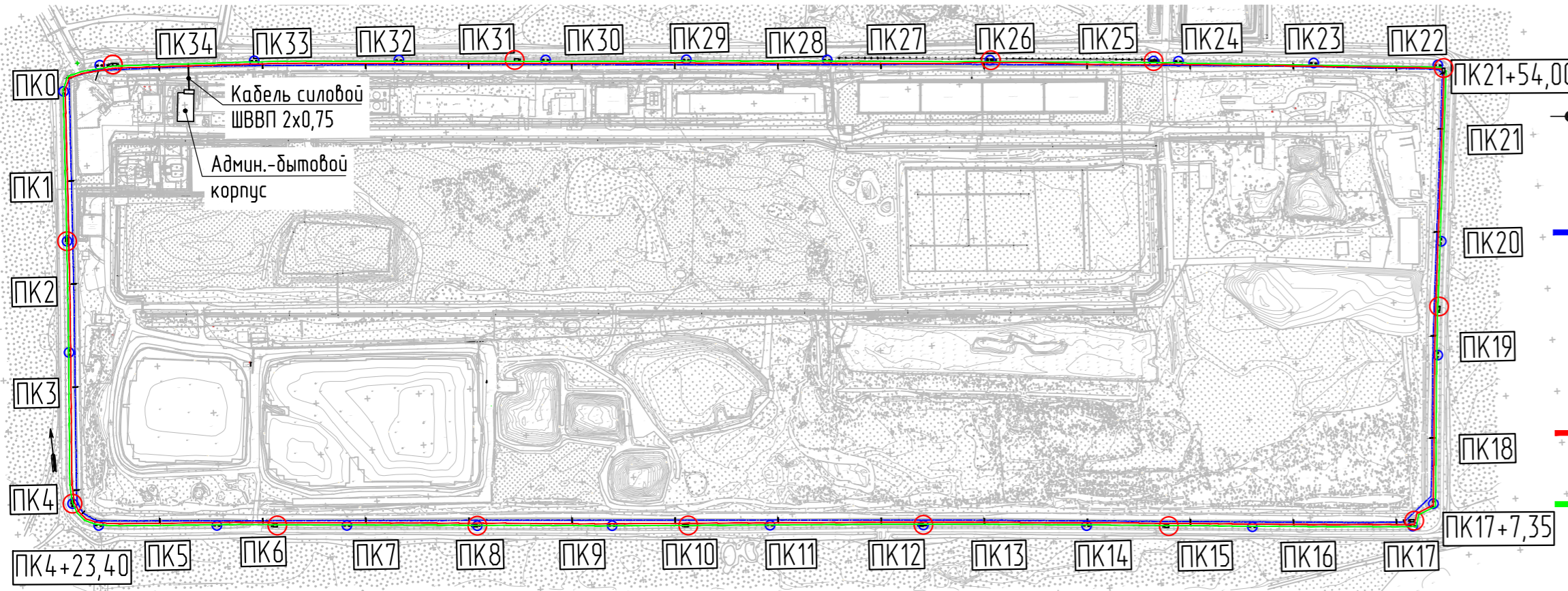
ГТП-14/2020-1-ИОС7					
Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор».					
Этап I. Создание противофильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор».					
Изм.	Колуч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
ГИП	Гордунов				
Разраб.	Вишняков				
Проверил	Шпак				
Н. контр.	Васильев				
Технологические решения				Стадия	Лист
Основные виды ресурсов для технологических нужд полигона. Газоснабжение.				П	4

Согласовано

Взам. инв. №

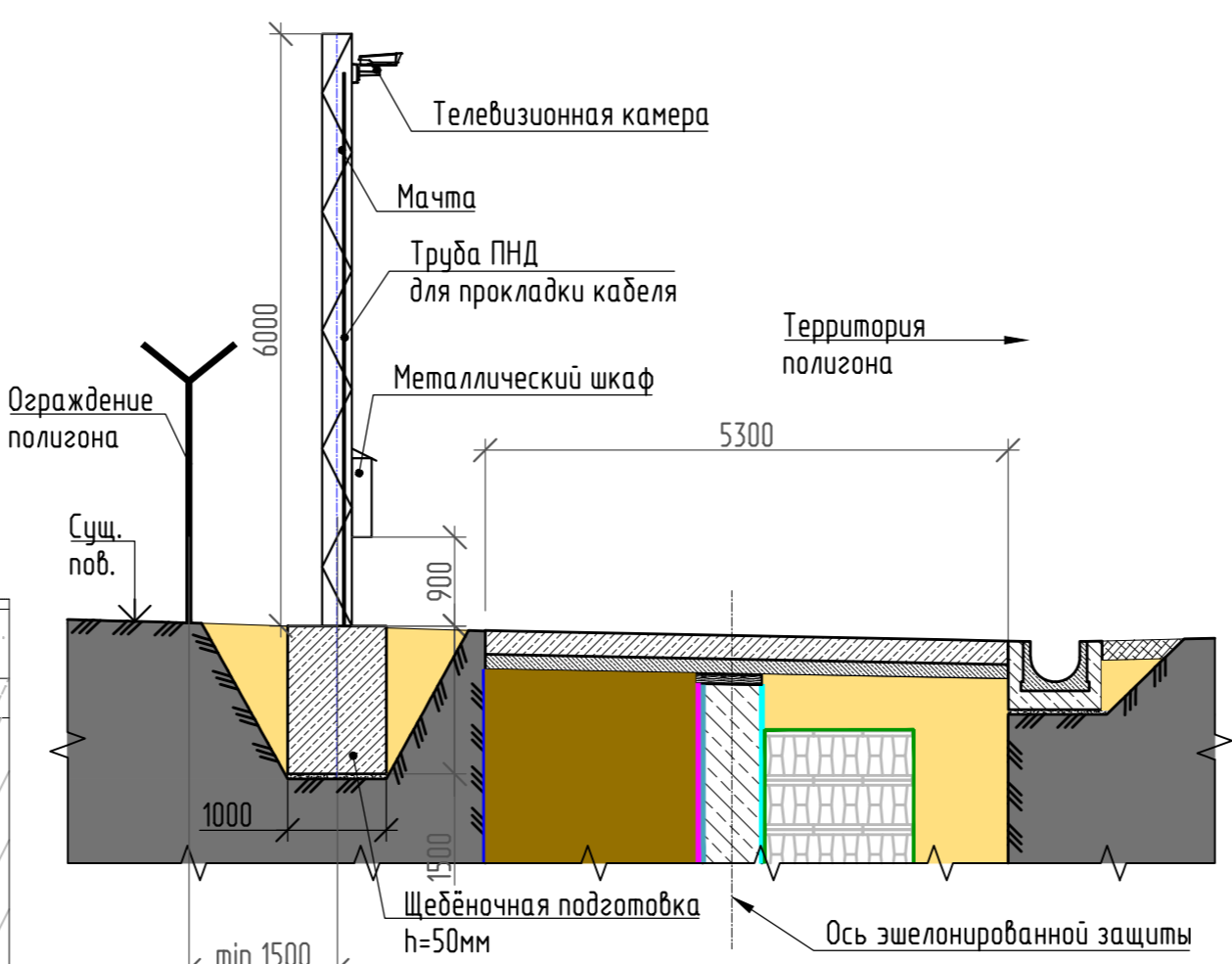
Подпись и дата

Инв. № подл.

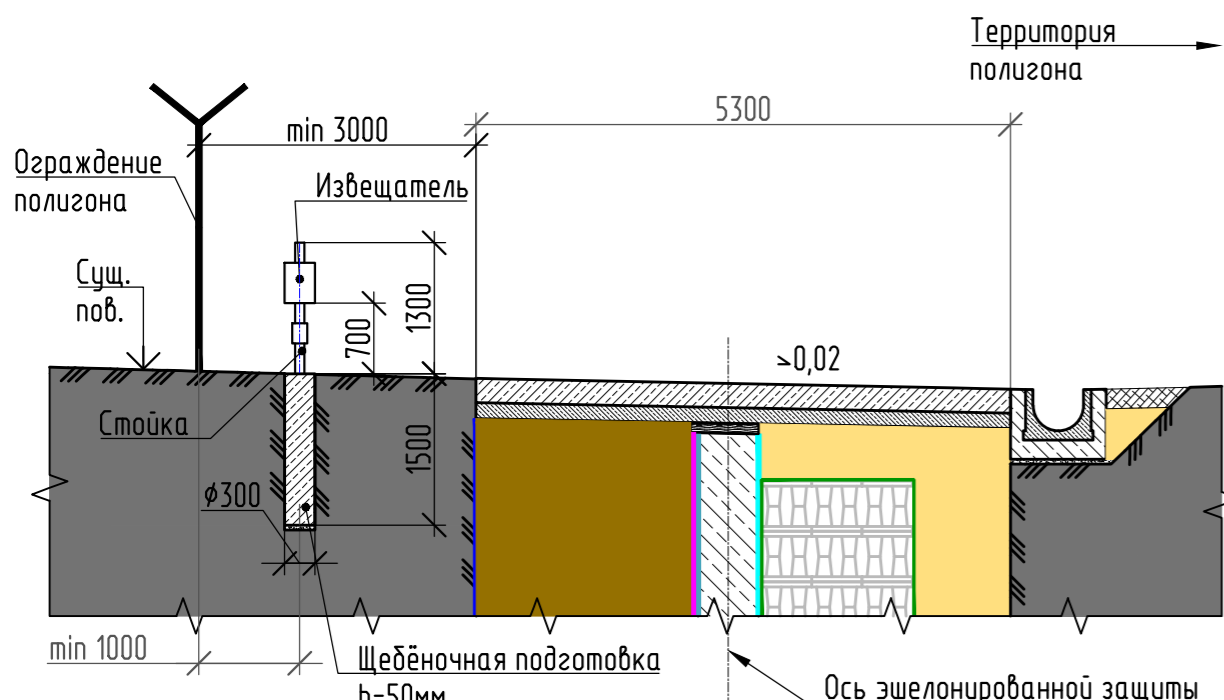


- Условные обозначения:
- Существующее ограждение полигона
 - Ось эшелонированной завесы
 - Места установки оборудования видеонаблюдения
 - Места установки периметровой сигнализации
 - Кабели к оборудованию видеонаблюдения
 - Кабели к периметровой охранной сигнализации

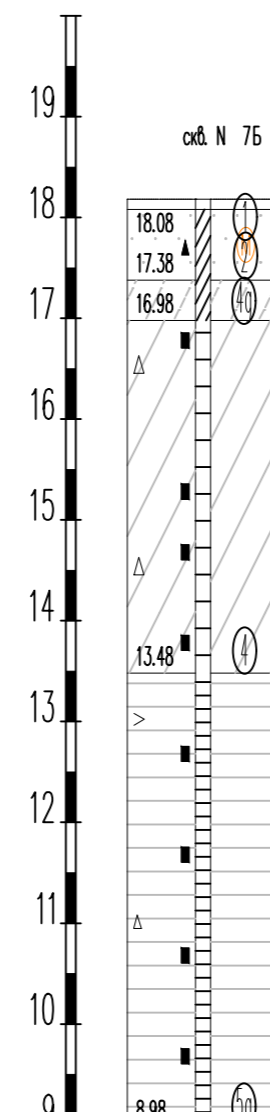
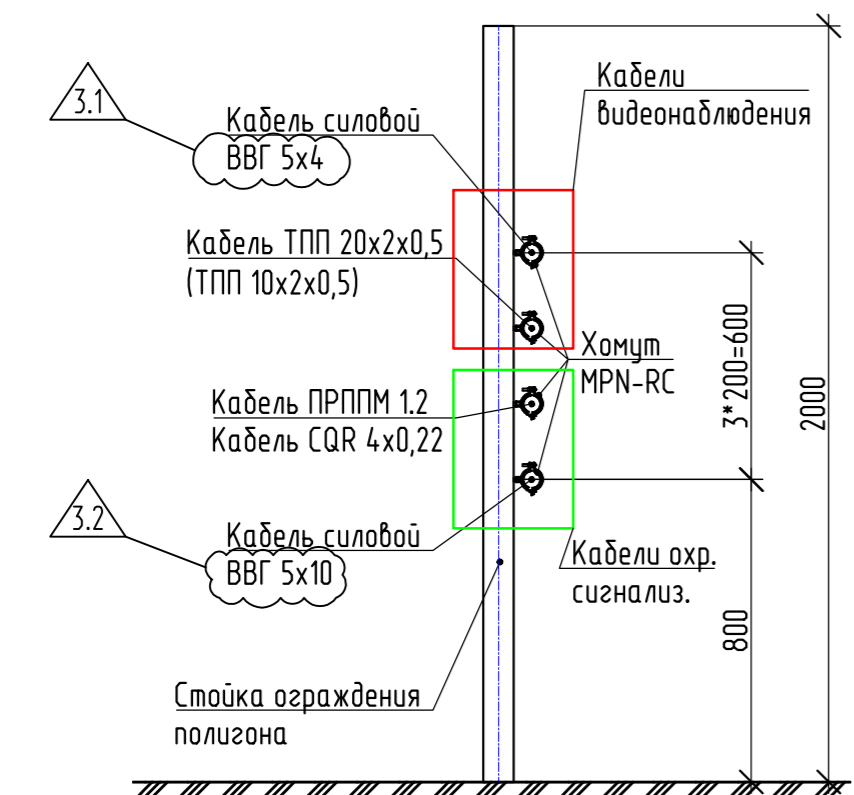
Установка камер видеонаблюдения



Установка периметровой охранной сигнализации



Крепление труб для кабелей



- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГРУНТОВ
- 1 Почвенно-растительный слой
 - 2 Насыпной грунт - песок мелкий, желтовато-коричневый, рыхлый, ср. степени водонасыщения, с прослоями суглинка полутвердого, с редкими вкл. мусора строительного, IQV
 - 4 Суглинок серый, полутвердый, с редкими вкл. дресвы крист. пород, Igllvdb
 - 4a Супесь, коричневатая-серая, пластичная, с прослоями песка ср. крупности, Igllvdb
 - 5 Глина, голубовато-серая, пылеватая, легкая, твердая, E1
 - 5a Глина дисперсионная, голубовато-серая, пылеватая, легкая, твердая, с редкими включениями дресвы E1
- 1) Номер инженерно-геологического элемента (ИГЭ)
 П) песок пылеватый (м - мелкий, с - средней крупности)

№ п/п	Наименование	Материал	Ед.изм.	Количество
	Устройство системы видеонаблюдения		п.м	3600
5	Монтаж металлических шкафов для управляющего оборудования		шт.	14
6	Монтаж телевизионных камер уличного исполнения; объектив с автоматической регулировкой диафрагмы, фокусное расстояние 4.0...69 мм; поворотное устройство, кронштейн, блок питания		шт.	15
7	Монтаж труб гладких полиэтиленовых L=6м (по 2 на каждую мачту)	ПНД 20-Т ТУ22.21.29-003-52715257-2017	шт.	28
8	Прокладка трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС БК 40/2,8 SN32 (видеонаблюдение и периметровая охрана)	ТУ 2248-003-34311042-2015	шт./п.м	4 / 16800
9	Монтаж хомутов MPN-RC 40/46 на резьбовые шпильки M10 (видеонаблюдение и периметровая охрана)	ТУ 25.11.23-012-17523759-2017	шт.	6200
10	Прокладка в трубе силового кабеля ВВГ 5x4	ГОСТ 31996-2012	шт.	4200
11	Прокладка в трубе кабеля ТПП 20x2x0,5	ТУ АХЦ 3570.00.01-98	п.м	2800
12	Прокладка в трубе кабеля ТПП 10x2x0,5	ТУ АХЦ 3570.00.01-98	п.м	1400
	Прокладка в трубе кабеля ТПП 5x2x0,5	ТУ АХЦ 3570.00.01-98	п.м	110
13	Монтаж силового кабеля ШВВП 2x0,75	ГОСТ 7399-97	п.м	200
	Устройство системы периметровой охранной сигнализации		п.м	3600
19	Монтаж извещателей охранных линейных радиоволновых	"Радиу-" ЯЛКГ.4.2514.2.001 ТУ	шт.	58
20	Прокладка в трубе силового кабеля ВВГ 5x10	ГОСТ 31996-2012	п.м	4200
21	Прокладка в трубе кабеля ПРППМ 1,2	ТУ 3.67-0021099.1-94	п.м	4200
22	Прокладка в трубе кабеля CQR 4x0,22		п.м	4200

- За ось противофильтрационной эшелонированной завесы принята ось железобетонной стенки.
- Переустройству подлежат элементы системы видеонаблюдения на внутреннем откосе кольцевого канала. Мачты устанавливаются на фундаменты из монолитного железобетона. Кабели ВВГ 5x4, кабели передачи видеосигнала ТПП 20x2x0,5, ТПП 10x2x0,5 прокладываются в трубах по ограждению полигона.
- Все оборудование системы видеонаблюдения необходимо заземлить. Подключение оборудования системы видеонаблюдения и настройка производится согласно техническому описанию заводов-изготовителей.
- Проектном предусмотрено установка стоек (труба стальная 89x3x2800) периметровой системы сигнализации, прокладка кабелей ПРППМ 1,2, CQR 4x0,22, ВВГ 5x10 в трубах по ограждению полигона.
- Допускается применение материалов других производителей при условии сохранения технических характеристик материалов.
- Питание и подключение системы охранной сигнализации и видеонаблюдения производится по существующей схеме.
- Мачты для установки оборудования видеонаблюдения (включая фундаменты), стойки для установки периметровой сигнализации представлены в разделе ГТП-14/2020-1-КР1.

ГТП-14/2020-1-ИОС7			
Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на полигоне токсичных промышленных отходов «Красный Бор».			
Этап I. Создание противофильтрационной эшелонированной завесы вокруг полигона токсичных промышленных отходов «Красный Бор».			
Изм.	Колуч	Лист	№ док.
3	7	-	328-23
Разработ.	Князьков	Проверил.	Васильев
Нач. отд.	Мудренова	Подпись	Дата
			20.09.23
Технологические решения			Страница
			Лист
			Листов
Решения, направленные на предотвращение насанкционированного доступа на полигон. Периметровая сигнализация. Видеонаблюдение.			п
ГИП			5

