

Сибирский федеральный университет

**ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ  
НЕФТИ, НЕФТЕПРОДУКТОВ И ГАЗА**

Учебно-методические указания к курсовому проектированию

Красноярск – 2021

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А.Н. Сокольников

**ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТА И  
ХРАНЕНИЯ НЕФТИ, НЕФТЕПРОДУКТОВ И ГАЗА**

Учебно-методические указания для студентов, обучающихся по  
специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Красноярск

СФУ

2021

УДК

ББК

Т

**Автор:**

А.Н. Сокольников

Т Защита от коррозии объектов транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа: учебно-методические указания / А.Н. Сокольников. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019. – 15 с.

В данных учебно-методических указаниях рассмотрен порядок выполнения курсового проекта по проектированию электрохимической защиты.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

ISBN

ISBN

УДК

ББК

Сибирский федеральный  
университет 2019

## Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные.....	6
2 Структура курсового проекта.....	10
3 Графическая часть курсового проекта .....	10
Список используемых источников.....	11
Список используемых сокращений.....	12
Приложения .....	13

## **Введение**

Учебно-методические указания составлены в дополнение рабочей программы дисциплины «Защита от коррозии объектов нефтегазовой отрасли» и включают в себя введение, варианты заданий, структуру курсового проекта, порядок разработки графической части и приложений.

Цель курсового проекта - закрепление теоретических знаний и формирование умений и навыков проектирования и расчета параметров электрохимической защиты магистральных трубопроводов (МТ).

Задачи курсового проекта:

- определение оптимальных параметров катодной защиты, протекторной защиты перехода МТ через автомобильную дорогу и дренажной защиты;
- подбор оборудования;
- выбор месторасположения установок катодной защиты, протекторной защиты и дренажных установок.

## 1 Исходные данные

Исходными данными для расчета электрохимической защиты строящихся трубопроводов являются:

*Конструктивные данные трубопровода:*

- диаметр трубопровода;
- толщина стенки трубопровода;
- класс прочности труб и марка стали, удельное электрическое сопротивление;
- глубина залегания (до оси) трубопровода;
- тип и конструкция изоляционного покрытия трубопровода;
- сопротивление изоляционного покрытия и коэффициент изменения этого сопротивления во времени.

*Характеристика коррозионных условий:*

- удельное электрическое сопротивление грунтов на глубине прокладки трубопровода;
- количество водорастворимых солей в грунте;
- уровень грунтовых вод;
- наличие и характеристика блуждающих токов от источников постоянного и переменного тока;
- возможность биологической коррозии.

*Удельное электрическое сопротивление грунтов в местах расположения проектируемых АЗ:*

- удельное электрическое сопротивление грунта на глубине укладки АЗ (ниже глубины сезонного промерзания грунта);
- удельное электрическое сопротивление грунтов на глубину до 150 м (для глубинных АЗ);
- местоположение и сопротивление заземляющих устройств.

*Рабочая температура перекачиваемой нефти.*

*Климатические данные:* максимальная и минимальная температуры воздуха.

*Наличие и характеристика источников электроснабжения вдоль трассы трубопровода.*

*Координаты узлов запорной и регуливающей арматуры и параметры защитного заземления (при их наличии).*

*Данные об особенностях трубопровода:*

- подводные переходы;

- переходы через автомобильные и железные дороги;
- месторасположение нефтеперекачивающих и компрессорных станций;
- камеры приема-пуска средств очистки и диагностики;
- координаты пересечения кабельных и воздушных линий электроснабжения (220 кВ и более), участков параллельного следования на расстоянии до 500 м от трубопровода до этих линий;
- пересечения с подземными металлическими сооружениями и участки параллельного следования.

Переходное сопротивление трубопровода и сопротивление изоляции, а также скорость изменения его во времени должны быть определены по данным измерений защитных потенциалов вдоль трубопровода и защитного тока УКЗ за не менее чем пятилетний период эксплуатации, предшествующий комплексному обследованию.

Дополнительно для расчета параметров дренажной защиты:

- координаты пересечения и/или участка сближения проектируемого трубопровода с эж/д;
- расположение тяговых подстанций и путевых дросселей на участках сближения эж/д с проектируемым трубопроводом;
- максимальный ток нагрузки тяговых подстанций;
- падение напряжения в отсасывающем фидере (определяется по данным службы эксплуатации эж/д);
- расстояние между трубопроводом и тяговыми подстанциями;
- расстояние между трубопроводом и путевыми дросселями;
- количество параллельных ниток трубопроводов.

Вариант задания выбирается по последним трем цифрам зачетной книжки (последняя цифра – таблица 1.1, предпоследняя цифра – таблица 1.2, третья цифра с конца номера зачетной книжки – таблица 1.3)

Таблица 1.1

№ варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Параметры для расчета	D	0,53	0,63	0,72	0,82	1,02	1,22	0,72	0,82	1,02	1,22
	$\delta$	7	8	9	10	11	12	11	12	13	15
	L <sub>общ</sub>	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000
	$\rho_z$	20	25	30	35	45	50	55	65	70	75

	$L_l$	100	200	300	500	700	800	400	900	1100	600
	Способ подключения дренажа	к минусовой шине	через среднюю точку	к минусовой шине	через среднюю точку	к минусовой шине	через среднюю точку	к минусовой шине	через среднюю точку	к минусовой шине	через среднюю точку

Таблица 1.2

№ варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Параметры для расчета	$\rho_{ca}$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	$R_{из}$	$3 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^5$
	Марка электрода	AK423M	«Менделеев-S»	«Менделеев-1M»	«Менделеев-MM»	A3M-3	ЭГТ	AK423M	«Менделеев-1M»	ЭГТ	A3M-3
	$I_{mn}$	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
	$L_2$	300	450	600	900	1200	1500	1900	2300	2900	3500

Таблица 1.3

№ варианта	Распределение грунтов различного электросопротивления на трассе трубопровода						
1	Доля длины трубопровода $L/L_{общ}$			0,1	0,1	0,2	0,3
	Удельное электросопротивление, Ом·м			180	170	120	100
2	Доля длины трубопровода $L/L_{общ}$			0,1	0,2	0,2	0,1
	Удельное электросопротивление, Ом·м			160	150	130	70
3	Доля длины трубопровода $L/L_{общ}$			0,3	0,1	0,1	0,2
	Удельное электросопротивление, Ом·м			10	30	40	50
4	Доля длины трубопровода $L/L_{общ}$			0,4	0,1	0,1	0,2
	Удельное электросопротивление, Ом·м			20	40	60	80
5	Доля длины трубопровода $L/L_{общ}$			0,2	0,2	0,2	0,1
	Удельное электросопротивление, Ом·м			150	140	130	110
6	Доля длины трубопровода $L/L_{общ}$			0,1	0,4	0,2	0,1
	Удельное электросопротивление, Ом·м			140	120	100	70
7	Доля длины трубопровода $L/L_{общ}$			0,1	0,3	0,2	0,2



	Удельное электросопротивление, Ом·м	130	100	90	80	70	60
8	Доля длины трубопровода $L/L_{\text{общ}}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
	Удельное электросопротивление, Ом·м	120	70	60	50	40	10
9	Доля длины трубопровода $L/L_{\text{общ}}$	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
	Удельное электросопротивление, Ом·м	110	90	60	50	30	20
10	Доля длины трубопровода $L/L_{\text{общ}}$	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2
	Удельное электросопротивление, Ом·м	20	30	40	60	70	80

Необходимо определить параметры катодной защиты магистрального трубопровода диаметром  $D$ , м, с толщиной стенки  $\delta$ , мм, длиной защитной зоны  $L_z$ , км (табл. 1.1). Трубопровод проложен на местности с удельным электросопротивлением  $\rho_{ep}$ , Ом·м (табл. 1.3). Анодное заземление проектируется выполнить из вертикальных электродов (табл. 1.2), расположенных на глубине  $h=2$  м до середины электрода, удельное электрическое сопротивление земли в месте расположения анодного заземления  $\rho_{ea}$  (табл. 1.2), удельное электрическое сопротивление грунта в поле токов катодной защиты  $\rho_z$  (табл. 1.1), дренажную линию - воздушной с подвеской из алюминиевого провода. Естественный потенциал трубопровода  $U_e = - 0,55$  В. Начальное сопротивление изоляции трубопровода  $R_{из}$ , Ом·м<sup>2</sup> (табл. 1.2). Срок службы проектируемой катодной защиты  $\tau_{nc} = 15$  лет. Определить параметры протекторной защиты перехода через автомобильную дорогу магистрального трубопровода, уложенного в грунт с удельным сопротивлением  $\rho_e$ , Ом·м (принять в пределах удельного сопротивления грунта по трассе трубопровода согласно вашего варианта). Длина кожуха  $L_k$  принять равным 50 м. Начальное сопротивление изоляции кожуха  $R_{из}$ , Ом·м<sup>2</sup> (аналогично сопротивлению изоляции магистрального трубопровода). Стационарный потенциал протектора  $U_n = - 1,60$  В, естественный потенциал кожуха  $U_e = - 0,55$  В, минимальный защитный потенциал  $U_{заш.мин} = - 0,85$  В. Рассчитать параметры дренажной защиты нефтепровода уложенного в грунт на расстоянии  $L_1$ , м (табл. 1.1) от железнодорожного полотна. Срок службы дренажной установки  $T = 1$  год, максимальные токи тяговой подстанции  $I_{mn}$ , А (табл. 1.2). Расстояние от трубопровода до тяговой подстанции эж/д  $L_2$ , м (табл. 1.2).

## **2 Структура курсового проекта**

Курсовой проект должен иметь следующую структуру:

- Титульный лист
- Оглавление
- Расчетная часть
- Подбор оборудования ЭХЗ
- Заключение
- Список использованных источников.

Объем расчетно-пояснительной записки курсового проекта на 20–30 страницах формата А4, выполненная с использованием текстового редактора Word, которые должны удовлетворять требованиям стандартов ЕСКД и стандартов организации «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности», принятым в СФУ

Методические указания по расчету параметров электрохимической защиты представлены в учебно-методическом пособии для проведения практических занятий и лабораторных работ «Защита от коррозии объектов транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа».

## **3 Графическая часть курсового проекта**

Графическая часть курсового проекта должна содержать 2 листа чертежей формата А1, выполненного на компьютере с использованием графических редакторов AutoCAD или «КОМПАС» и должна содержать схематический план размещения средств ЭХЗ (приложение 1), схемы подключения станции катодной защиты (приложение 2) и протекторной защиты на кожухе (приложение 3).

### **Список используемых источников**

1            РД-91.020.00-КТН-234-10            Нормы            проектирования  
электрохимической защиты магистральных трубопроводов и сооружений  
НПС. Утвержден и введен в действие 18.10.2010.

### **Список используемых сокращений**

АЗ – анодное заземление;

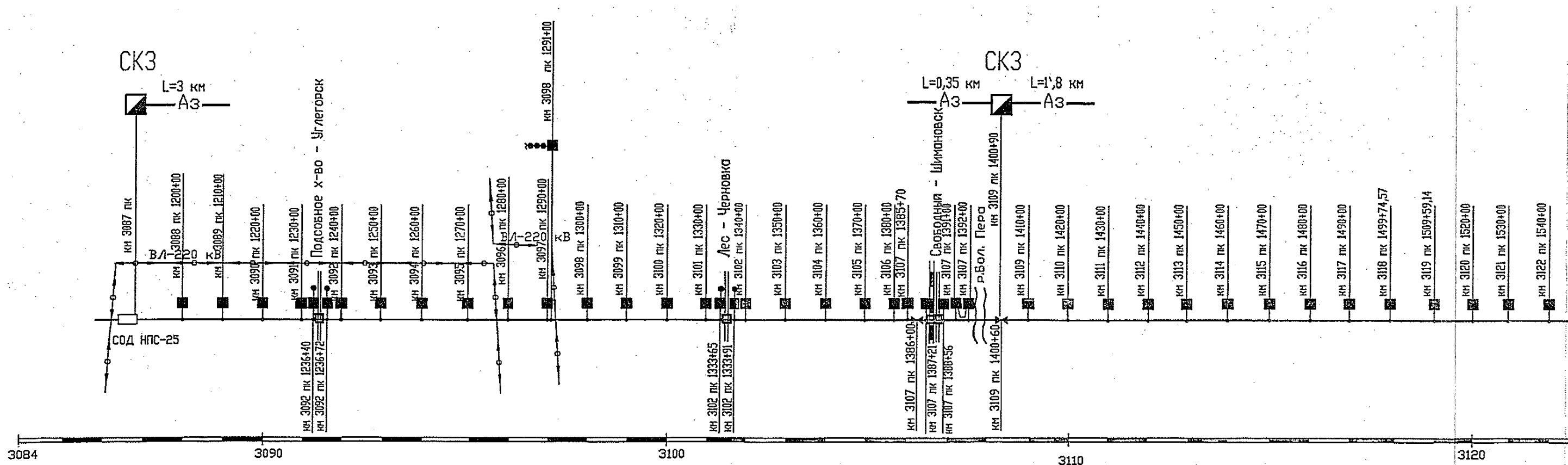
ЕСКД – единая система конструкторской документации;

МТ – магистральный трубопровод;

УКЗ – установка катодной защиты;

ЭХЗ – электрохимическая защита.

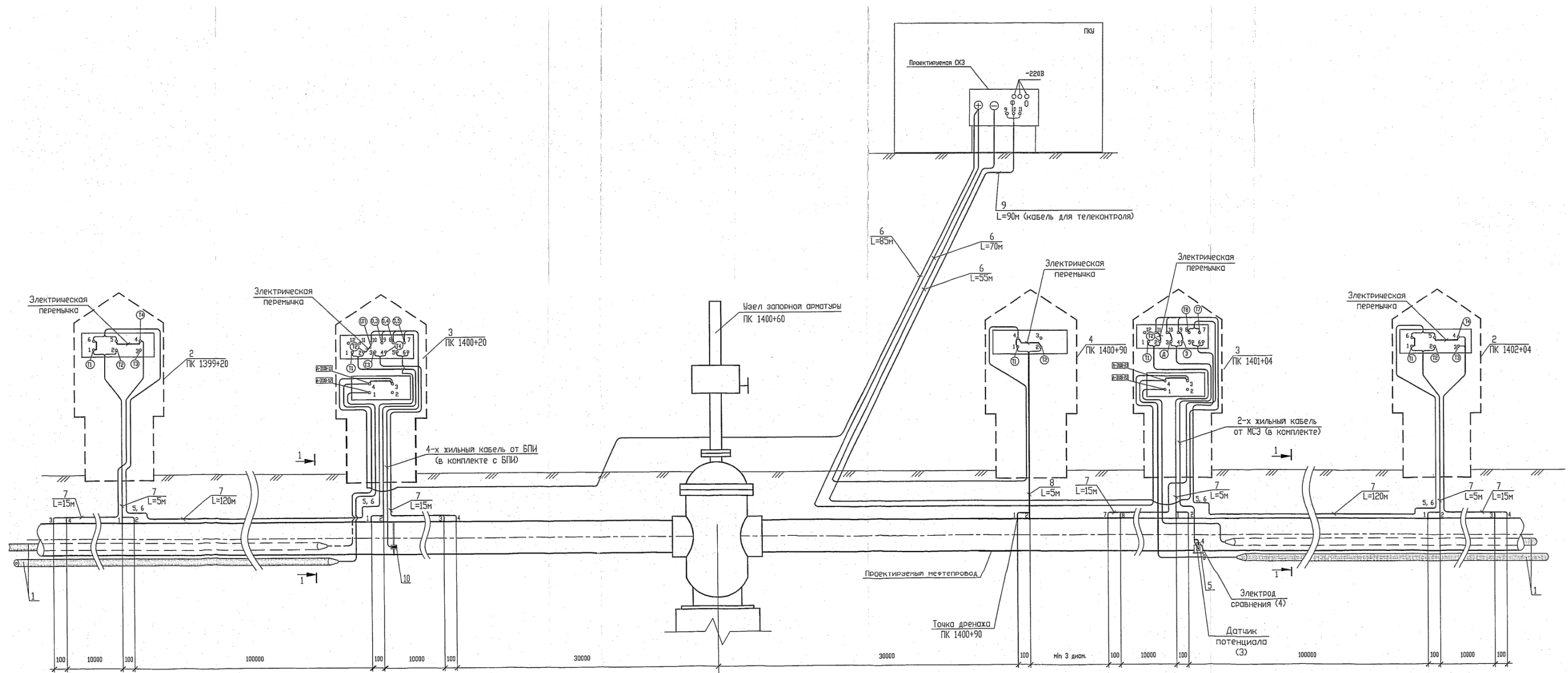
Схематический план размещения средств ЭХЗ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

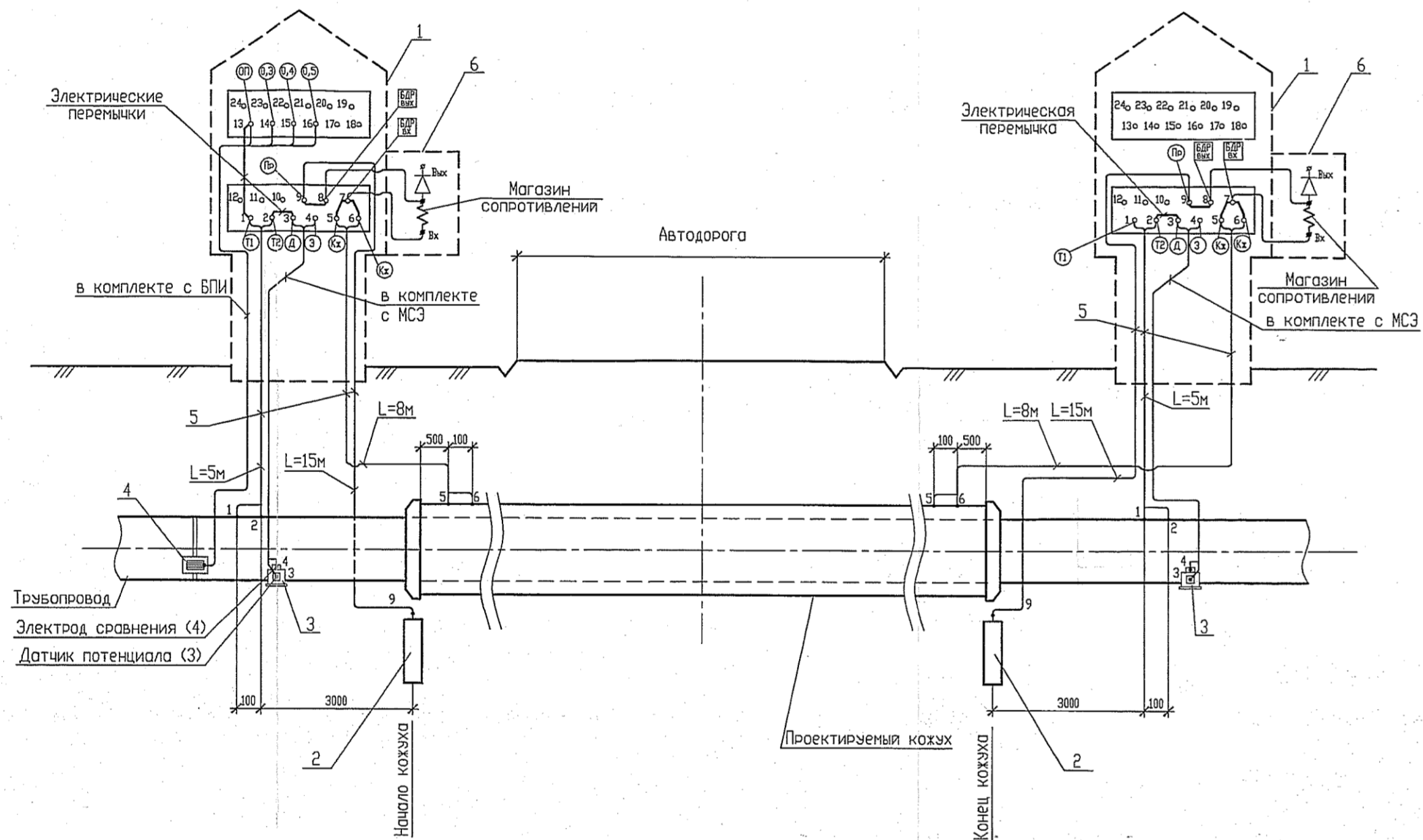
- Проектируемая станция катодной защиты (СКЗ) в ПКУ
- Проектируемый нефтепровод
- Пересечение с автодорогой
- Пересечение с железной дорогой
- Проектируемое протяженное анодное заземление
- Проектируемое глубинное анодное заземление
- Проектируемая протекторная установка
- Проектируемый контрольно-измерительный пункт
- Проектируемая задвижка на нефтепроводе
- Существующая ВЛ
- СКЗ, запроектированная в комплекте перехода р. Зейя

Схема подключения станции катодной защиты

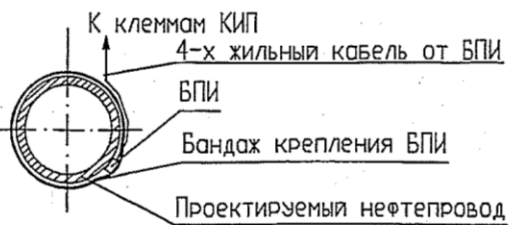


ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ		
Позиция	Наименование	Примечание
1	Протяженный анодный заземлитель, сердечник медная жила сечением 25 мм <sup>2</sup> , диаметр анода 36 мм	
2	Стопка контрольно-измерительного пункта (СИИП) с 6-ю измерительными клеммами	
3	Стопка контрольно-измерительного пункта с 12-ю измерительными и 4-мя силовыми клеммами	
4	Стопка контрольно-измерительного пункта с 4-мя силовыми клеммами	
5	Медносульфатный электрод сравнения (МСЭ)	
6	Кабель ВБбШв 1х35-0,66 ГОСТ 16442-80ж	
7	Кабель ВБбШв 2х6-0,66 ГОСТ 16442-80ж	
8	Кабель ВБбШв 2х35-0,66 ГОСТ 16442-80ж	
9	Кабель ВБбШв 3х6-0,66 ГОСТ 16442-80ж	
10	Блок пластин-индикаторов скорости коррозии (БПИ)	

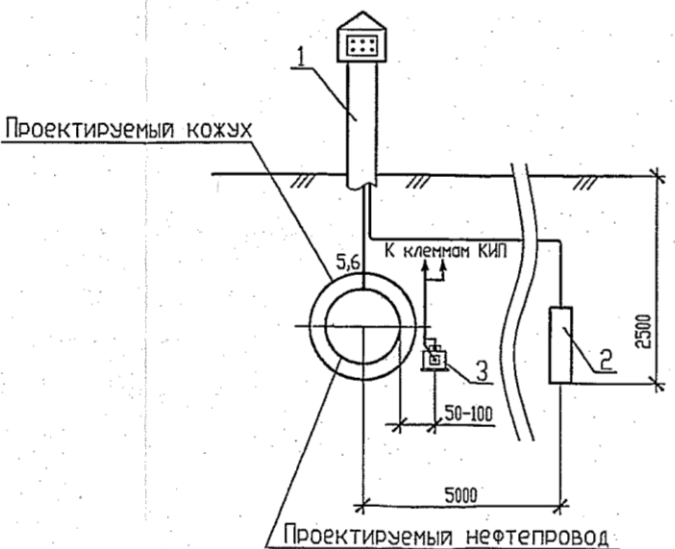
Схема подключения протекторной защиты на кожухе



Установка блока пластин-индикаторов скорости коррозии



Установка протектора



Привязка кожуха		Длина кожуха, м	Диаметр кожуха, мм	Сопротивление грунта, Ом/м	Привязка КИП на кожухе	Количество оборудования и материалов						Примечание
км	пк					Протектор магниевый упакованный 20 кг, шт.	Стойка контрольно- измерительн ого пункта (СКИП) 24 клеммы, шт.	Медно-суль фатный электрод сравнения (МСЭ), шт.	Кабель ВВБШв 2х6, м	Блок пластин- индикаторов скорости коррозии (БПИ), шт.	Блок диодно- резисторный, шт.	
3092	ПК1236+43 – ПК1236+69	26	1420х16	104	ПК1236+40 – ПК1236+72	2	2	2	56	1	2	Rпт=21,4 Ом; Iпт=0,035 А