



Общество с ограниченной ответственностью
«ВОЛЬТ-СПБ» (ООО «ВОЛЬТ-СПБ»)

Митрофаньевское ш., д. 5Е, лит. А, пом. 36
г. Санкт-Петербург, Россия, 198095
тел./факс: +7 (812) 407-28-52
e-mail: info@volt-spb.ru
web: www.volt-spb.ru
ОКПО 65897260, ОГРН 1107847080186
ИНН 7810582416, КПП 783901001

№ РЗК-___ от __.__.2025

**РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА
НЕОБСЛУЖИВАЕМЫХ
АКТИВНЫХ СОЛЯНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ
АС-6НВМ-Н-УДАВ
для организации заземляющего устройства**

Санкт-Петербург
2025 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ НЕОБСЛУЖИВАЕМОГО АКТИВНОГО СОЛЯНОГО ЭЛЕКТРОДА АС-6НВМ-Н-УДАВ

Необслуживаемый активный соляной электрод (далее – АСЭ) – заземлитель, не требующий эксплуатационных затрат на протяжении всего срока службы. Предназначен специально для применения в грунтах с высоким удельным сопротивлением (скальные, многолетнемёрзлые, песчаные), а также в условиях ограниченной площади для монтажа заземлителей.

Принцип работы необслуживаемого АСЭ основан на искусственном увеличении электропроводности грунта за счёт применения соляного наполнителя «СНАП-24» (далее – Наполнитель) и локальной замене околоэлектродного грунта низкоомным грунтовым катализатором «ГАК-30» (далее – Катализатор).

Главный элемент необслуживаемого АСЭ – полый электрод круглого сечения из нержавеющей или оцинкованной стали диаметром 60 мм с толщиной стенки не менее 4 мм, с перфорационными отверстиями, заполняемый Наполнителем. В верхней части электрода располагается соляной модуль с запасом Наполнителя, достаточным для стабильной работы на протяжении всего заявленного срока. Наполнитель активно впитывает влагу из окружающего грунта и преобразовывается в электролит (выщелачивается).

Образовавшийся электролит из соляного модуля постепенно поступает в электрод, компенсируя преобразованный в электролит Наполнитель из электрода. Электролит, проникая в грунт, увеличивает его электропроводность и исключает промерзание вокруг электрода, позволяя сохранять неизменным сопротивление заземляющего устройства круглогодично, что является одним из преимуществ активного соляного заземления.

Замена околоэлектродного грунта низкоомным Катализатором существенно уменьшает сопротивление активного соляного электрода и увеличивает площадь его токоотдающей поверхности. Концентрация электролита в окружающем электродом грунте со временем увеличивается, а сопротивление заземляющего устройства остаётся неизменным, либо уменьшается. Электроды эксплуатируются в различных почвенно-климатических условиях. При соблюдении требований инструкции по монтажу срок службы составляет не менее 30 лет.

При эксплуатации электрода в районах вечной мерзлоты вокруг скважины с электродом возникает зона талика (участок незамерзающей породы среди вечной мерзлоты с низким удельным сопротивлением), что способствует лучшему растеканию тока.

Необслуживаемый АСЭ поставляется в комплекте с расходными материалами и всеми необходимыми компонентами для монтажа: «ГАК-30», «СНАП-24», соляной модуль, зажим универсальный крестообразный, лента гидроизоляционная*, паста контактная проводящая*, воронка картонная, инструменты, расходные материалы для монтажа, документация (см. Приложение 1).

Комплектуемые изделия поставляются во влагозащищённых деревянных ящиках, электроды поставляются в обрешётке. При отгрузке в районы Крайнего Севера электроды упаковываются согласно ГОСТ 15846-2002 «Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

Для максимально эффективного использования активных соляных электродов минимальное расстояние между ними должно быть больше или равно их длине. Расстояние от активных соляных электродов до фундаментов зданий, сооружений должно составлять не менее 2-х метров.

Подключение активных соляных электродов «Н-УДАВ» в электрическую схему осуществляется при помощи медного отвода и зажима (болтовое соединение или термитная сварка) или монтажной полосы (сварное соединение или термитная сварка).

* – Данные позиции поставляются при комплектации АСЭ медным отводом.

РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА НЕОБСЛУЖИВАЕМЫХ АКТИВНЫХ СОЛЯНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ АС-6НВМ-Н-УДАВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Наименование объекта: Объект №

Нормируемое сопротивление заземляющего устройства: 40 Ом (поправка применена согласно п. 1.7.101 ПУЭ. $R_{\text{н}} = 4 \cdot 0,01 \cdot 3158 = 126,32$ Ом, но не более чем десятикратно, следовательно, $R_{\text{н}} = 40$ Ом)

Удельное электрическое сопротивление верхнего слоя грунта: 5000 Ом·м

Удельное электрическое сопротивление нижнего слоя грунта: 2500 Ом·м

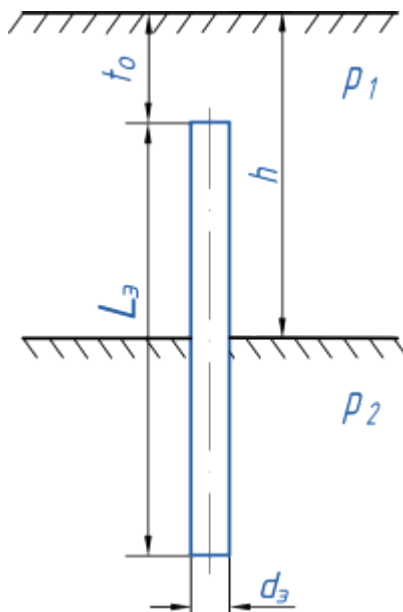
Глубина верхнего слоя грунта: 3 м

Климатический район: II

1. Эквивалентное удельное сопротивление двухслойного грунта для вертикального электрода рассчитывается по следующей формуле (согласно книге Е.Г. Титова «Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий и сооружений»):

$$\rho_{\text{ГР}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot L_{\text{Э}}}{\rho_1 \cdot (t_0 + k \cdot L_{\text{Э}} - h) + \rho_2 \cdot (h - t_0)} = \frac{5000 \cdot 2500 \cdot 1 \cdot 6}{5000 \cdot (0,5 + 1 \cdot 6 - 3) + 2500 \cdot (3 - 0,5)} = 3158 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

Расположение вертикального электрода в двухслойном грунте:



где:

$\rho_{\text{ГР}}$ – эквивалентное удельное сопротивление двухслойного грунта, Ом·м;

ρ_1 – удельное электрическое сопротивление верхнего слоя грунта, Ом·м; $\rho_1 = 5000$ Ом·м;

ρ_2 – удельное электрическое сопротивление нижнего слоя грунта, Ом·м; $\rho_2 = 2500$ Ом·м;

$k = 1$ при $\rho_1 \geq \rho_2$, $k = 1,2$ при $\rho_1 < \rho_2$;

$L_{\text{Э}}$ – длина электрода, м; $L_{\text{Э}} = 6$ м;

$d_{\text{Э}}$ – диаметр электрода, м; $d_{\text{Э}} = 0,06$ м;

t_0 – глубина заложения вертикального электрода от поверхности земли, м; $t_0 = 0,5$ м;

h – глубина верхнего слоя грунта, м; $h = 3$ м.

2. Сопротивление многоэлектродного заземлителя, выполненного с использованием оборудования типа АС-6НВМ-Н-УДАВ (см. Приложение 2) определяется по формулам:

2.1. Сопротивление одиночного необслуживаемого активного соляного электрода вертикального исполнения (на основании таблицы 7.9 из «Справочника по проектированию электрических сетей и электрооборудования» под ред. Ю.Г. Барыбина):

$$R_{ACЭ} = C_{ACЭ} \cdot \frac{0,366 \cdot \rho_{ГР}}{L_Э} \cdot \left(\lg \left(\frac{2 \cdot L_Э}{d_Э} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot t_1 + L_Э}{4 \cdot t_1 - L_Э} \right) \right) = \frac{1}{8} \cdot \frac{0,366 \cdot 3158}{6} \cdot \left(\lg \left(\frac{2 \cdot 6}{0,06} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot 3,5 + 6}{4 \cdot 3,5 - 6} \right) \right) = 60,2 \text{ Ом},$$

где:

$R_{ACЭ}$ – сопротивление одиночного активного соляного электрода, Ом;

$C_{ACЭ}$ – коэффициент понижения сопротивления активного соляного электрода, получаемый за счёт замены околоэлектродного грунта низкоомным катализатором и образования электролита из соляного наполнителя, способствующих лучшему растеканию тока и снижению сопротивления окружающего грунта, $C_{ACЭ} = 1/8$;

$\rho_{ГР}$ – эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м; $\rho_{ГР} = 3158 \text{ Ом·м}$;

$L_Э$ – длина электрода, м; $L_Э = 6 \text{ м}$;

$d_Э$ – диаметр электрода, м; $d_Э = 0,06 \text{ м}$;

t_1 – средняя глубина заложения вертикального электрода от поверхности земли, м;

$t_1 = t_0 + 0,5 \cdot L_Э$;

t_0 – глубина заложения вертикального электрода от поверхности земли, м; $t_0 = 0,5 \text{ м}$;

$t_1 = 0,5 + 0,5 \cdot 6 = 3,5 \text{ м}$.

2.2. Количество необслуживаемых активных соляных электродов :

$$n = \frac{R_{ACЭ}}{R_H} = \frac{60,2}{40} = 1,51,$$

где:

n – количество необслуживаемых активных соляных электродов (всегда округляется до большего целого), шт.;

$n = 2 \text{ шт.}$;

R_H – нормируемое сопротивление заземляющего устройства, Ом; $R_H = 40 \text{ Ом}$.

2.3. Суммарное сопротивление многоэлектродного заземлителя, выполненного с использованием оборудования типа АС-6НВМ-Н-УДАВ:

$$R_{\Sigma ACЭ} = \frac{R_{ACЭ}}{n \cdot K_H} = \frac{60,2}{2 \cdot 1} = 30,1 \text{ Ом} \leq 40 \text{ Ом} \left(R_{\Sigma ACЭ} \leq R_H \right).$$

3. Суммарное сопротивление горизонтального заземлителя рассчитывается по формулам:

3.1. Сопротивление горизонтального заземлителя (сталь полосовая 5х40 мм) (согласно «Справочнику по проектированию электрических сетей и электрооборудования» под ред. Ю.Г. Барыбина):

$$R_{\Gamma} = \frac{K \cdot 0,366 \cdot \rho_1}{L_{\Gamma}} \cdot \lg \left(\frac{2 \cdot L_{\Gamma}^2}{b \cdot t_0} \right) = \frac{3,5 \cdot 0,366 \cdot 5000}{20} \cdot \lg \left(\frac{2 \cdot 20^2}{0,04 \cdot 0,6} \right) = 1448,45 \text{ Ом},$$

где:

R_{Γ} – сопротивление горизонтального заземлителя, Ом;

K – климатический коэффициент сезонности. Для II климатического района $K = 3,5$ (см. таблицу 2 Приложения 3);

ρ_1 – удельное электрическое сопротивление верхнего слоя грунта, Ом·м; $\rho_1 = 5000$ Ом·м;

L_{Γ} – длина горизонтального заземлителя, м; $L_{\Gamma} = 20$ м;

b – ширина полосы, м; $b = 0,04$ м;

t_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя, м; $t_0 = 0,6$ м.

Для расчёта сопротивления горизонтального заземлителя учитывается удельное сопротивление только верхнего слоя грунта, в котором он полностью расположен (поскольку $h > t_0$).

3.2. Суммарное сопротивление горизонтального заземлителя:

$$R_{\Sigma\Gamma} = \frac{R_{\Gamma}}{K_{\text{иг}}} = \frac{1448,45}{0,45} = 3218,78 \text{ Ом},$$

где:

$R_{\Sigma\Gamma}$ – суммарное сопротивление горизонтального заземлителя;

$K_{\text{иг}}$ – коэффициент использования (экранирования) горизонтального заземлителя. В этом случае он равен 0.45 (электроды расположены по контуру, количество электродов меньше 4 шт., отношение расстояния между электродами к их длине равно 1) (см. таблицу 3 Приложения 3).

4. Полное сопротивление заземляющего устройства рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{R_{\Sigma\text{АСЭ}} \cdot R_{\Sigma\Gamma}}{R_{\Sigma\text{АСЭ}} + R_{\Sigma\Gamma}} = \frac{30,1 \cdot 3218,78}{30,1 + 3218,78} = 29,82 \text{ Ом} \leq 40 \text{ Ом} \left(R \leq R_{\text{н}} \right).$$

Расчётные данные получены при использовании 2 необслуживаемых активных соляных электродов длиной 6 метров АС-6НВМ-Н-УДАВ.

Расчет количества электродов заземления выполнен на указанные исходные данные. При изменении исходных данных (удельное электрическое сопротивление грунта, глубина слоев грунта, нормируемое сопротивление) необходим пересчет количества электродов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СПЕЦИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ, ВХОДЯЩИХ В КОМПЛЕКТ АС-6НВМ-Н-УДАВ

Поз.	Наименование	Кол-во	Ед.изм.
1	Необслуживаемый активный соляной электрод АС-6НВМ-Н-УДАВ ТУ 3418-001-65897260-2012	2	компл.
В один комплект необслуживаемого активного соляного электрода АС-6НВМ-Н-УДАВ входит:			
1.1	Электрод из нержавеющей стали вертикального исполнения, модульный, L=6000 мм, d=60 мм, толщина стенки 4 мм	1	шт.
1.2	Медный отвод для подключения к контуру заземления, L=1500 мм, сечение 95 мм ² (закреплен на электроде)	1	шт.
1.3	Соляной наполнитель «СНАП-24»	53,5	кг
1.4	Грунтовый катализатор «ГАК-30»	360	кг
1.5	Соляной модуль «Н-01» с соляными накопителями, D=300 мм, h=300 мм	1	шт.
1.6	Лента гидроизоляционная, длина 10 м, ширина 50 мм	1	шт.
1.7	Зажим универсальный крестообразный, 80x80 мм, толщина пластин 2 мм	1	шт.
1.8	Паста контактная проводящая, масса 100 г (на один ящик)	1	шт.
1.9	Инструменты, расходные материалы для монтажа:	1	компл.
	– воронка (на один ящик)	1	шт.
	– ключ рожковый (на один ящик)	2	шт.
	– ключ торцевой (на один ящик)	1	шт.
	– нож с выдвижным лезвием (на один ящик)	1	шт.
	– отвёртка крестообразная (на один ящик)	1	шт.
	– пара перчаток (на один ящик)	1	шт.
1.10	Паспорт (на партию)	1	шт.
1.11	Инструкция по монтажу (на один ящик)	1	шт.
2	Сталь полосовая 5x40 мм ГОСТ 103-2006	20 *	м
3	Комплект термитной сварки СТ-1-ПЗК1-2-ДРАКОН	1	компл.

* – Не входит в комплект поставки активного соляного электрода ООО «ВОЛЬТ-СПБ».

В случае, если необходимо учесть горизонтальный заземлитель в объёме поставки, просим Вас связаться с нами:
+7 (812) 407-28-52 (с 8:00 до 17:00, Мск), calc@volt-spb.ru.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДА АС-6НВМ-Н-УДАВ



ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ТАБЛИЦЫ КОЭФФИЦИЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАСЧЁТЕ

Таблица 1. Значение коэффициента использования (экранирования) активных соляных электродов K_n в зависимости от их количества

Число электродов, шт.	K_n
<5	1
<10	0,95
<20	0,9
<50	0,84
≥ 50	0,8

Таблица 2. Значение климатического коэффициента сезонности сопротивления грунта, K

На основании таблицы 7.7 из «Справочника по проектированию электрических сетей и электрооборудования» под ред. Ю.Г. Барыбина.

Характеристика районов и виды применяемых заземлителей	Климатический район			
	I	II	III	IV
Характеристика районов				
Средняя многолетняя низшая температура (январь), °С	от -20 до -15	от -14 до -10	от -10 до 0	от 0 до +5
Средняя многолетняя высшая температура (июль), °С	от +15 до +18	от +18 до +22	от +22 до +24	от +24 до +26
Виды заземлителей и климатические коэффициенты сезонности к величине удельного сопротивления грунта				
Протяжённые заземлители (полоса, круглая сталь)	5,5	3,5	2,5	1,5
Стержневые заземлители (угловая сталь, трубы)	1,65	1,45	1,3	1,1

Таблица 3. Значение коэффициента использования (экранирования) горизонтального заземлителя $K_{\text{гг}}$ в зависимости от расстояния между электродами и от их расположения

На основании таблиц 7.11 и 7.12 «Справочника по проектированию электрических сетей и электрооборудования» под ред. Ю.Г. Барыбина.

Количество заземлителей в ряду, шт.	Расположение заземлителей в ряд			Количество заземлителей по контуру, шт.	Расположение заземлителей по контуру		
	Отношение расстояния между заземлителями к их длине				Отношение расстояния между заземлителями к их длине		
	1	2	3		1	2	3
4	0,77	0,89	0,92	4	0,45	0,55	0,70
5	0,74	0,86	0,90	5	0,40	0,48	0,64
8	0,67	0,79	0,85	8	0,36	0,43	0,60
10	0,62	0,75	0,82	10	0,34	0,40	0,56
20	0,42	0,56	0,68	20	0,27	0,32	0,45
30	0,31	0,46	0,58	30	0,24	0,30	0,41
50	0,21	0,36	0,49	50	0,21	0,28	0,37
65	0,20	0,34	0,47	70	0,20	0,26	0,35
				100	0,19	0,24	0,33

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАЦИИ И РАЗРЕШИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Расчеты выполнены на основании:

- Е.Г. Титов «Проектирование электроустановок жилых и общественных зданий и сооружений»;
- Ю.Г. Барыбин «Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования»;
- М.Р. Найфельд «Заземление и другие защитные меры (3-е издание)»;
- А.Л. Вайнер «Заземления»;
- Министерство связи СССР. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации заземлений в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов.

Конструктив и характеристики соответствуют требованиям:

- Правила устройства электроустановок (ПУЭ), 7-е издание;
- ГОСТ Р 58882-2020 «Заземляющие устройства. Системы уравнивания потенциалов. Заземлители. Заземляющие проводники. Технические требования»;
- ГОСТ Р 50571.5.54-2013 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов»;
- ГОСТ Р МЭК 62561.2-2014 «Компоненты системы молниезащиты. Часть 2. Требования к проводникам и заземляющим электродам»;
- ГОСТ Р МЭК 62561.7-2016 «Компоненты системы молниезащиты. Часть 7. Требования к смесям, нормализующим заземление»;
- СТО 56947007-29.130.15.114-2012 «Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ»;
- РД 153-34.3-35.125-99 «Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений».

Сведения о сертификации:

- сертификат соответствия в рамках добровольной сертификации продукции № РОСС RU.ПБ44.Н16132 от 09.11.2023;
- сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям ISO 9001:2015 № 107290/A/0001/UK/RUS от 02.07.2022;
- сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям СТО Газпром 9001-2018 № ОГН1.RU.1417.K00065 от 10.07.2024;
- сертификат о происхождении товара по форме СТ-1 № 3002006038 от 28.03.2023;
- сертификат соответствия системы добровольной сертификации ИНТЕРГАЗСЕРТ № ОГН4.RU.1119.B03150 от 09.08.2024.