Типовой проект

Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв

Состав проекта

Альбом I Пояснительная записка и указания по проектированию

Альбом II Чертежи заземляющих устройств

Альбом II

Разработан

Отделением Дальних Передач и

Северо-Западным отделением

института „Энергосетьпроект"

Минэнерго СССР

Введен в действие

институтом Энергосетьпроект

Приказ № 71 от 7 мая 1975 г 25-14.

gost.e-ecolog.ru

Наименование листа	Номер листа	Страница
1	2	3
Титульный лист		1
Перечень листов	1-3	2-4
Порядок и выбор конструкций заземляющих устройств опор вл.	4-6	5-7
Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из вертикальных электродов.	ВЛ-Й-1	8
Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-2	9
Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-3	10
Фундаменты, используемые в качестве заземлителей.	ВЛ-Й-4	11
Одностоечные металлические промежуточные опоры вл 35кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-Й-5	12
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-6	13
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-7	14
Одностоечные железобетонные опоры с оттяжкой вл 35кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-Й-55	15
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-Й 56	16
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	ВЛ-Й-57	17
Трехстоечные железобетонные опоры вл 35кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-Й-58	18
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-Й-59	19
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-60	20
Одностоечные анкерно-угловые металлические опоры вл 35кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродов	ВЛ-Й-8	21
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-Й-9	22
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-10	23
Деревянные портальные опоры вл 35-220кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-Й-11	24
Деревянные портальные опоры вл 35-220кв. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-12	25
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-13	26
Деревянные анкерно-угловые опоры вл 15-220кв. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-Й-14	27
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-Й-15	28
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-Й-16	29

Отделение Дальних Передач Москва

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина

Ст. инженер Кравчукова
Ст. инженер Фомичев

Наименование листа	Номер листа	Страница
1	2	3
Одностоечные опоры на оттяжках ВЛ 110-220кВ. Заземляющее устройство: фундамент-вертикальные электроды	ВЛ-II-17	30
Одностоечные опоры на оттяжках ВЛ 35-220кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-II-18	31
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-II-19	32
Одностоечные опоры на оттяжках ВЛ 35кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-II-20	33
Одностоечные опоры на оттяжках ВЛ 110-220кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-II-21	34
Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 110-220кВ. Заземляющее устройство. подземная часть стойки-вертикальный электрод.	ВЛ-II-22	35
Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 35-220кВ Заземляющее устройство из вертикального электрода.	ВЛ-II-23	36
Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 35-220кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-II-24	37
Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 35кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-II-25	38
Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 110-220кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-II-26	39
Портальные железобетонные опоры ВЛ 110-330кВ. Заземляющее устройство: подземная часть стоек-вертикальные электроды	ВЛ-II-27	40
То же. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-II-28	41
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-II-29	42
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	ВЛ-II-30	43
Одностоечные металлические опоры ВЛ 110-220кВ. Заземляющее устройство: фундамент-вертикальные электроды	ВЛ-II-31	44
Одностоечные металлические опоры ВЛ 330-500кВ. Заземляющее устройство: фундамент-вертикальные электроды.	ВЛ-II-32	45
Одностоечные металлические опоры ВЛ 110-500кВ Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-II-33	46
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-II-34	47
Одностоечные металлические опоры ВЛ 110-220кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	ВЛ-II-35	48
Одностоечные металлические опоры ВЛ 330-500кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	ВЛ-II-36	49
Портальные опоры с оттяжками ВЛ 500-750кВ. Заземляющее устройство: фундамент-вертикальные электроды	ВЛ-II-37	50
То же. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-II-38	51

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Перечень листов.	Типовой проект N3602 тм	Альбом II	Лист 2

Гл. инж. пр. Горошкина | Ст. инжен. Фомичев | Переиздан г. Москва | 3602тм-II-3

Наименование листа	Номер листа	Страница
1	2	3
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-II-39	52
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	ВЛ-II-40и	53
Анкерно-угловые металлические трехстоечные опоры ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройство: фундаменты, объединенные перемычками.	ВЛ-II-41	54
То же. Заземляющее устройство из вертикальных электродов	ВЛ-II-42	55
То же Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	ВЛ-II-43	56
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	ВЛ-II-44и	57
Присоединение заземлителей к металлическим опорам и соединение их между собой.	ВЛ-II-45	58
Присоединение заземлителей к железобетонным опорам и соединение их между собой.	ВЛ-II-46	59
Присоединение заземлителей к спускам на деревянных опорах и соединение их между собой.	ВЛ-II-47	60
Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей	ВЛ-II-48	61
Обобщенные значения удельных сопротивлений грунтов.	ВЛ-II-49	62
Коэффициенты формы и импульсные коэффициенты для расчета фундаментных заземлителей опор ВЛ (Рис 1-4)	ВЛ-II-50	63
Коэффициенты формы и импульсные коэффициенты для расчета фундаментных заземлителей опор ВЛ (Рис 5-8)	ВЛ-II-51	64
Импульсные коэффициенты для двухлучевых заземлителей.	ВЛ-II-52	65
Импульсные коэффициенты для четырехлучевых заземлителей.	ВЛ-II-53	66
Импульсные коэффициенты для вертикальных заземлителей.	ВЛ-II-54	67
Изменения к чертежам заземляющих устройств в связи с учетом естественной проводимости фундаментов в грунтах с $\rho = (500-1000)$ Ом м.	ВЛ-II-61	68
Портальные железобетонные опоры ВЛ 500кВ. Заземляющее устройство: подземная часть стоек - вертикальные электроды.	ВЛ-II-62	69
То же. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	ВЛ-II-63	70
То же. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	ВЛ-II-64	71
То же. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	ВЛ-II-65	72

Энергосетьпроект
Отделение дальних Передач
г. Москва

Порядок и выбор конструкций заземляющих устройств опор ВЛ.

Конструкции заземляющих устройств опор разработаны для нормированных ПУЭ значений сопротивлений в зависимости от эквивалентного удельного сопротивления грунта $\rho_э$.

Эквивалентное удельное сопротивление грунта; $\rho_э$, Ом.м	Сопротивление заземляющего устройства; $R_{доп}$, Ом
До 100	10
Более 100 до 500	15
Более 500 до 1000	20
Более 1000 до 5000	30
Более 5000	$6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_э$

I. Порядок выбора конструкций заземляющих устройств.

I.1. В соответствии со значениями удельного сопротивления грунта (ρ) и толщинами его слоев (h) имеется электрическая структура грунта — $\rho_1, \rho_2 \ldots h_1, h_2 \ldots$

I.2. Исходя из характера электрической структуры выбирается предварительная конструкция заземляющего устройства.

I.3. Для предварительно выбранной конструкции выполняется приведение многослойной структуры к эквивалентной двухслойной и определяется $\rho_э$

I.4. Для найденного $\rho_э$ производится проверка соответствия предварительно выбранной конструкции заземляющего устройства для конкретного типа опоры и типовой конструкции по чертежам Альбома II.

I.5. В том случае, если выбранная конструкция не соответствует типовой, производится корректировка предварительно выбранной конструкции (размеров и количества электродов), и все указанные выше действия повторяются.

II. Выбор конструкций заземляющих устройств опор ВЛ.

II.1. В качестве исходной многослойной электрической структуры грунта принимается структура, полученная путем прямых измерений, или структура, полученная на основании геологического разреза по трассе ВЛ с использованием обобщенных значений удельных сопротивлений грунтов (ρ) по чертежу № 3602тм-ВЛ-П-49.

II.2. Если исходная многослойная электрическая структура грунта получена путем непосредственных измерений на трассе ВЛ, то ее следует привести с помощью сезонных коэффициентов Кс к расчетным условиям. Сезонные коэффициенты вводятся на слой сезонных изменений толщиной h_c =1,5÷1,8 м (п.2.2 Альбома I). Каждая из типовых конструкций заземляющих устройств, представленных на чертежах, разработана для средних по влажности условий грунта и обеспечивает нормированное сопротивление заземления при удельных сопротивлениях грунта $\rho_э$, увеличенных в 1,4÷1,5 раза по сравнению с указанными в таблицах на чертежах (для каждой конструкции в таблице указан диапазон $\rho_э$, в котором может быть использована данная конструкция). Это учитывает возможность увеличения измеренного в условиях средней влажности удельного сопротивления грунта в результате его высыхания (п.2.2 Альбома I). Поэтому, если измерения удельных сопротивлений грунта выполнялись в условиях средней влажности, уточнение удельных сопротивлений с помощью сезонных коэффициентов не требуется; в случаях, если грунт при измерениях был сильно-влажный или сухой, величины поправочных коэффициентов составляют соответственно 1,2÷1,3 и 0,7÷0,8.

Если исходная многослойная электрическая структура грунта получена по обобщенным значениям удельных сопротивлений, то введение сезонных коэффициентов не требуется.

II.3. Исходя из характера электрической структуры грунта выбирается предварительная конструкция заземлителя, и многослойная электрическая структура грунта приводится к эквивалентной двухслойной (п.2.3. Альбома I).

Если исходная расчетная структура является двухслойной, то приведение ее к эквивалентной не производится.

II.4. При выборе конструкции заземляющего устройства для опор ВЛ 110 кВ и выше прежде всего должна быть проверена возможность использования естественной проводимости фундаментов.

Если естественной проводимости фундаментов достаточно (при $\rho_э \leq 60 \div 350$ Ом.м, чертеж № 3602тм-ВЛ-П-4), искусственные заземлители не предусматриваются.

Электросетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

нач. отд. Гл. инж. проекта

Смирная
Горошина

Ст. инжен. Ст. техн.

Кунтова
Фомина

При оценке достаточности естественной проводимости величина $\rho_э$ должна быть определена в пределах Нрасч.

Если в пределах $H_{расч.}$ имеется однородный грунт, то величина $\rho_э$ принимается равной действительному удельному сопротивлению грунта. В случае двух и более слоев и при удельном сопротивлении хотя бы одного слоя $\rho < 500$ Ом.м, следует выполнить эквивалентирование грунта и в соответствии с величиной $\rho_э$ установить возможность использования фундаментов в качестве заземлителей.

При этом эквивалентирование следует производить по графикам чертежа № 3602тм ВЛ-П-I, принимая $\ell_в = H$, где H – глубина заложения фундамента.

П.5. Если удельное сопротивление (действительное в случае однородного или эквивалентное в случае многослойного грунта) находится в пределах $(60 \div 350) < \rho < 500$ Ом.м, т.е. когда одной естественной проводимости не достаточно, следует пользоваться чертежами заземляющих устройств "фундамент – вертикальные электроды" и чертежами заземляющих устройств из протяженных заземлителей, в которых для грунтов с $\rho < 500$ Ом.м учтена естественная проводимость фундаментов. В этих случаях при выборе конструкции искусственного заземлителя (вертикального или протяженного) следует иметь в виду следующее:

а) В грунтах с убывающим по глубине удельным сопротивлением и однородных грунтах в качестве искусственных заземлителей следует использовать вертикальные электроды (за исключением тех случаев, когда отсутствует возможность их заглубления). Задавшись длиной вертикального электрода $\ell_в$ (в соответствии с п.П.7 настоящих указаний), определяется $\rho_э$ по графикам чертежа № 3602тм-ВЛ-П-I. Для полученного $\rho_э$ проверяется соответствие заданной величины $\ell_в$ длине, приведенной на чертежах "фундамент-вертикальные электроды". Если заданная длина не совпадает с приведенной на чертеже, принимается другая длина, производится повторное эквивалентирование и выбор конструкции заземлений.

При этом следует иметь в виду, что система "фундамент – вертикальные электроды" рассматривается как условный вертикальный электрод длиной, равной длине вертикального электрода (от поверхности земли).

Заземляющие устройства "фундамент – вертикальные электроды" представлены на чертежах №№3602тм-ВЛ-П-I7, 22, 27, 3I, 32, 37.

б) В грунтах с возрастающим по глубине удельным сопротивлением, а также в тех грунтах, где не возможно заглубить вертикальные электроды, в дополнение к фундаментным следует использовать протяженные заземлители. Задавшись длиной и количеством протяженных заземлителей определяется $\rho_э$ по графикам чертежа № 3602тм-ВЛ-П-2 и аналогично предыдущему пункту проверяется соответствие заданной длины и количества протяженных заземлителей для найденного $\rho_э$ тем длинам, которые приведены на чертежах заземляющих устройств с протяженными заземлителями.

Заземляющие устройства из протяженных заземлителей с использованием естественной проводимости фундаментов представлены на чертежах №№3602тм-ВЛ-П-2I, 26, 30, 35, 36, 40.

Для трехстоечных анкерно-угловых опор ВЛ 500-750 кВ расчет заземляющих устройств производился с учетом объединения стоек между собой посредством перемычек. Это позволило расширить область использования естественной проводимости фундаментов и уменьшить расход металла на устройство искусственных заземлителей (чертеж № 3602тм-ВЛ-П-4I).

П.6. В грунтах с $\rho > 500$ Ом.м и для ВЛ 35 кВ естественная проводимость фундаментов не учитывается, и заземляющее устройство выполняется в виде искусственных заземлителей:

а) из вертикальных электродов; эквивалентирование производить по чертежу № 3602тм-ВЛ-П-I.

Для разных типов опор предельное значение удельного сопротивления грунтов, в которых достаточно вертикальных заземлителей без протяженных, составляет 250-1200 Ом.м (чертежи №№ 3602тм-ВЛ-П-5,8,II,I4,I8,23,28,33,38,55).

Для трехстоечных опор ВЛ расчет вертикальных заземлителей производился с учетом перемычек между стойками (чертежи №№ 3602тм-ВЛ-П-42,58).

б) Из вертикальных и протяженных заземлителей (в грунтах с ρ, превышающим значения, приведенные в п.П.6.а).

Эквивалентирование производить по чертежу № 3602тм-ВЛ-П-2. Заземляющие устройства комбинированного типа разработаны для грунтов с предельным значением удельного сопротивления $\rho \approx 3000$ Ом.м (чертежи №№ 3602тм-ВЛ-П-6,9,12,15,19,24,29, 34, 39,43,56,59).

в) Из протяженных заземлителей; эквивалентирование производить по чертежу № 3602тм-ВЛ-П-3. Заземляющие устройства из протяженных заземлителей представлены на чертежах №№ 3602тм-ВЛ-П-7,10,13,16,20,21,25,26,30,35,36,40,44,57, 60).

Выбор конструкций производится так же, как в п.П.5 настоящих указаний.

П.7. В тех случаях, когда нижележащий слой грунта имеет меньшее удельное сопротивление, чем вышележащий, длина вертикального электрода должна приниматься такой, чтобы часть его длины (не менее 20%) находилась в нижележащем слое, тогда значение $\rho_э$ будет близко к значению удельного сопротивления этого слоя.

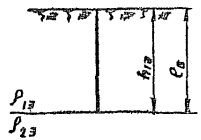
П.8. Импульсные значения сопротивления заземления опор ВЛ определяются в соответствии с п.2.7 Альбома I настоящей работы и чертежами №№ 3602тм-ВЛ-П-50÷54 и используются в расчетах числа грозовых отключений ВЛ. В случае недопустимо большого числа грозовых отключений одним из путей для его уменьшения является снижение импульсного сопротивления заземления в результате соответствующего изменения конструкций заземляющих устройств.

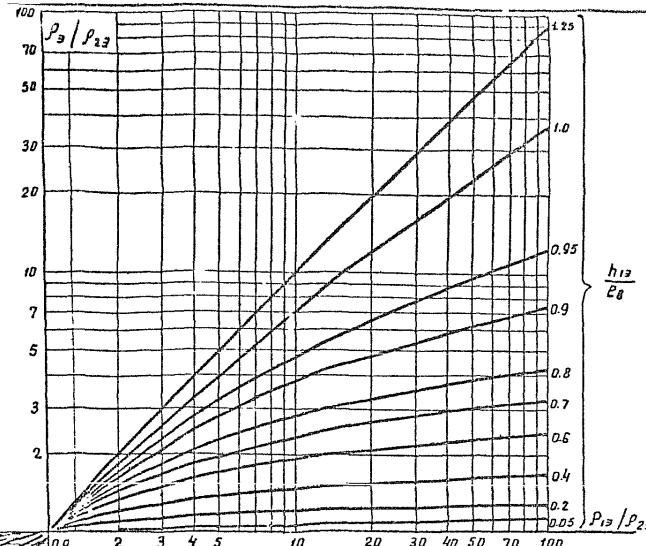
1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Порядок и выбор конструкций заземляющих устройств опор ВЛ.	Типовой проект №3602тм	Альбом II	Лист 6

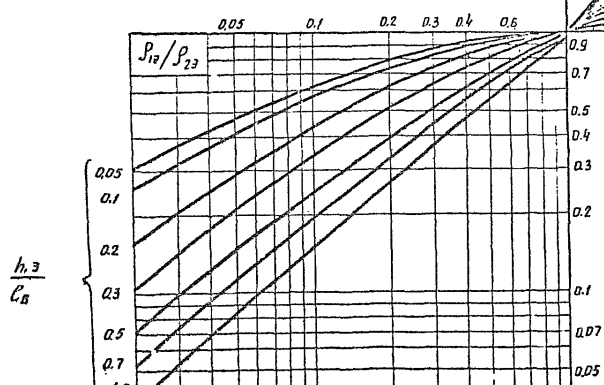
Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкин
Ст. инженер Крюкова
Ст. инженер Комячев

3602тм-П-7







Примечания:

1. Приведенные графики эквивалентирования являются обобщенными для заземляющих устройств из одного, двух, трёх и четырёх вертикальных электродов.
2. Представленные зависимости используются также в случае фундаментных заземлителей.
3. Для реального двухслойного грунта

$h_{1э} = h_1$
$\rho_{1э} = \rho_1$
$\rho_{2э} = \rho_2$

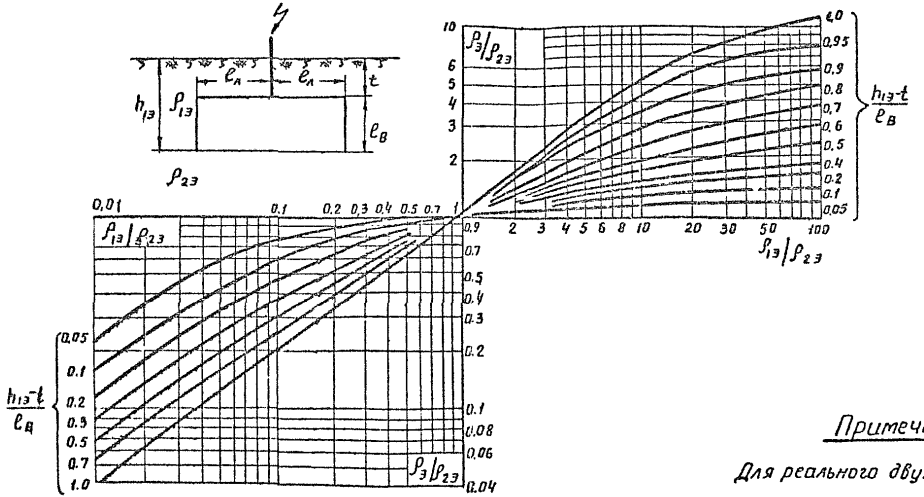
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750кВ.	Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из вертикальных электродов.	Типовой проект N3602тм	Альбом II	ВЛ-II-1

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина

Ст. инженер Крючкова
Ст. инженер Фомичев

3602тм-II-8



Примечание:

Для реального двухслойного грунта:

$h_{1э} = h_1$

$\rho_{1э} = \rho_1$

$\rho_{2э} = \rho_2$

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект N3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-2

Отпечатано Дальних Передач г. Москва

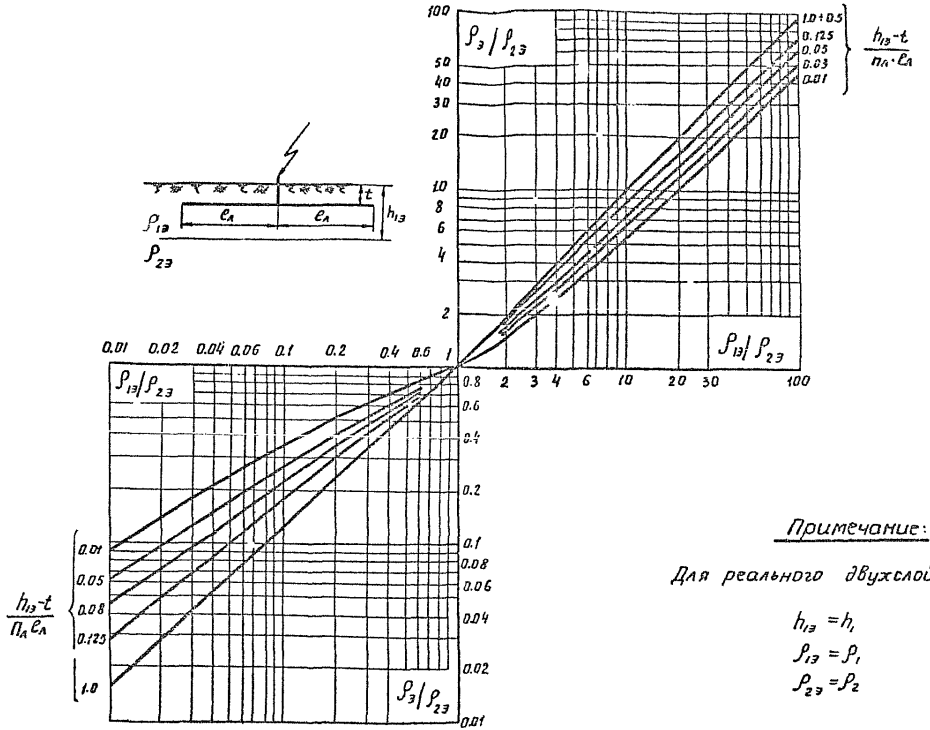
Нач. отдела Смирнов

Гл. инж. пр. Горошкина

Ст. инженер Крючкова

Ст. инженер Фомичев

3602тм-II-9



Примечание:

Для реального двухслойного грунта:

$h_{1э} = h_1$

$\rho_{1э} = \rho_1$

$\rho_{2э} = \rho_2$

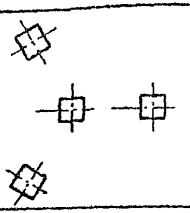
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Эквивалентное удельное сопротивление грунта для заземляющего устройства из протяженных заземлителей.	Типовой проект N3602тм.	Альбом II	ВЛ-II-3

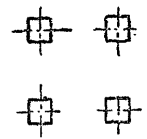
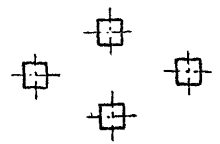
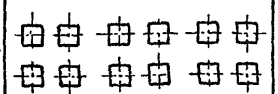
Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач.отдела Гл.инж.пр. Смирнов Гороцкина

Ст.инженер Ст.инженер Крюковой Фомичев

3602тм-II-10

Напряжение ВЛ, кв.	Тип опор	План расположения фундаментов	Нормируемое сопротивление заземления. $R_{норм.}$ [Ом]	Наибольшее значение $\rho_э$, при котором ф-т обеспечивает $R_{норм.}$ [Ом·м]
110-220	Одностоечные опоры на оттяжках металлические и железобетонные		15	180
110-220	Одностоечные железобетонные		10	60
110-330	Портальные железобетонные		15	150

Напряжение ВЛ, кв	Тип опор	План расположения фундаментов	Нормируемое сопротивление заземления $R_{норм.}$ [Ом]	Наибольшее значение $\rho_э$, при котором фундамент обеспечивает $R_{норм.}$ [Ом·м]
110-150	Одностоечные металлические		15	230
220			15	300
330-500			15	350
500-750	Портальные с оттяжками; металлические и железобетонные		15	300
500-750	Анкерно-угловые трехстоечные металлические		15	350

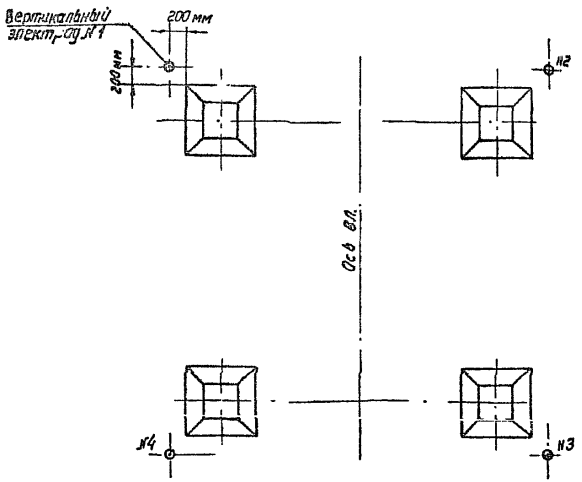
Отделение Дальних Передач. г. Москва

Нач. отдела	Смирнов		Ст. инженер	Крючкова	
Гл. инж. пр.	Горошкина		Ст. инженер	Фомичев	

3602тм-II-1

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750кВ	Фундаменты, используемые в качестве заземлителей.	Типовой проект № 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-4

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов NN	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 50	5	1	1	7	6,3	1	10
2	50-100	5	2	1,3	14	12,6	2	10
3		10	1	1	12	10,8	1	10
4	100-150	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
5		15	1	1	17	15,3	1	15
6	150-200	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
7		10	2	1,3	24	21,6	2	15
8	200-250	10	3	1,2,3	36	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10	250-350	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11		20	2	1,3	44	39,6	2	15
12	350-500	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4	15
13		20	3	1,2,3	66	59,4	3	15
14	500-650	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-45
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

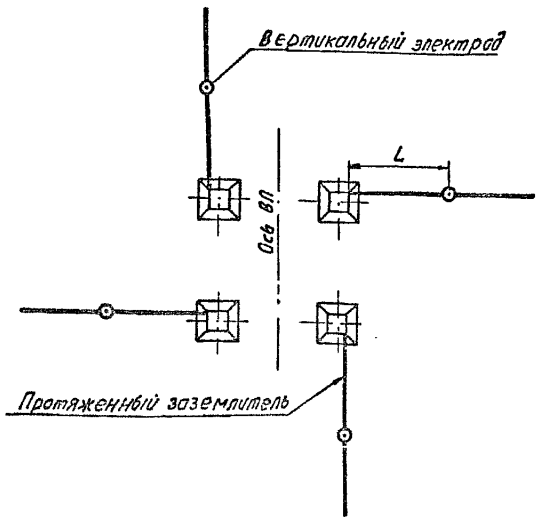
1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одностоечные металлические промежуточные опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	Типовой проект № 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-5

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Смирнов; Гл. инж. пр. Горошкина; Ст. инженер Крючкова; Ст. инженер Фомичев

3602 тм-II-12

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L-расстояние от фундамента до вертикальн. электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
—	≤ 650	Заземляющее устройство выполняется по черт. N 3602 тм-ВЛ-II-5							
1	650-900	5	15	10	88	79.2	60	4	20
2		10	10	10*)	88	79.2	40	4	20
3	900-1000	5	20	10	108	97.2	80	4	20
4		10	15	15*)	108	97.2	60	4	20
5	1000-1400	5	20	10	108	97.2	80	4	30
6		10	15	15*)	108	97.2	60	4	30
7	1400-1600	10	20	10	128	115.2	80	4	30
8		15	15	15*)	128	115.2	60	4	30
9	1600-1900	10	25	15	148	133.2	100	4	30
10		15	20	20*)	148	133.2	80	4	30
11	1900-2100	15	25	15	168	151.2	100	4	30
12		20	20	20*)	168	151.2	80	4	30
13	2100-2400	20	25	25*)	188	169,2	100	4	30
14	2400-2600	20	30	20	208	187.2	120	4	30
15	2600-3000	20	40	20	248	223.2	160	4	30

*) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя

Примечания:

1. Длины вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей -0,5м, а в пахотных землях -1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу N 3602 тм - ВЛ-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602 тм - ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

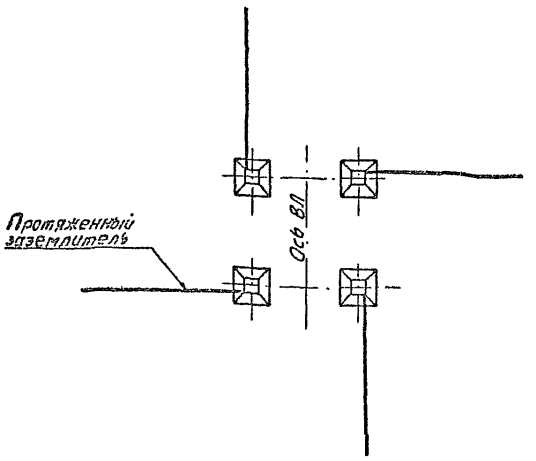
Нач. отдела	Смир. ов		Ст. инженер	Крючкова	
Гл. инж. пр.	Горошкина		Гл. инженер	Фомичев	

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач.
г. Москва.

3602 тм-II-13

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Одностоечные металлические промежуточные опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-6

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	28	25,2	20	10
2	100-250	10	48	43,2	40	15
3	250-350	15	68	61,2	60	15
4	350-450	20	88	79,2	80	15
5	450-500	25	108	97,2	100	15
6	500-700					20
7	700-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	40	168	151,2	160	20
9	1000-1900					30
10	1900-1800	50	208	187,2	200	30
11	1800-2100	60	248	223,2	240	30

Примечания:

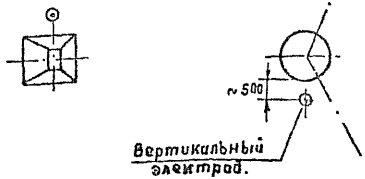
1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях -1,0м, в скальных грунтах - 0,1м, в остальных - 0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВЛ-II-45.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602 тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Нач. отдела	Смирн-в				
Гл. инж. пр.	Голосмина				
Ст. инженер	Канючкова				
Ст. инженер	Фомичев				

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач. г. Москва

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва.
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. инжен. Кричкова
Ст. инжен. Фомичев

План

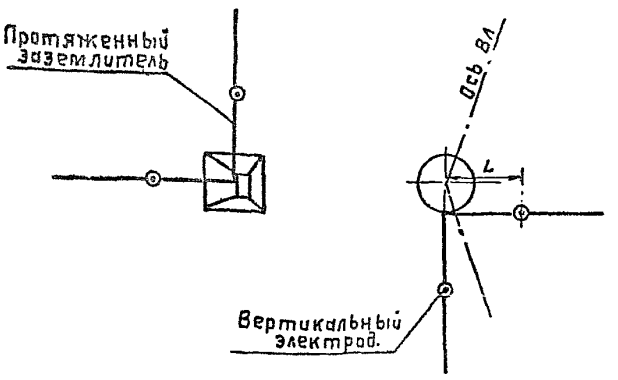


Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая ф12 м	Сталь круглая ф12 кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	2	14	12,6	2	10
2		10	1	12	10,8	1	10
3	100 - 180	15	1	17	15,3	1	15
4	180 - 250	10	2	24	21,6	2	15
5		20	1	22	19,8	1	15
6	250 - 350	15	2	34	30,6	2	15
7	350 - 450	20	2	44	39,6	2	15

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3602тм-вл-II-46.
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

План



Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей 0,5м, а в пахотных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № 3602тм - ВЛ-II-46.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом.м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L-расстояние от фундамента до вертик. электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	≤ 450	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-55.							
1	450-500	5	15	10	88	79,2	60	4	15
2		10	10	10 x)	88	79,2	40	4	15
3	500-700	5	15	10	88	79,2	60	4	20
4		10	10	10 x)	88	79,2	40	4	20
5	700-1000	10	15	15 x)	108	97,2	60	4	20
6	1000-1250	5	20	10	108	97,2	80	4	30
7		10	15	15 x)	108	97,2	60	4	30
8	1250-1500	10	20	10	128	115,2	80	4	30
9		15	15	15 x)	128	115,2	60	4	30
10	1500-1700	10	25	15	148	133,2	100	4	30
11		15	20	20 x)	148	133,2	80	4	30
12	1700-1900	15	25	15	168	151,2	100	4	30
13		20	20	20 x)	168	151,2	80	4	30
14	1900-2250	20	25	25 x)	188	169,2	100	4	30
15	2250-2800	20	40	20	248	223,2	160	4	30

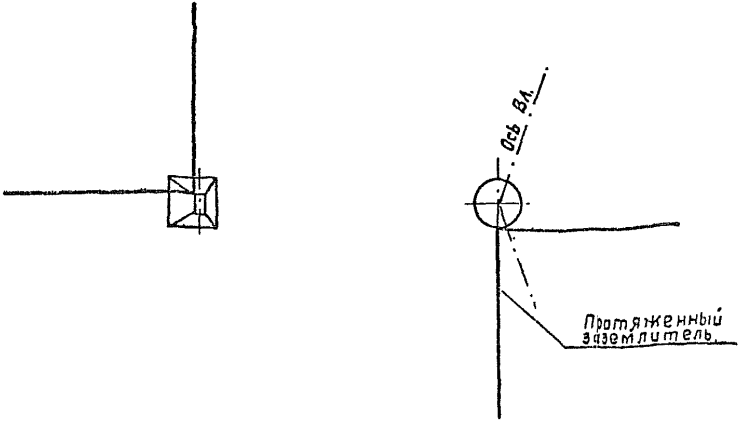
x) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одностоечные железобетонные опоры с оттяжкой ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект N 3602тм.	Альбом II	ВЛ-II-56

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела	Смирнов	Ст. инжен.	Крючкова	3602тм-II-16
Гл. инж. пр.	Горошкина	Ст. инжен.	Фомичев	

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом.м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	28	25,2	20	10
2	100-250	10	48	43,2	40	15
3	250-350	15	68	61,2	60	15
4	350-450	20	88	79,2	80	15
5	450-500	25	108	97,2	100	15
6	500-700					20
7	700-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	40	168	151,2	160	20
9	1000-1400					30
10	1400-1800	50	208	187,2	200	30
11	1800-2100	60	248	223,2	240	30

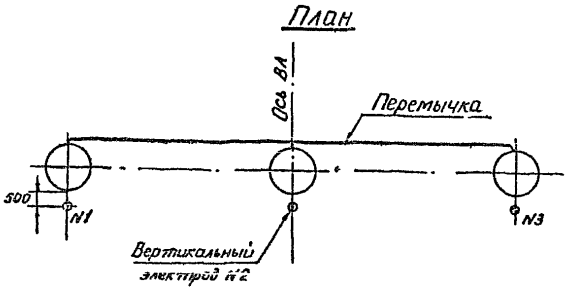
Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0м, в скальных грунтах - 0,1м, в остальных - 0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3602 тм - ВЛ-II-46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602 тм - ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одностоечные железобетонные опоры с оттяжкой ВЛ 35 кВ Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	Типовой проект N 3602-тм	Альбом II	ВЛ-II-57

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела	Смирнов	Ст. инжен.	Крючкова		3602 тм-II-1
Гл. инж. пр.	Ворошкина	Ст. инжен.	Фомичев		



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов №№	Расход металла и объём работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12 мм м	кг	Прокладка перемычек [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	1	2	21	18,9	8	1	10
2	100-180	5	2	1,3	28	25,2	8	2	15
3		10	1	2	26	23,4	8	1	15
4	180-220	15	1	2	31	27,9	8	1	15
5	220-300	10	2	1,3	38	34,2	8	2	15
6		20	1	2	36	32,4	8	1	15
7	300-350	15	2	1,3	48	43,2	8	2	15
8	350-450	20	2	1,3	58	52,2	8	2	15

Примечания.

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Глубина укладки перемычек - 0,5м, а в пахотных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-46.
4. Объём земляных работ по прокладке перемычек определяются по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

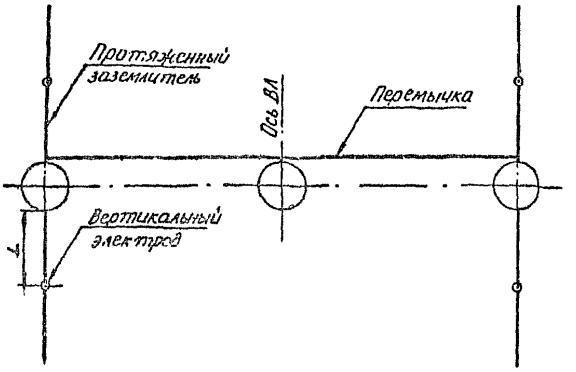
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Трехстоечные железобетонные опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	Типовой проект N3602 тм.	Альбом II	ВЛ-II-58

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Смирнов | Гл. инж. пр. Горошкина | Ст. инж. Крючкова | Ст. инж. Фомичев

3602 тм-II-18

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Длина протяженного заземлителя L [см]	Удаление от фундамента до вертик. электрода [см]	Расход металла и объём работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12 мм м	Сталь круглая ф 12 мм кг	Прокладка протяженных заземлителей [см] **	Забивка вертикальных электродов [шт.]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
—	≤ 450	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N3602-тм-ВЛ-II-58							
1	450-500	5	15	10	102	91,8	68	4	15
2		10	10	10 *)	102	91,8	48	4	15
3	500-700	5	15	10	102	91,8	68	4	20
4		10	10	10 *)	102	91,8	48	4	20
5	700-1000	10	15	15 *)	122	109,8	68	4	20
6	1000-1250	5	20	10	122	109,8	88	4	30
7		10	15	15 *)	122	109,8	68	4	30
8	1250-1500	10	20	10	142	127,8	88	4	30
9		15	15	15 *)	142	127,8	68	4	30
10	1500-1700	10	25	15	162	145,8	108	4	30
11		15	20	20 *)	162	145,8	88	4	30
12	1700-1900	15	25	15	182	163,8	108	4	30
13		20	20	20 *)	182	163,8	88	4	30
14	1900-2250	20	25	25 *)	202	181,8	108	4	30
15	2250-2800	20	40	20	262	235,8	168	4	30

Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей и перемычек 0,5м, а в пахотных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВЛ-II-46.
4. Объёмы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

*) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

**) - в том числе перемычек.

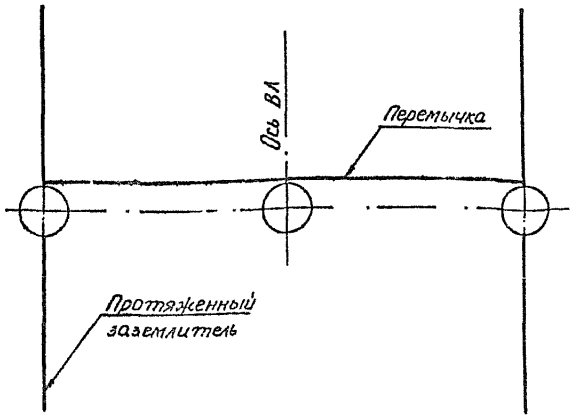
Энергосетьпроект Отделение дальних передач г. Москва

Нач. отдела Смирнов; Гл. инж. гр. Урошкина; Ст. инженер Кручково; Ст. инженер Фомичев; Сапожников

3602 тм-II-4

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Трехстоечные железобетонные опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект N3602 тм.	Альбом II	ВЛ-II-59

План



Тип заземляющего устройства.	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом.м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объём работ на 1 опору: Сталь круглая ф12мм. м	кг	Прокладка протяженных заземлителей*) [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤100	5	42	37.8	28	10
2	100-250	10	62	55.8	48	15
3	250-350	15	82	73.8	68	15
4	350-450	20	102	91.8	88	15
5	450-500	25	122	109.8	108	15
6	500-700					20
7	700-800	30	142	127.8	128	20
8	800-1000	40	182	163.8	168	20
9	1000-1400					30
10	1400-1800	50	222	199.8	208	30
11	1800-2100	60	262	235.8	248	30

*) в том числе перемычек.

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей и перемычек в пахотных землях-1,0м, в скальных грунтах-0,1м, в остальных-0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-46.
4. Объёмы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

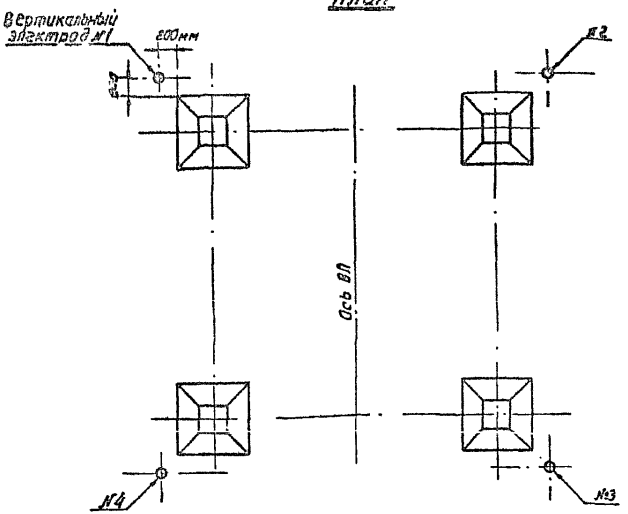
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Трехстоечные железобетонные опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	Типовой проект N3602-тм.	Альбом II	ВЛ-II-60

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач.отдела	Смирн. в		Ст.инженер	Крючкова	
Гл.инж.пр.	Горошкина		Ст.инженер	Фомичев	

3602тм-II-20

План



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602тм-ВЛ-Т-45.
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов на чертеже	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ⌀12мм, м	Сталь круглая ⌀12мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	2	1,3	14	12,6	2	10
2		10	1	1	12	10,8	1	10
3	100-180	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
4		15	1	1	17	15,3	1	15
5	180-250	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
6		10	2	1,3	24	21,6	2	15
7		20	1	1	22	19,8	1	15
8	250-350	10	3	1,2,3	36	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10	350-500	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11		15	3	1,2,3	51	45,9	3	15
12		20	2	1,3	44	39,6	2	15
13	500-850	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4	20
14		20	3	1,2,3	66	59,4	3	20
15	850-1000	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20
16	1000-1200							30

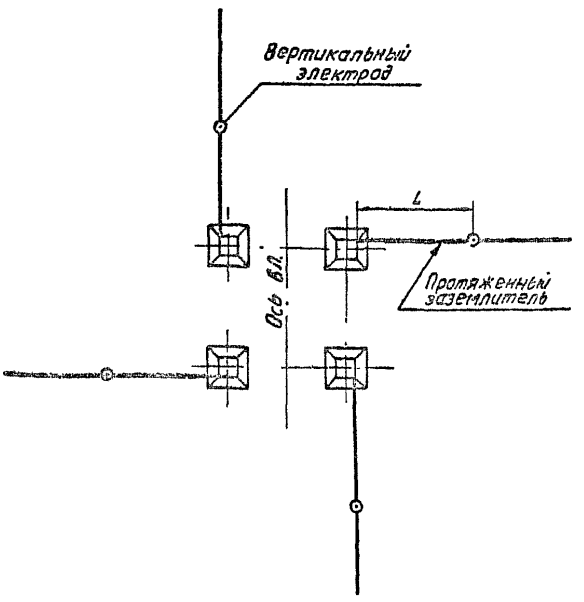
Гип Смирнов
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Прудникова

Ст. инженер Кочкина
Ст. инженер Романчев

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Одностоечные анкерно-угловые металлические опоры ВЛ 35кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов	Типовой проект № 3602 тм	Альбом V	ВЛ-Т-В

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L расстояние от фундамента до вертикального электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12мм м	кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
—	≤ 1200	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-8							
1	1200-1400	5	20	10	108	97.2	80	4	30
2		10	15	15*)	108	97.2	60	4	30
3	1400-1600	10	20	10	128	115.2	80	4	30
4		15	15	15*)	128	115,2	60	4	30
5	1600-1900	10	25	15	148	133.2	100	4	30
6		15	20	20*)	148	133.2	80	4	30
7	1900-2100	15	25	15	168	151,2	100	4	30
8		20	20	20*)	168	151,2	80	4	30
9	2100-2400	20	25	25*)	188	169.2	100	4	30
10	2400-2600	20	30	20	208	187.2	120	4	30
11	2600-3000	20	40	20	248	223,2	160	4	30

*) - Вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

Примечания:

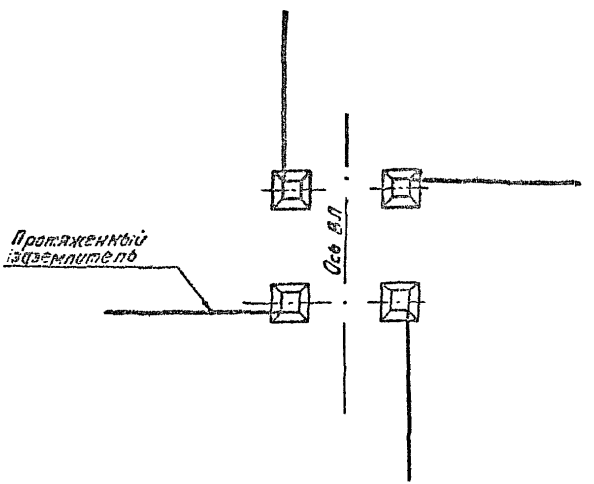
1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0,5 м, а в пахотных землях - 1.0 м.
3. Присоединение заземлений к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Нач. отдела	Смирнов	Ст. инженер	Крючкова		3602тм-II-22
Гл. инж. пр.	Горошкина	Ст. инженер	Фомичев		

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одностоечные анкерно-угловые металлические опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-9

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объём работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	28	25,2	20	10
2	100-300	10	48	43,2	40	15
3	300-400	15	68	61,2	60	15
4	400-500	20	88	79,2	80	15
5	500-600					20
6	600-700	25	108	97,2	100	20
7	700-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	35	148	133,2	140	20
9	1000-1300					30
10	1300-1500	40	168	151,2	160	30
11	1500-1900	50	208	187,2	200	30
12	1900-2200	60	248	223,2	240	30

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях -1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

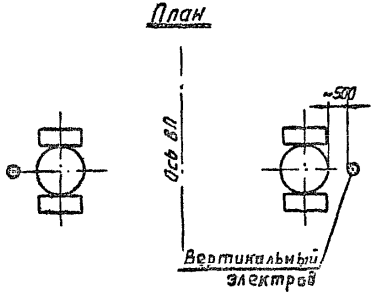
Нач. отдела	Смирнов		Ст. инженер	Крючкова	
Гл. инж. пр.	Горошкина		Ст. инженер	Фомичев	

3602 тм-II-23

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв	Одностоечные анкерно-угловые металлические опоры ВЛ 35 кв. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	Типовой проект № 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-10

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф12 м	Сталь круглая ф12 кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	2	14	12,6	2	10
2		10	1	12	10,8	1	10
3	100-180	15	1	17	15,3	1	15
4	180-250	10	2	24	21,6	2	15
5		20	1	22	19,8	1	15
6	250-350	15	2	34	30,6	2	15
7	350-450	20	2	44	39,6	2	15



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВЛ-II-47
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

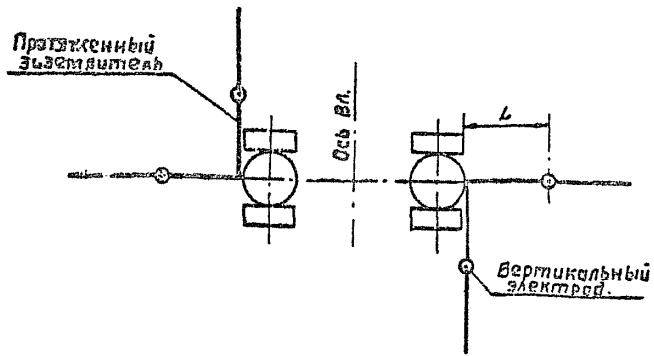
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Деревянные портальные опоры ВЛ 35-220 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	Типовой проект №3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-11

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Смирнов; Гл. инж. пр. Горошкина; Ст. инженер Крючкова; Ст. инженер Фомичев

3602 тм-II-24

План



Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей 0,5м, а в пахотных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-47.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом.м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L-расстояние от фундамента до вертик. электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая, ф 12 мм, м	кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
–	≤ 450	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-11.							
1	450-500	5	15	10	88	79,2	60	4	15
2		10	10	10 x)	88	79,2	40	4	15
3	500-700	5	15	10	88	79,2	60	4	20
4		10	10	10 x)	88	79,2	40	4	20
5	700-1000	10	15	15 x)	108	97,2	60	4	20
6	1000-1250	5	20	10	108	97,2	80	4	30
7		10	15	15 x)	108	97,2	60	4	30
8	1250-1500	10	20	10	128	115,2	80	4	30
9		15	15	15 x)	128	115,2	60	4	30
10	1500-1700	10	25	15	148	133,2	100	4	30
11		15	20	20 x)	148	133,2	80	4	30
12	1700-1900	15	25	15	168	151,2	100	4	30
13		20	20	20 x)	168	151,2	80	4	30
14	1900-2250	20	25	25 x)	188	169,2	100	4	30
15	2250-2800	20	40	20	248	223,2	160	4	30

x) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

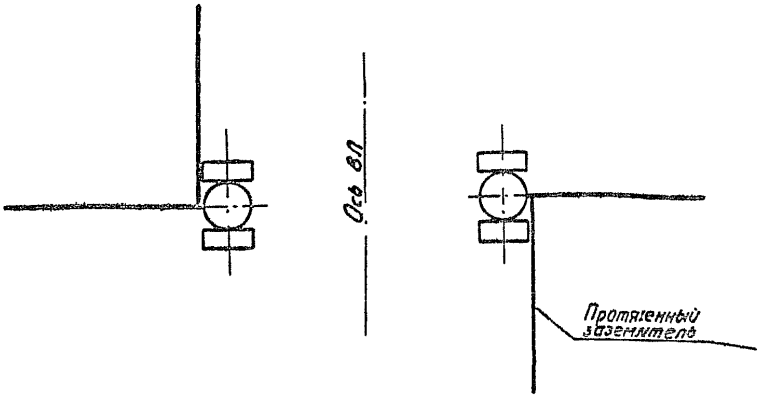
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Деревянные портальные опоры ВЛ 35-220 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-12

Гл. инж. пр. Горошкина | Нач. отдела Смирнов | Ст. инжен. Крючкова | Ст. инжен. Фомичев

Оперсоветпроект. Отделение Дальних Передач г. Москва

3602тм-II-2

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Чоркируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	28	25,2	20	10
2	100-250	10	48	43,2	40	15
3	250-350	15	68	61,2	60	15
4	350-450	20	88	79,2	80	15
5	450-500	25	108	97,2	100	15
6	500-700					20
7	700-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	40	168	151,2	160	20
9	1000-1400					30
10	1400-1800	50	208	187,2	200	30
11	1800-2100	60	248	223,2	240	30

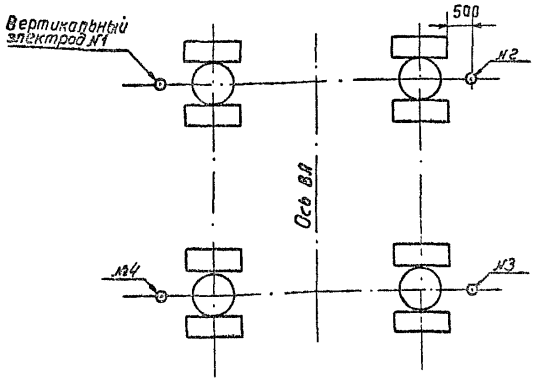
Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-47.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-43.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Гип. отд. Сычев; Гл. инж. пр. Горшкина; Ст. инженер Кравчов; Ст. инженер Сычев; Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Деревянные портальные опоры ВЛ 35-220 кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	Типовой проект № 3602-тм	Альбом II	ВЛ-II-13

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта, $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов NN	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	2	1,3	14	12,6	2	10
2		10	1	1	12	10,8	1	10
3	100-180	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
4		15	1	1	17	15,3	1	15
5	180-250	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
6		10	2	1,3	24	21,6	2	15
7		20	1	1	22	19,8	1	15
8	250-350	10	3	1,2,3	36	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10	350-500	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11		15	3	1,2,3	51	45,9	3	15
12		20	2	1,3	44	39,6	2	15
13	500-850	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4	20
14		20	3	1,2,3	66	59,4	3	20
15	850-1000	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20
16	1000-1200							30

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602 тм-ВЛ-II-47.
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

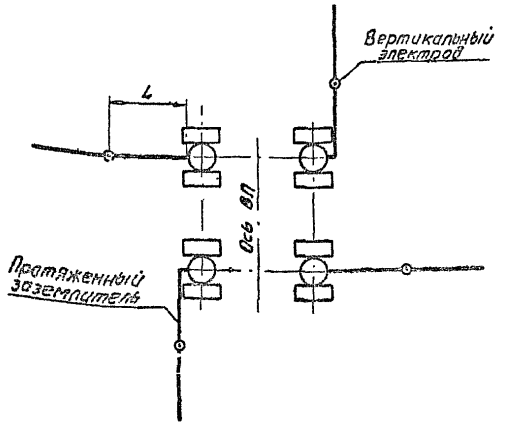
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Деревянные анкерно-угловые опоры ВЛ 35-220 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов	Типовой проект № 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-14

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Смирнов; Гл. инж. пр. Горошкина; Ст. инженер Крюкова; Ст. инженер Фомичев

3602 тм-II-27

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L-расстояние от фундамента до вертикального электрода [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
—	≤ 1200	Заземляющее устройство выполняется по чертежу № 3602тм-ВЛ-II-14							
1	1200-1400	5	20	10	108	97.2	80	4	30
2		10	15	15*)	108	97.2	60	4	30
3	1400-1600	10	20	10	128	115.2	80	4	30
4		15	15	15*)	128	115.2	60	4	30
5	1600-1900	10	25	15	148	133.2	100	4	30
6		15	20	20*)	148	133.2	80	4	30
7	1900-2100	15	25	15	168	151.2	100	4	30
8		20	20	20*)	168	151.2	80	4	30
9	2100-2400	20	25	25*)	188	169.2	100	4	30
10	2400-2600	20	30	20	208	187.2	120	4	30
11	2600-3000	20	40	20	248	223.2	160	4	30

*) - Вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

Примечания:

1. Длина вертикальных, протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0.5 м, а в пахотных землях - 1.0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № 3602тм-ВЛ-II-47
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

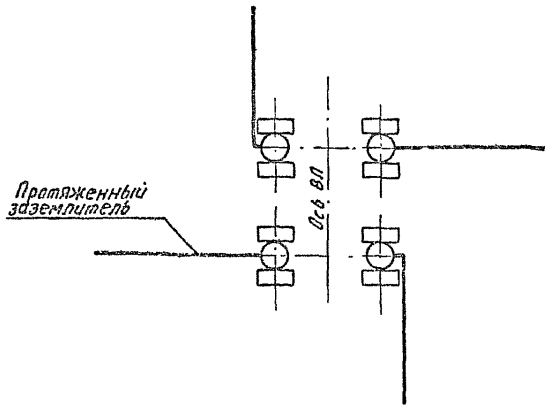
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Деревянные анкерно-угловые опоры ВЛ 35-220 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	Типовой проект № 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-15

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач. г. Москва

Нач. отдела Смирнов; Гл. инж. пр. Горошкина; Ст. инженер Крючкова; Ст. инженер Фомичев

3602тм-II-28

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф12 мм. м	Сталь круглая ф12 мм. кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	28	25,2	20	10
2	100-300	10	48	43,2	40	15
3	300-400	15	68	61,2	60	15
4	400-500	20	88	79,2	80	15
5	500-600					20
6	600-700	25	108	97,2	100	20
7	700-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	35	148	133,2	140	20
9	1000-1300					30
10	1300-1500	40	168	151,2	160	30
11	1500-1800	50	208	187,2	200	30
12	1800-2200	60	248	223,2	240	30

Примечания:

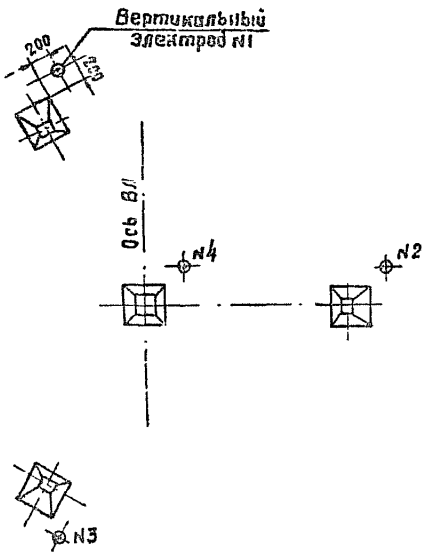
1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0м, в скальных грунтах - 0,1м, в остальных - 0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу № 3602тм-ВЛ-II-47
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергосетьпроект
Отделение Ленских Передач
г. Москва

Нач. отдела Смирн-в
Гл. инж. пр. Горбунцино

Ст. инженер Крючкова
Гл. инженер Фомичев

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов N:N	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	≤180	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей						
1	180 - 300	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
2	300 - 400	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
3		10	2	1,3	24	21,6	2	15
4	400 - 500	8	4	1,2,3,4	40	36,0	4	15
5		15	2	1,3	34	30,6	2	15

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.

2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам N3602тм-ВЛ-II-45,46

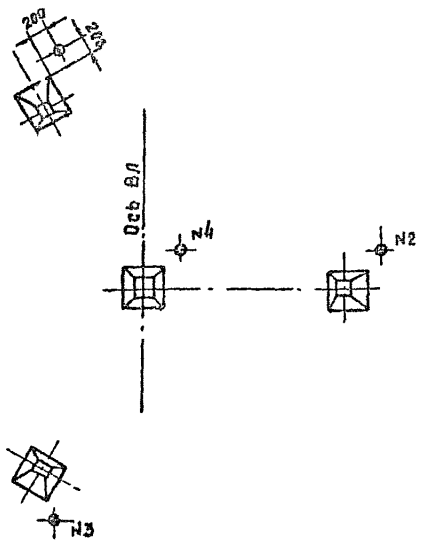
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Одностоечные опоры на оттяжках ВЛ 110 - 220 кВ Заземляющее устройство: фундамент- вертикальные электроды.	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-17

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва.

Нач. отдела	Смирнов	Ст. инжен.	Крючкова		3602тм-II-30
Гл. инж. пр.	Горошкина	Ст. инжен.	Фомичев		

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов NN	Расход металла и объем работ на опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	2	1.3	14	12.6	2	10
2		10	1	1	12	10.8	1	10
3	100 - 180	5	3	1.2.3	21	18.9	3	15
4		15	1	1	17	15.3	1	15
5	180 - 250	5	4	1.2.3.4	28	25.2	4	15
6		10	2	1.3	24	21.6	2	15
7		20	1	1	22	19.8	1	15
8	250 - 350	10	3	1.2.3	36	32.4	3	15
9		15	2	1.3	34	30.6	2	15
10	350 - 500	10	4	1.2.3.4	48	43.2	4	15
11		15	3	1.2.3	51	45.9	3	15
12		20	2	1.3	44	39.6	2	15
13	500 - 850	15	4	1.2.3.4	68	61.2	4	20
14		20	3	1.2.3	66	59.4	3	20
15	850 - 1000	20	4	1.2.3.4	88	79.2	4	20
16	1000 - 1200							30

Примечания:

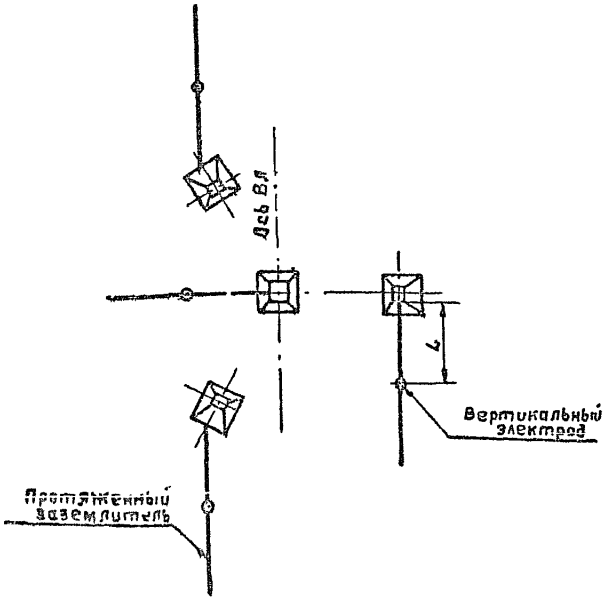
1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам №3502тм-ВЛ-II-45,46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Грошкина
Ст. инжен. Кочкина
Ст. инжен. Фомичев

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одностоечные опоры на оттяжках ВЛ 35-220 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	Типовой проект №3502тм	Альбом II	ВЛ-II-18

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L - расстояние от фундамента до верхних электр. [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12 мм, м	кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
–	≤ 1200	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-18							
1	1200-1400	5	20	10	108	97.2	80	4	30
2		10	15	15 x)	108	97.2	60	4	30
3	1400-1600	10	20	10	128	115.2	80	4	30
4		15	15	15 x)	128	115.2	60	4	30
5	1600-1900	10	25	15	148	133.2	100	4	30
6		15	20	20 x)	148	133.2	80	4	30
7	1900-2100	15	25	15	168	151.2	100	4	30
8		20	20	20 x)	168	151.2	80	4	30
9	2100-2400	20	25	25 x)	188	169.2	100	4	30
10	2400-2600	20	30	20	208	187.2	120	4	30
11	2600-3000	20	40	20	248	223.2	160	4	30

x) – вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежам N 3602 тм-ВЛ-II-45,46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

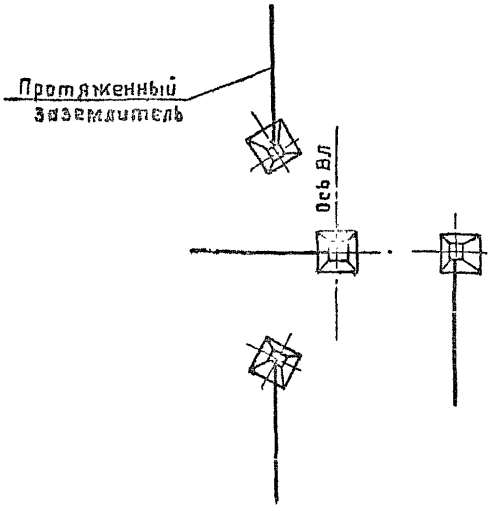
1974 г.	Заземляющие устройства опор Вл 35 - 750 кВ.	Одностоечные опоры на оттяжках ВЛ 35 - 220 кВ Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	Вл-II-19

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отд.	Смирнов		Ст. инжен.	Крючкова	
Гл. инж. пр.	Грошкина		Ст. инжен.	Фомичев	

3602тм-II-32

План



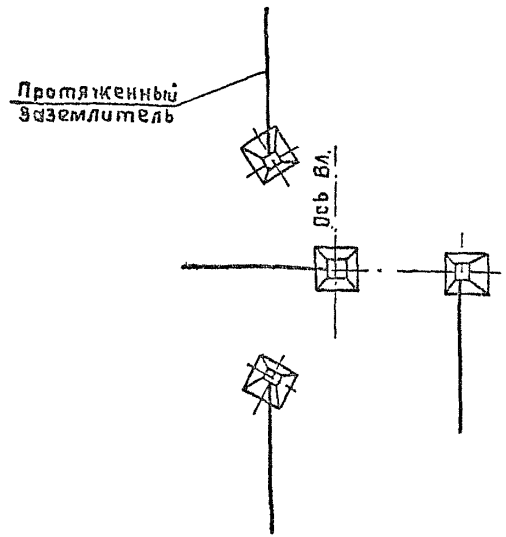
Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12мм, м	Сталь круглая ф 12мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	28	25,2	20	10
2	100-300	10	48	43,2	40	15
3	300-400	15	68	61,2	60	15
4	400-500	20	88	79,2	80	15
5	500-600					20
6	600-700	25	108	97,2	100	20
7	700-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	35	148	133,2	140	20
9	1000-1300					30
10	1300-1500	40	168	151,2	160	30
11	1500-1900	50	208	187,2	200	30
12	1900-2200	60	248	223,2	240	30

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0м, в скальных грунтах - 0,1м, в остальных - 0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам N3602тм-ВЛ-II-45, 46
4. Объемы земляных работ по укладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергосетьпроект. Отделение Дальних Передач г. Москва.
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. инжен. Крючкова
Ст. инжен. Фомичев

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
–	≤ 180	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.				
1	180-400	5	28	25.2	20	15
2	400-500	10	48	43.2	40	15
3	500-600	20	88	79.2	80	20
4	600-700	25	108	97.2	100	20
5	700-800	30	128	115.2	120	20
6	800-1000	35	148	133.2	140	20
7	1000-1300					30
8	1300-1500	40	168	151.2	160	30
9	1500-1900	50	208	187.2	200	30
10	1900-2200	60	248	223.2	240	30

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам N 3602тм-ВЛ-II-45, 46
4. Объемы земляных работ по укладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602 тм - ВЛ - II - 48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с $\rho_э$ < 500 Ом·м учтена естественная проводимость фундаментов.

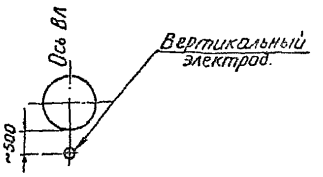
Энергосетьпроект. Отделение Дальних Передач г. Москва.

Гл. инж. пр.	Горшкина	
Нач. отдела	Смирнов	
Ст. инжен.	Фомичев	
Ст. инжен.	Корчкова	

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одностоечные опоры на оттяжках ВЛ 110-220 кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-2

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Расход металла и объём работ на 1 опору: Сталь круглая ⌀ 12 мм, м	Сталь круглая ⌀ 12 мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	≤ 60	Нормируемое сопротивление обеспечивается подземной частью стойки без устройства заземлителей.				
1	60-100	5	7	6,3	1	10
2	100-140					15
3	140-200	10	12	10,8	1	15
4	200-250	15	17	15,3	1	15
5	250-320	20	22	19,8	1	15

План



Примечания:

1. Длина вертикального электрода в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Присоединение заземлителя к опоре и соединение его частей между собой выполняется по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-46
3. Фундамент на чертеже показан условно.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв	Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 110-220 кв. Заземляющее устройство: подземная часть стойки - вертикальный электрод.	Типовой проект N3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-22

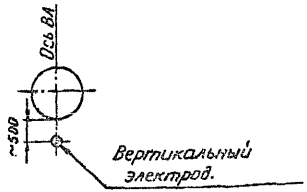
Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела	Смирнов		Ст. инженер	Крючкова	
Гл. инж. пр.	Горошкина		Ст. инженер	Фомичев	

3602 тм-II-35

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Расход металла и объём работ на 1 опору. Сталь круглая Ø12 мм		Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
			м	кг		
1	≤ 50	5	7	6,3	1	10
2	50-100	10	12	10,8	1	10
3	100-180	15	17	15,3	1	15
4	180-250	20	22	19,8	1	15

План



Примечания:

1. Длина вертикального электрода в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Присоединение заземлителя к опоре и соединение его частей между собой выполняется по чертежу N3602тм-ВЛ-II-46
3. Фундамент на чертеже показан условно.

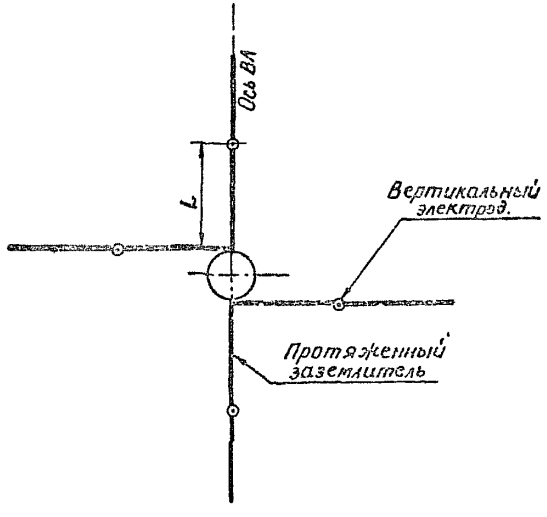
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 35-220 кВ. Заземляющее устройство из вертикального электрода.	Типовой проект N3602тм	Альбом II	ВЛ-II-23

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

Нач. отдела	Смирнов		Ст. инженер	Крючков	
Гл. инж. пр.	Горошкина		Ст. инженер	Фрагичев	

3602тм-II-36

План.



Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей - 0,5м, а в пахотных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу N3602тм-ВЛ-II-46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундамент на чертеже показан условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Длина протяженного заземлителя [см]	Расстояние от фундамента до вертикального электрода [см]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая Ø12мм м	Сталь круглая Ø12мм кг	Прокладка протяженных заземлителей [см]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
—	≤ 250	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N3602тм-ВЛ-II-23							
1	250-300	5	5	5 *)	48	43.2	20	4	15
2	300-500	5	10	10 *)	68	61.2	40	4	15
3	500-600	5	10	10 *)	68	61.2	40	4	20
4	600-750	5	15	10	88	79.2	60	4	20
5		10	10	10 x)	88	79.2	40	4	20
6	750-1000	5	20	10	108	97.2	80	4	20
7		10	15	15 *)	108	97.2	60	4	20
8	1000-1300	5	20	10	108	97.2	80	4	30
9		10	15	15 *)	108	97.2	60	4	30
10	1300-1600	10	20	10	128	115.2	80	4	30
11		15	15	15 *)	128	115.2	60	4	30
12	1600-1900	10	25	15	148	133.2	100	4	30
13		15	20	20 *)	148	133.2	80	4	30
14	1900-2100	15	25	15	168	151.2	100	4	30
15		20	20	20 *)	168	151.2	80	4	30
16	2100-2400	20	25	25 *)	188	169.2	100	4	30
17	2400-2600	20	30	20	208	187.2	120	4	30
18	2600-3000	20	40	20	248	223.2	160	4	30

*) Вертикальный электрод забивается с конца протяженного заземлителя.

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Стадный; Гл. инж. пр. Бродникина; Ст. инженер Ковчкова, Ст. инженер Ерошичев; Инж. Зотов

3602тм-II-37

1974г.

Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв.

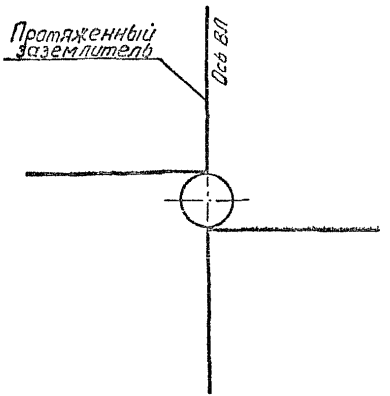
Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 35-220 кв. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.

Типовой проект N3602тм

Альбом II

ВЛ-II-24

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства $R_з$ [Ом]
1 *)	≤ 50	5	14	12,6	10	10
2	50-100	5	28	25,2	20	10
3	100-200	10	48	43,2	40	15
4	200-300	15	68	61,2	60	15
5	300-400	20	88	79,2	80	15
6	400-500	25	108	97,2	100	15
7	500-650					20
8	650-800	30	128	115,2	120	20
9	800-1000	40	168	151,2	160	20
10	1000-1400					30
11	1400-1800	50	208	187,2	200	30
12	1800-2100	60	248	223,2	240	30

*) Заземляющее устройство типа 1 выполняется из двух протяженных заземлителей, направленных вдоль оси ВЛ.

Примечания:

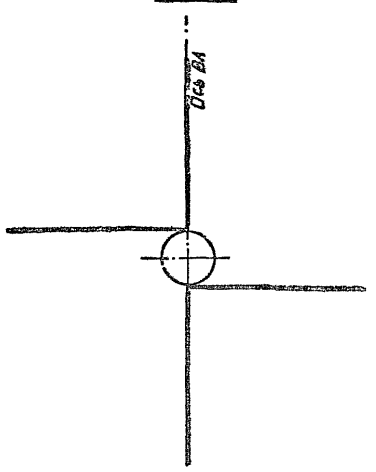
1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахатных землях - 1,0м, в скальных грунтах - 0,1м, в остальных - 0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу № 3602тм-ВЛ-II-46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показан условно.

Гл. инж. проекта Н.Н. Антонов
Гл. инж. пр. Г.А. Засыпкина
Ст. инженер Г.Ф. Чобанов
Ст. инженер Н.Н. Крючкова
Ст. инженер Ф.М. Фомичев

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 35 кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	Типовой проект № 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-25

План.



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ (Ом·м)	Длина протяженного заземлителя см	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая Ø 12 мм. м	кг.	Прокладка протяженных заземлителей.	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства (Ом)
	≤ 60	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.				
1 *)	60-100	5	14	12,6	10	10
2	100-200	5	28	25,2	20	15
3	200-300	10	48	43,2	40	15
4	300-400	15	68	61,2	60	15
5	400-500	20	88	79,2	80	15
6	500-650	25	108	97,2	100	20
7	650-800	30	128	115,2	120	20
8	800-1000	40	168	151,2	160	20
9	1000-1400					30
10	1400-1800	50	208	187,2	200	30
11	1800-2100	60	248	223,2	240	30

*) заземляющее устройство типа 1 выполняется из двух протяженных заземлителей, направленных вдоль оси ВЛ.

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1 м, в остальных - 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу №3602тм-ВЛ-II-46
4. Объёмы земляных работ по прикладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундамент на чертеже показан условно.
6. В грунтах с $\rho_э$ ≤ 500 Ом·м учтена естественная проводимость подземной части стойки.

Отделение дальних Передач г. Москва

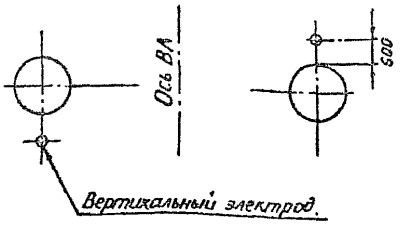
Гл. инж. пр. Удрис Чина | Рук. группы Смирнов | Ст. инженер Стипселева | Кончукова | Фрунчев

3602 тм-II

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв.	Одностоечные железобетонные опоры ВЛ 110-220 кв. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	Типовой проект №3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-26

Тип заземляющего устройства.	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объём работ на 1 опору. Сталь круглая Ø 12 мм		Забивка вертикальных электродов [шт.]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
				м	кг		
	≤ 150	Нормируемое сопротивление обеспечивается подземной частью стойки без устройства заземлителей.					
1	150-350	10	2	24	21,6	2	15
2		15	1	17	15,3	1	15
3	350-600	20	2	44	39,6	2	15

План.



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ.35-750 кВ.	Портальные железобетонные опоры ВЛ 110-330 кВ. Заземляющее устройство: подземная часть стоек-вертикальные электроды.	Типовой проект N3602 тм.	Альбом II	ВЛ-II-27

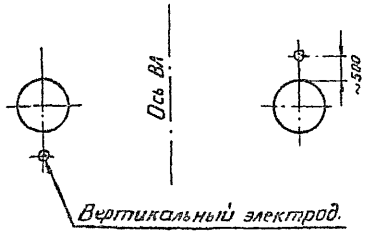
Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела	Смирнов		Ст. инженер	Коючкова	
Гл. инж. пр.	Горошкина		Ст. инженер	Фомичев	

3602 тм-II-40

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая Ø 12 мм. м	кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	2	14	12,6	2	10
2		10	1	12	10,8	1	10
3	100-180	15	1	17	15,3	1	15
4	180-250	10	2	24	21,6	2	15
5		20	1	22	19,8	1	15
6	250-350	15	2	34	30,6	2	15
7	350-450	20	2	44	39,6	2	15

План



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N3602тм-ВЛ-II-46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

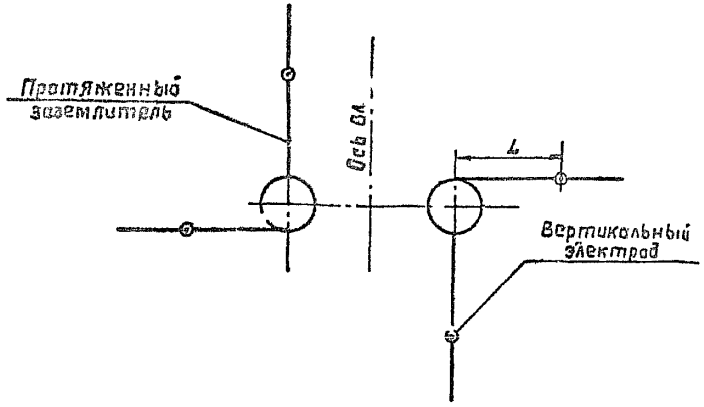
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Портальные железобетонные опоры ВЛ 110-330 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	Типовой проект N3602 тм.	Альбом II	ВЛ-II-28

Энергосетьпроект. Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела	Смирнов		Ст. инженер	Коночкова	
Гл. инж. пр.	Горошкина		Ст. инженер	Фомичев	

3602 тм-II-41

План



Примечания

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей 0,5м, а в пахотных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-Й-46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-Й-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

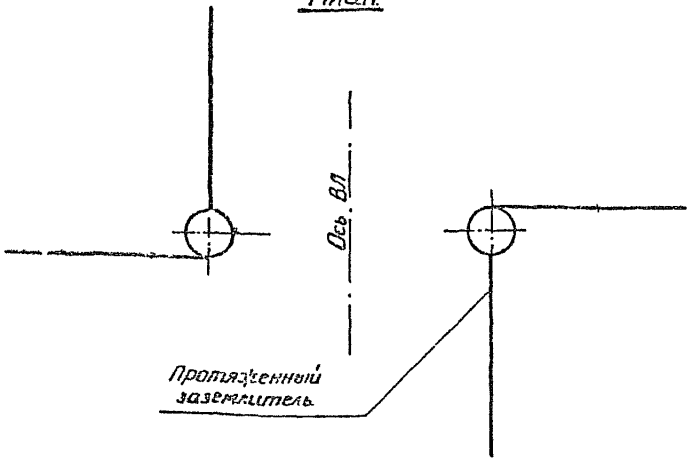
Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Длина протяженного заземлителя [см]	L - расстояние от фундамента до вертикального электрода [см]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
-	≤ 450	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-Й-28							
1	450-500	5	15	10	88	79,2	60	4	15
2		10	10	10 x)	88	79,2	40	4	15
3	500-700	5	15	10	88	79,2	60	4	20
4		10	10	10 x)	88	79,2	40	4	20
5	700-1000	10	15	15 x)	108	97,2	60	4	20
6	1000-1250	5	20	10	108	97,2	80	4	30
7		10	15	15 x)	108	97,2	60	4	30
8	1250-1500	10	20	10	128	115,2	80	4	30
9		15	15	15 x)	128	115,2	60	4	30
10	1500-1700	10	25	15	148	133,2	100	4	30
11		15	20	20 x)	148	133,2	80	4	30
12	1700-1900	15	25	15	168	151,2	100	4	30
13		20	20	20 x)	168	151,2	80	4	30
14	1900-2250	20	25	25 x)	188	169,2	100	4	30
15	2250-2800	20	40	20	248	223,2	160	4	30

x) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Ворошкина
Ст. инженер Крючкова
Ст. инженер Фомичев

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

План

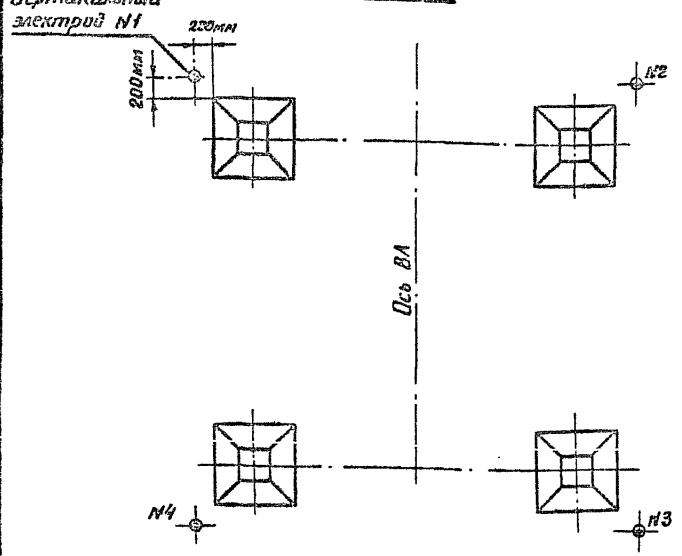


Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объём работ на опору: Сталь круглая Ø 12 мм. М	Сталь круглая Ø 12 мм. КВ	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
–	≤ 150	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей				
1	150-300	5	28	25,2	20	15
2	300-400	10	48	43,2	40	15
3	400-500	15	68	61,2	60	15
4	500-700	25	108	97,2	100	20
5	700-800	30	128	115,2	120	20
6	800-1000	40	168	151,2	160	20
7	1000-1400					30
8	1400-1800	50	208	187,2	200	30
9	1800-2100	60	248	223,2	240	30

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладка протяженных заземлителей в пахотных землях-1,0м, в скальных грунтах-0,1м, в остальных-0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3602 тм-ВЛ-II-46
4. Объёмы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3502 тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с $\rho_э$ < 500 ом·м учтена естественная проводимость подземной части стоек.

Энергосетьпроект Северное Дальних Передач г. Москва
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горшкина
Гл. инженер Синицина
Отд. инженер Хрячкова
ГИП Давидович



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт.]	Номера вертикальных электродов NN	Расход металла и объём работ на 1 опору. Сталь круглая ⌀ 1 мм: м	кг	Забивка вертикальных электродов [шт.]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	< 230/300 *)	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.						
1	230/300-400	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
2		10	2	1,3	24	21,6	2	15
3	400-500	8	4	1,2,3,4	40	36,0	4	15
4		15	2	1,3	34	30.6	2	15

*) 230 – для опор 110 кв.
300 – для опор 220 кв.

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-45
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

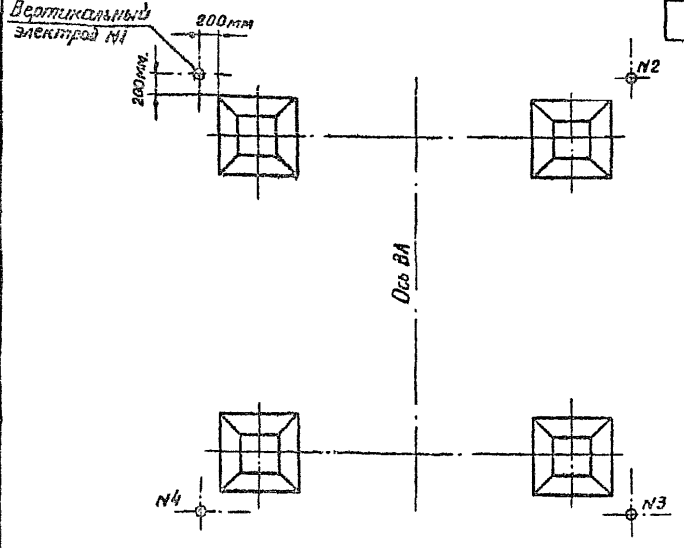
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ35-750 кв.	Одностоечные металлические опоры ВЛ 110-220 кв. Заземляющее устройство: фундамент – вертикальные электроды.	Типовой проект N3602 тм.	Альбом II	ВЛ-II-31

Отделение дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Гл. инж. пр. | Смирнов Горошкина | Ст. инженер Ст. инженер | Крючкова Фомичев | 3602 тм-II-44

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов NN	Расход металла и объём работ на 1 опору. Сталь круглая ф12 мм м	кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	≤ 350	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.						
1	350-500	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
2		10	2	1,3	24	21,6	2	15

План



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина, в зависимости от $\rho_э$, приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N3602тм-ВЛ-II-45
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

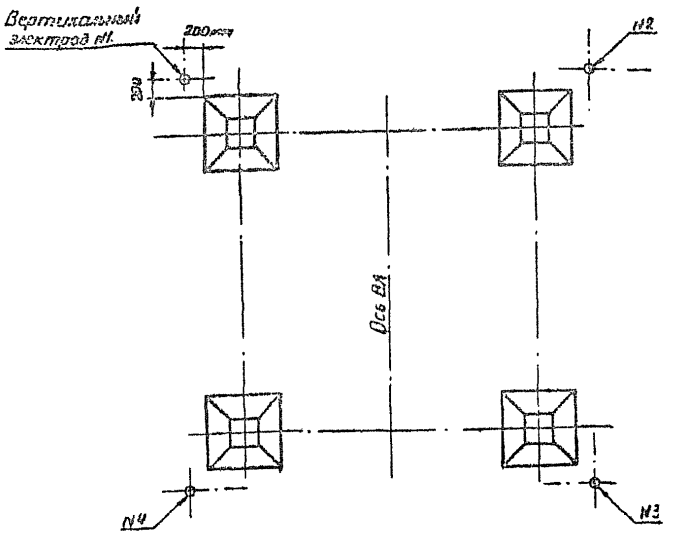
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв	Одностоечные металлические опоры ВЛ 330-500 кв. Заземляющее устройство: фундамент-вертикальные электроды.	Типовой проект N3802 тм.	Альбом II	ВЛ-II-32

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

Нач. отдела	Смирнов		Ст. инженер	Крючкова	
Гл. инж. пр.	Горошина		Ст. инженер	Фомичев	

3602 тм-II-45

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта, $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Количество вертикальных электродов [шт.]	Номера вертикальных электродов на	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12мм. м	кг	Забивка вертикальных электродов см	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	2	1,3	14	12.6	2	10
2		10	1	1	12	10.8	1	10
3	100-180	5	3	1,2,3	21	18.9	3	15
4		15	1	1	17	15.3	1	15
5	180-250	5	4	1,2,3,4	28	25.2	4	15
6		10	2	1,3	24	21.5	2	15
7		20	1	1	22	19.8	1	15
8	250-350	10	3	1,2,3	35	32.4	3	15
9		15	2	1,3	34	30.6	2	15
10	350-500	10	4	1,2,3,4	48	43.2	4	15
11		15	3	1,2,3	51	45.9	3	15
12		20	2	1,3	44	39.6	2	15
13	500-850	15	4	1,2,3,4	68	61.2	4	20
14		20	3	1,2,3	66	59.4	3	20
15	850-1000	20	4	1,2,3,4	88	79.2	4	20
16	1000-1200							30

Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу №3502тм-ВЛ-II-6.
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергосетьпроект Отдаленное Дальних Передач г. Москва

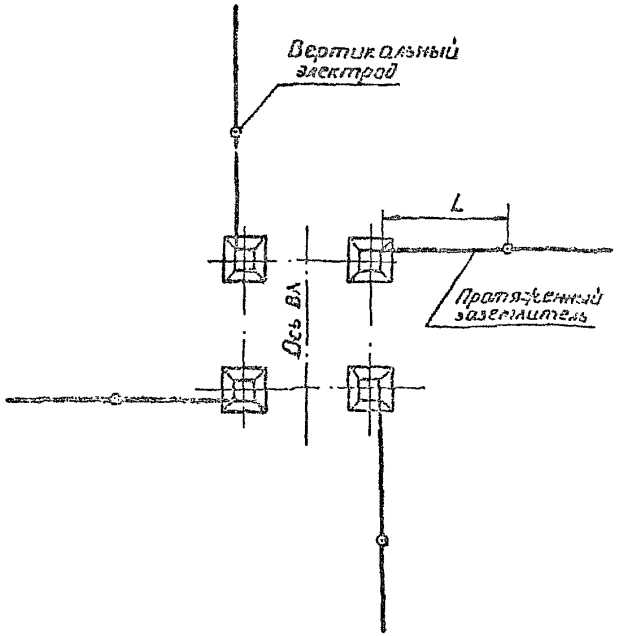
Нач. отдела Сапунов
Гл. инж. пр. Горшкина

Ст. инженер Сафонов
Ст. инженер Фролычев

3502 тм-II-46

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ-35-750 кВ.	Одностоечные металлические опоры ВЛ 110-500 кВ. Заземляющее устройство вертикальных электродов.	Типовой проект №3502тм	Альбом III	ВЛ-II-33

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта ρэ (Ом·м)	Длина вертикального электрода (м)	Длина протяженного заземлителя (м)	L-расстояние от фундамента до вертикального электрода (м)	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм — м	Сталь круглая ф 12 мм — кг	Прокладка протяженных заземлителей (м)	Забивка вертикальных электродов (шт)	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства (Ом)
–	≤ 1200	Заземляющее устройство выполняется по черт. №3602тм-ВЛ-II-33							
1	1200-1400	5	20	10	108	97,2	80	4	30
2		10	15	15 ×)	108	97,2	60	4	30
3	1400-1600	10	20	10	128	115,2	80	4	30
4		15	15	15 ×)	128	115,2	60	4	30
5	1600-1900	10	25	15	148	133,2	100	4	30
6		15	20	20 ×)	148	133,2	80	4	30
7	1900-2100	15	25	15	168	151,2	100	4	30
8		20	20	20 ×)	168	151,2	80	4	30
9	2100-2400	20	25	25 ×)	188	169,2	100	4	30
10	2400-2600	20	30	20	208	187,2	120	4	30
11	2600-3000	20	40	20	248	223,2	160	4	30

×) – Вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

Примечания:

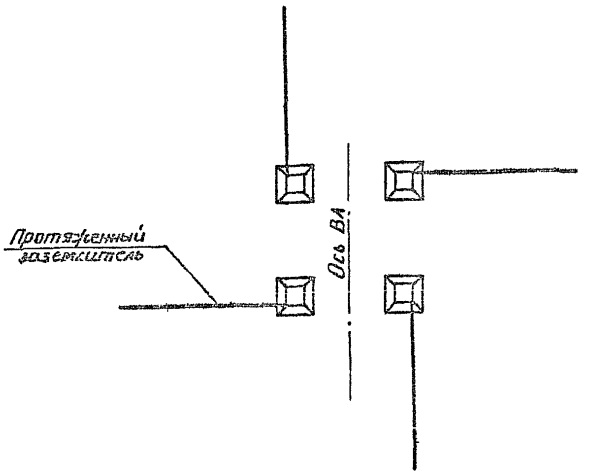
1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей – 0,5 м, а в пахотных землях – 1,0 м.
3. Присоединение заземлений к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу №3602тм-ВЛ-II-45
4. Объёмы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602тм ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергосельпроект Отделение Дальних Переездч г. Москва

Начальник Смирнов
Гл. инж. пр. Чернышева
Гл. инженер Ладыгин
Гл. конструктор Колачкова
Инженер Фомичев
Инженер

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одностоечные металлические опоры ВЛ 110-500 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект №3602тм	Альбом II	ВЛ-II-34

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объёмы работ на 1 опору. Сталь круглая ⌀ 12 мм. м	кг	Проклинка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	$\leq 230/300$ x)	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.				
1	230/300-400	5	28	25,2	20	15
2	400-500	10	48	43,2	40	15
3	500-600	20	88	79,2	80	20
4	600-700	25	108	97,2	100	20
5	700-800	30	128	115,2	120	20
6	800-1000	35	148	133,2	140	20
7	1000-1300					30
8	1300-1500	40	168	151,2	160	30
9	1500-1900	50	208	187,2	200	30
10	1900-2200	60	248	223,2	240	30

x) в числителе – для опор 110 кв.
в знаменателе – для опор 220 кв.

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях – 1,0 м, в скальных грунтах – 0,1 м, в остальных – 0,5 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-45
4. Объёмы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N3602 тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с $\rho_э < 500$ Ом·м учтена естественная проводимость фундаментов.

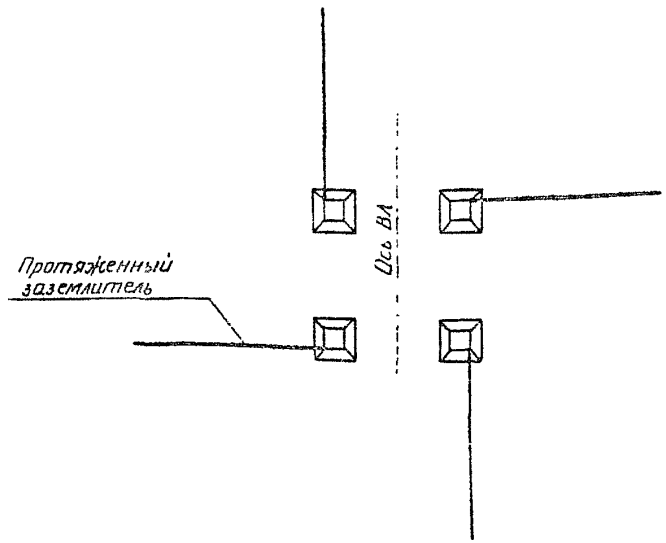
Нач. отдела	Смирнов		Ст. инженер	Крючкова	
Гл. инж. пр.	Горошкина		Ст. инженер	Фомичев	

3602 тм-II-48

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Одностоечные металлические опоры ВЛ 110-220 кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	Типовой проект N3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-35

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объём работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	≤ 350	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей				
1	350-500	5	28	25.2	20	15
2	500-600	20	88	79.2	80	20
3	600-700	25	108	97.2	100	20
4	700-800	30	128	115.2	120	20
5	800-1000	35	148	133.2	140	20
6	1000-1300					30
7	1300-1500	40	168	151.2	160	30
8	1500-1900	50	208	187.2	200	30
9	1900-2250	60	248	223.2	240	30

Примечания:

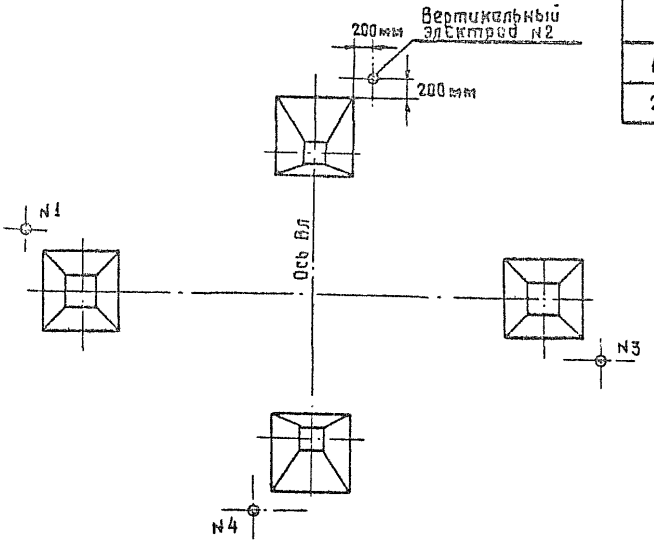
1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях -1,0м, в скальных грунтах-0,1м, в остальных-0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N3602тм-ВЛ-II-45
4. Объёмы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N3602тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с $\rho_э$ < 500 Ом·м учтена естественная проводимость фундаментов.

Нерэлектропроект Поволжье Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Ситцевый; Гл. инж. пр. Урочкина; Гл. спец. Дубов; Гл. инженер проекта Ананьева; Гл. конструктор Фомина; 3602-1тм II-49

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [см]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов N N	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12 мм: м	кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	≤ 300	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментам без устройства заземлителей.						
1	300 - 500	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
2		10	2	1,3	24	21,6	2	15

План



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количества и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.

2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам №№ 3602 тм - ВЛ-II-45,46

3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

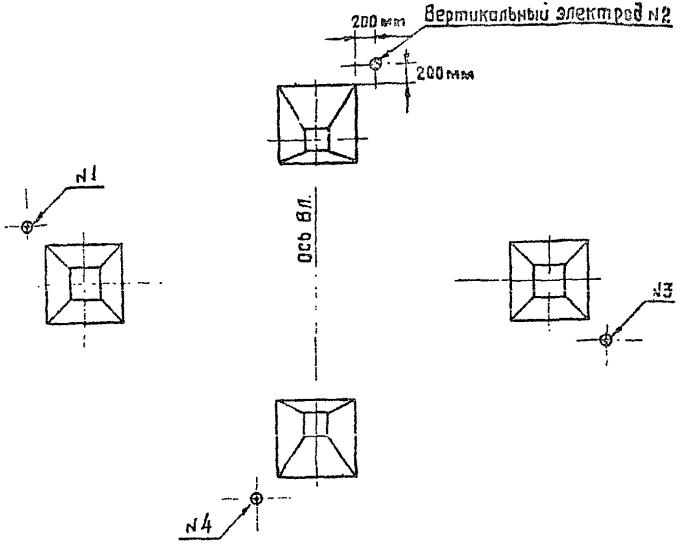
Энергосетьпроект. Отделение Дальних Передач г. Москва.

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. инжен. Крючкова
Ст. инжен. Фомичев

3602 тм-II-50

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Портальные опоры с оттяжками ВЛ 500 - 750 кВ. Заземляющее устройство: фундамент - вертикальные электроды.	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-39

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Кол-во вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов NN	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф12 мм, м	Сталь круглая ф12 мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 100	5	2	1,3	14	12,6	2	10
2		10	1	1	12	10,8	1	10
3	100-180	5	3	1,2,3	21	18,9	3	15
4		15	1	1	17	15,3	1	15
5	180-250	5	4	1,2,3,4	28	25,2	4	15
6		10	2	1,3	24	21,6	2	15
7		20	1	1	22	19,8	1	15
8	250-350	10	3	1,2,3	36	32,4	3	15
9		15	2	1,3	34	30,6	2	15
10	350-500	10	4	1,2,3,4	48	43,2	4	15
11		15	3	1,2,3	51	45,9	3	15
12		20	2	1,3	44	39,6	2	15
13	500-850	15	4	1,2,3,4	68	61,2	4	20
14		20	3	1,2,3	66	59,4	3	20
15	850-1000	20	4	1,2,3,4	88	79,2	4	20
16	1000-1200							30

Примечания:

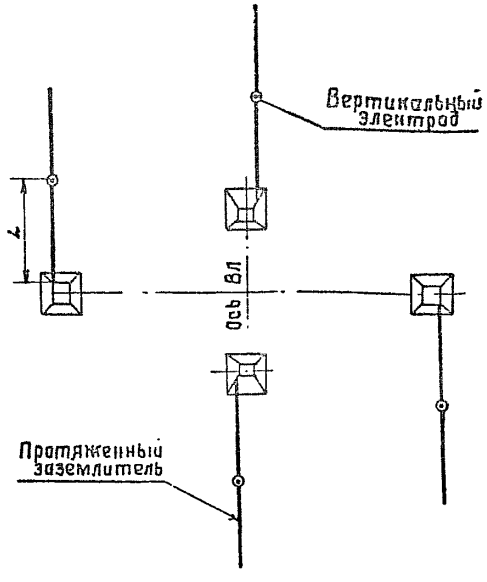
1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам N3602тм-ВЛ-II-46,46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

1974 г	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Портальные опоры с оттяжками ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-38

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отдела Гл. инж. пр. | Смирнов Горошкина | Ст. инжен. Ст. инжен. | Сидорова Фомичев | 3602 тм-у

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L-расстояние от фундамента до вертик. электр. [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая Ф 12 мм м	Сталь круглая Ф 12 мм кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
–	≤ 1200	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N 3602 тм-Вл-II-38							
1	1200-1400	5	20	10	108	97.2	80	4	30
2		10	15	15 x)	108	97.2	60	4	30
3	1400-1600	10	20	10	128	115.2	80	4	30
4		15	15	15 x)	128	115.2	60	4	30
5	1600-1900	10	25	15	148	133.2	100	4	30
6		15	20	20 x)	148	133.2	80	4	30
7	1900-2100	15	25	15	168	151.2	100	4	30
8		20	20	20 x)	168	151.2	80	4	30
9	2100-2400	20	25	25 x)	188	169.2	100	4	30
10	2400-2600	20	30	20	208	187.2	120	4	30
11	2600-3000	20	40	20	248	223.2	160	4	30

x) – Вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

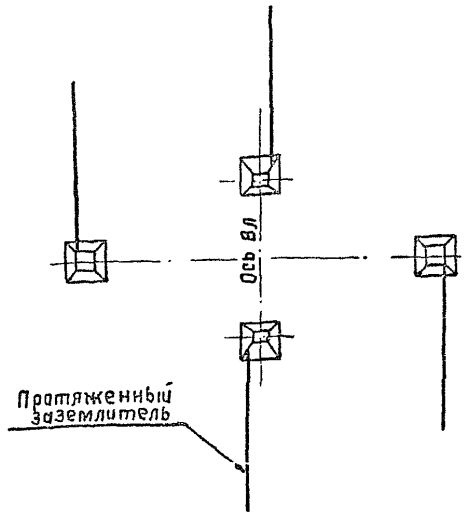
Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей – 0,5м, а в пахатных землях – 1,0 м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежам N 3602 тм – Вл-II-45, 46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602тм-Вл-II-41
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва	1974г.	Заземляющие устройства опор Вл 35-750 кВ	Портальные опоры с оттяжками Вл 500-750 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	Вл-II-39

Гл. инж. пр. Горошкина; Нач. отд. Смирнов; Ст. инженер Фомичев; Ст. инженер Крючкова

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору. Сталь круглая ф 12 мм		Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
			м	кг		
	≤ 300	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.				
1	300-500	5	28*	25,2	20	15
2	500-700	20	88	79,2	80	20
3	700-800	25	108	97,2	100	20
4	800-1000	30	128	115,2	120	20
5	1000-1300					30
6	1300-1500	40	168	151,2	160	30
7	1500-1900	50	208	187,2	200	30
8	1900-2200	60	248	223,2	240	30

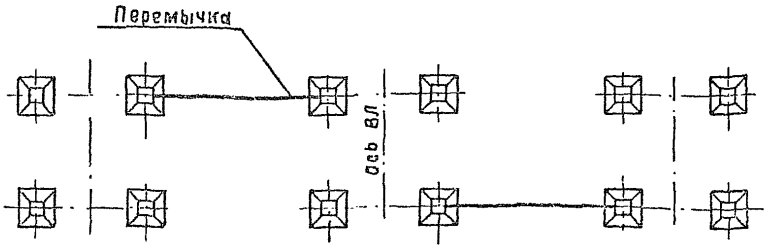
Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях - 1,0 м, в скальных грунтах - 0,1м, в остальных - 0,5м.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежам №3602 тм - ВЛ-II-45,46
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу № 3602 тм - ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах с $\rho_э$ < 500 ом·м учтена естественная проводимость фундаментов.

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва.	1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Портальные опоры с оттяжками ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	Типовой проект № 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-40

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. инжен. Крачкова
Ст. инжен. Фомичев

План



Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ (Ом·м)	Расход металла и объем работ на 1 опору *)			Нормируемое сопротивление заземляющего устройства (Ом)
	Сталь круглая ф 12 мм		Прокладка перемычек	
	м	кг	м	
≤ 350	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей.			
350 - 500	28 / 61	25.2 / 54.9	18 / 46	15

*) в числителе - для опор 500 кВ
в знаменателе - для опор 750 кВ.

Примечания:

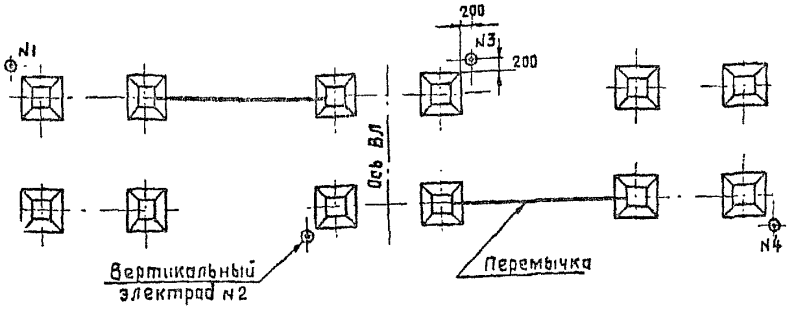
1. Глубина укладки перемычек -0,5м, а в пахотных землях - 1,0 м.
2. Заземление дополнительной стойки для обводки шлейфа на опорах 750 кВ должно выполняться путем прокладки перемычки между основной и дополнительной стойками.
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-45
4. Объемы земляных работ по прокладке перемычек определяются по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва.

Нач. отдела Спирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. инжен. Фомичев
Ст. инжен. Круглова

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Анкерно-угловые металлические трехстоечные опоры ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройства: фундаменты, объединенные перемычками.	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-41.

План



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Глубина укладки перемычек - 0.5м. а в пахотных землях - 1.0м.
3. Заземление дополнительной стойки для обводки шлейфа на опорах 750 кВ должно выполняться путем прокладки перемычки между основной и дополнительной стойками.
4. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-45
5. Объемы земляных работ по прокладке перемычек определяются по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-48
6. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Номера вертикальных электродов NN	Расход металла и объем работ на опору *) Сталь круглая ф 12 мм: м	Сталь круглая ф 12 мм: кг	Прокладка перемычек [м]	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤100	5	3	1,2,4	49 / 82	44.1 / 73.8	18 / 46	3	15
2		15	1	2	45 / 78	40.5 / 70.2	18 / 46	1	15
3	180-250	5	4	1,2,3,4	[illegible]	50.4 / 80.1	18 / 46	4	15
4		10	2	1,4	52 / 85	46.8 / 76.5	18 / 46	2	15
5		20	1	2	50 / 83	45 / 74.7	18 / 46	1	15
6	250-350	10	3	1,2,4	64 / 97	57.6 / 87.3	18 / 46	3	15
7		15	2	1,4	62 / 95	55.8 / 85.5	18 / 46	2	15
8	350-500	10	4	1,2,3,4	76 / 109	68.4 / 98.1	18 / 46	4	15
9		15	3	1,2,4	79 / 112	71.1 / 100.8	18 / 46	3	15
10		20	2	1,4	73 / 105	64.8 / 94.5	18 / 46	2	15
11	500-850	15	4	1,2,3,4	96 / 129	86.4 / 116.1	18 / 46	4	20
12		20	3	1,2,4	94 / 127	84.6 / 114.3	18 / 46	3	20
13	850-1000	20	4	1,2,3,4	116 / 149	104.4 / 134.1	18 / 46	4	20
14	1000-1200								30

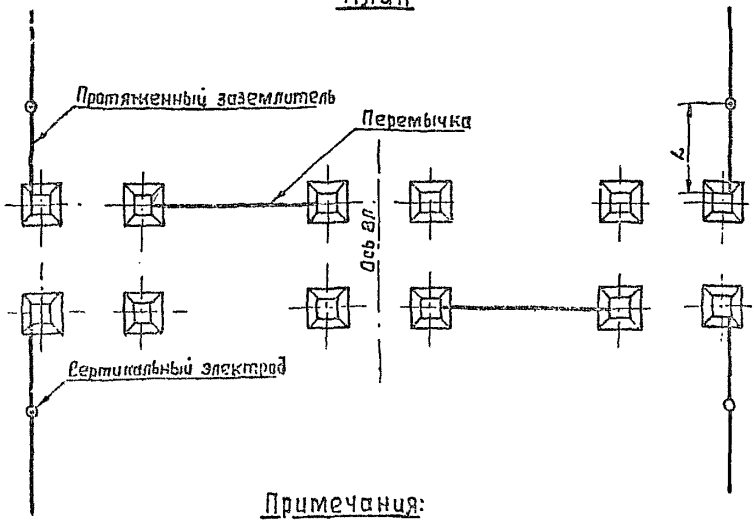
*) в числителе - для опор 500 кВ
в знаменателе - для опор 750 кВ.

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Гарашкина
Ст. инжен. Крючкова
Ст. инжен. Фомичев

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва.

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Анкерно-угловые металлические трехстоечные опоры ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов.	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-42

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина вертикального электрода [м]	Длина протяженного заземлителя [м]	L-расстояние от фундамента до вертикальн. электр. [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору xx): Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м] xxx)	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
–	≤1200	Заземляющее устройство выполняется по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-42							
1	1200-1400	5	15	10	116/149	104,4/134,1	78/106	4	30
2		10	10	10 x)			58/86	4	30
3	1400-1600	10	15	15 x)	136/169	122,4/152,1	78/106	4	30
4		15	10	10 x)			58/86	4	30
5	1600-1900	10	20	10	155/189	140,4/170,1	98/126	4	30
6		15	15	15 x)			78/106	4	30
7	1900-2100	15	20	20 x)	176/209	158,4/188,1	98/126	4	30
8		20	15	15 x)			78/106	4	30
9	2100-2400	20	20	20 x)	196/229	176,4/206,1	98/126	4	30
10	2400-2600	20	25	25 x)	216/249	194,4/224,1	118/146	4	30
11	2600-3000	20	35	20	256/289	230,4/260,1	158/186	4	30

x) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя.

xx) - в числителе - для опор 500 кВ.
в знаменателе - для опор 750 кВ.

xxx) - в том числе перемычек.

Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.

2. Глубина укладки протяженных заземлителей и перемычек - 0,5 м, а в пахотных землях - 1,0 м.

3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-45

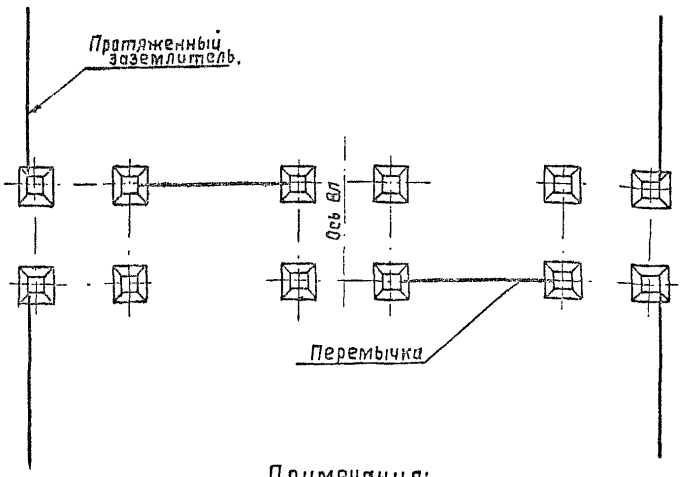
4. Заземление дополнительной стойки для обводки шлейфа на опорах 750 кВ должно выполняться путем прокладки перемычки между основной и дополнительной стойками.

5. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-48

6. Фундаменты на чертеже показаны условно.

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва	Нач. отдела Смирнов; Гл. инж. пр. Горошкина	Ст. инженер Крючкова; Ст. инженер Фомичев	3602 тм-II-56		
1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Анкерно-угловые металлические трехстоечные опоры ВЛ 500-750 кВ Заземляющее устройство из вертикальных и протяженных заземлителей.	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-43

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая Ф12 мм, м	Сталь круглая Ф12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [см] xx)	Нормируемое сопротивление заземления на устройство [Ом]
	≤ 350	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментам без устройства заземлителей.				
1	350-500	— x)	28 / 61	25.2 / 54.9	18 x) / 46	15
2	500-650	15	96 / 129	86.4 / 116.1	78 / 106	20
3	650-800	20	115 / 145	104.4 / 134.1	98 / 126	20
4	800-1000	25	136 / 169	122.4 / 152.1	118 / 146	20
5	1000-1500					30
6	1500-1700	30	156 / 189	140.4 / 176.1	138 / 166	30
7	1700-2100	40	196 / 229	176.4 / 206.1	178 / 206	30
8	2100-2300	50	236 / 269	212.4 / 242.1	218 / 246	30
9	2300-2700	60	276 / 309	248.4 / 278.1	258 / 286	30

x) прокладываются только перемычки между стойками.

xx) В числителе - для опор 500 кВ
В знаменателе - для опор 750 кВ

xxx) В том числе перемычек.

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.

2. Глубина укладки протяженных заземлителей и перемычек в пахотных землях - 1,0м, в скальных грунтах - 0,1м, в остальных - 0,5м.

3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3602 тм-ВЛ-II-45

4. Заземление дополнительной стойки для обводки шлейфа на опорах 750 кВ должно выполняться путем прокладки перемычки между основной и дополнительной стойками.

5. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей и перемычек определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-48

6. Фундаменты на чертеже показаны условно.

7. В грунтах с $\rho_э$ < 500 Ом·м учтена естественная проводимость фундаментов.

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Анкерно-угловые металлические трехстоечные опоры ВЛ 500-750 кВ. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей.	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-44

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

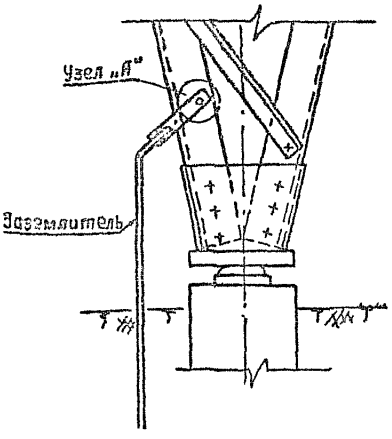
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горшигина
Ст. инженер Кочкова
Ст. инженер Фомичев

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горшкина
Ст. инжен. Крючкова
Ст. инжен. Фомичев
3602тм-II-58

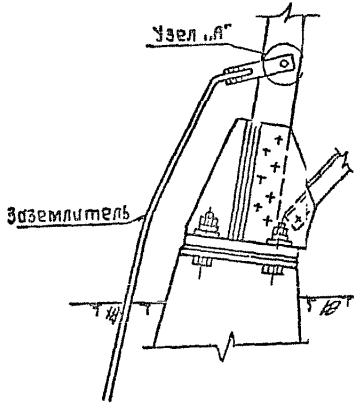
Фигура 1

Присоединение к стойкам опор на оттяжках.



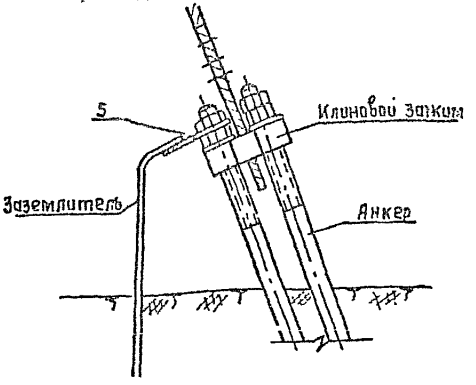
Фигура 2

Присоединение к стойкам свободностоящих опор.



Фигура 3

Присоединение к оттяжкам опор.

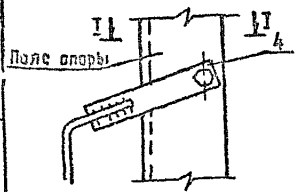


Спецификация стали на 1 присоединение заземлителей к стойкам и оттяжкам.

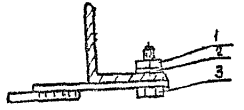
Детали для присоединения заземлителей		NN п/п	Наименование	Марка	Длина [мм]	Кол-во [шт]	Вес [кг]	ГОСТ
к стойке		1	Гайка	М-16	-	1	0,03	5915-70
		2	Пружинная шайба	Ф17	-	1	0,01	6402-70
		3	Болт	М-16	60	1	0,13	7798-70
		4	Планка	Сталь полосовая 40×6	160	1	0,3	103-57*
к оттяжке		5	Планка	Сталь полосовая 70×6	195	1	0,65	103-57*

По фиг. 1,2

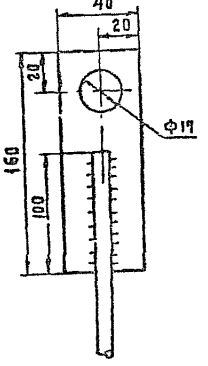
Узел „А"



По I-I

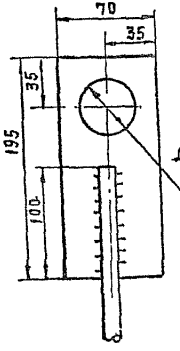


Планка (поз.4).



По фиг.3

Планка (поз. 5)



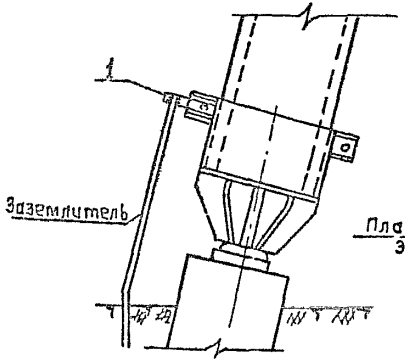
Диаметр отверстия на 2мм больше диаметра стержня болта.

Примечания:

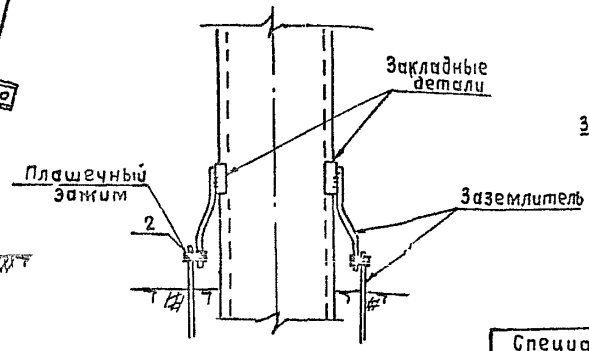
1. При использовании оцинкованных опор все детали для присоединения заземлителей должны быть оцинкованы.
2. При соединении заземлителей из круглой стали длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров.

3602тм-II-59
Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горшкина
Ст. инженер Крючкова
Ст. инженер Фомичев

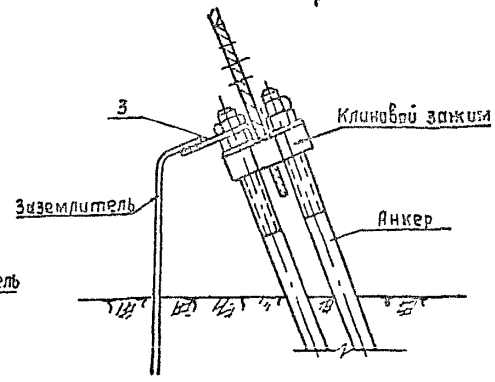
Фигура 1
Присоединение к башмаку (ниж. звена) опоры.



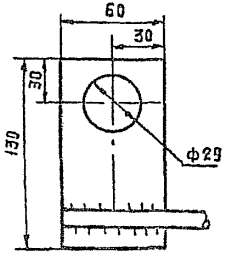
Фигура 2
Присоединение к закладным деталям стойки (см. прим. 2)



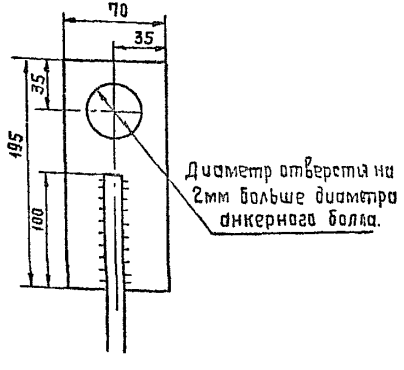
Фигура 3
Присоединение к оттяжкам опор



По фиг. 1
Планка (поз. 1).



По фиг. 3
Планка (поз. 3)



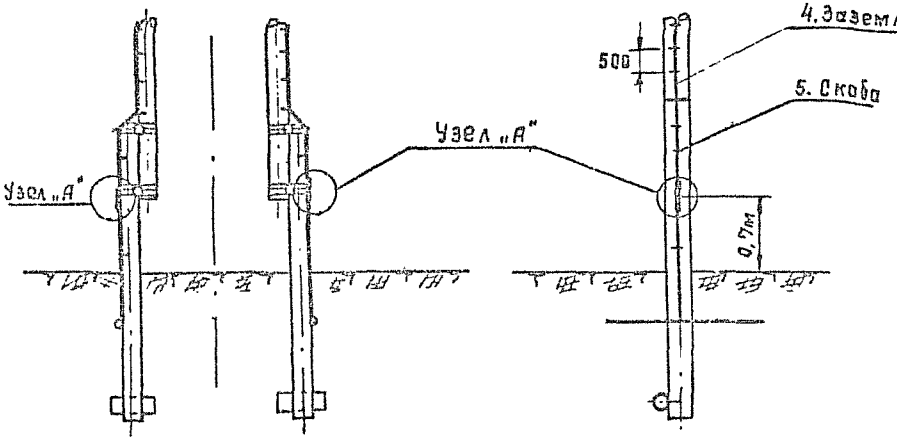
Спецификация стали на 1 присоединение заземлителей к стойкам и оттяжкам.

Детали для присоединения заземлителей	NN п/п	Наименование	Марка	Длина [мм]	Кол-во [шт]	Вес [кг]	ГОСТ
к стойке	1	Планка	Сталь полосовая 60×6	130	1	0,45	103-57*
к стойке	2	Плашечный зажим	ПС-3-1А	110	1	1,0	—
к оттяжке	3	Планка	Сталь полосовая 70×6	195	1	0,65	103-57*

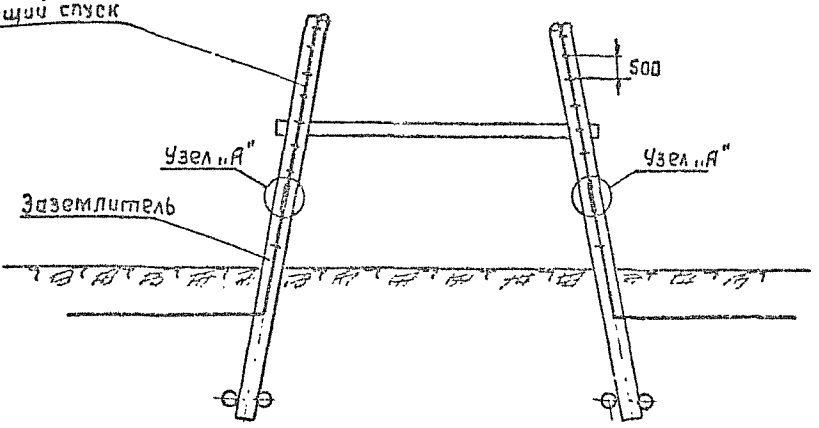
Примечания:

1. При соединении заземлителей из круглой стали длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров.
2. При отсутствии необходимости в разъемном присоединении, заземлитель приваривается непосредственно к закладным деталям стойки (фиг. 2)
3. При использовании на опорах оцинкованных элементов все детали присоединения заземлителей должны быть оцинкованы.

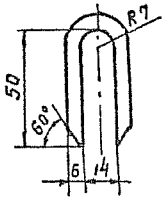
Промежуточная опора



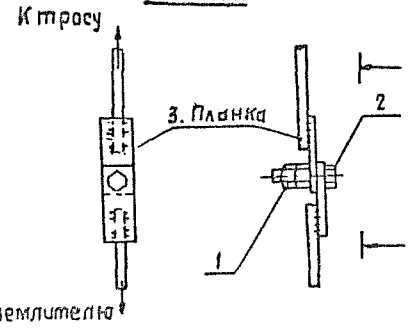
Анкерная опора



5. Скоба



Узел „А"



Спецификация стали на 1 присоединение заземлителей

NN п/п.	Наименование	Марка	Длина	Кол-во [шт]	Вес [кг]	ГОСТ.
1	Гайка	М-16	—	2	0,06	5915-70
2	Болт	М-16	60мм	1	0,13	7798-70
3	Планка	Сталь полосовая 40×6	120мм	2	0,45	103-57 x
4 x)	Заземляющий спуск	Сталь круглая ф 10	15м / 18м	1	9,25 / 11,1	2590-71
5 x)	Скоба для крепления заземл. спуска.	Сталь круглая ф 6	120мм	30 / 36	0,9 / 1,08	2590-71

x) В числителе - для опор 35-110 кВ, в знаменателе - для опор 220 кВ.

Примечание:

При соединении заземлителей из круглой стали длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Присоединение заземлителей к спускам на деревянных опорах и соединение их между собой.	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-47

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

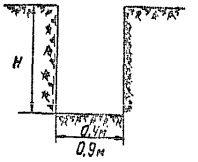
Ст. инжен. Крючкова
Ст. инжен. Фалучев
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Герашкина

Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей в различных грунтах [м³]

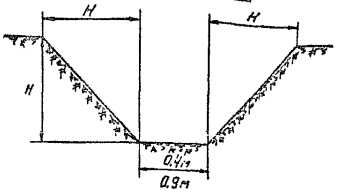
Длина протяженных заземлителей L [м]	Сухой грунт		Мокрый грунт		Скальный грунт
	H=1м (пашня)	H=0,5м	H=1м (пашня)	H=0,5м	H=0,1м
10	4/9	2/4,5	14/19	4,5/7	0,2
20	8/18	4/9	28/38	9/14	0,4
40	16/36	8/18	56/76	18/28	0,8
60	24/54	12/27	84/114	27/42	1,2
80	32/72	16/36	112/152	36/56	1,6
100	40/90	20/15	140/190	45/70	2,0
120	48/108	24/54	168/228	54/84	2,4
140	56/126	28/63	196/266	63/98	2,8
160	64/144	32/72	224/304	72/112	3,2
200	80/180	40/90	280/380	90/140	4,0
240	96/216	48/108	336/456	108/168	4,8

Типы траншей

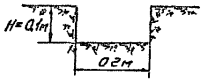
Сухой грунт



Мокрый грунт



Скальный грунт



Примечания:

1. Протяженные заземлители прокладываются с помощью монтажного плуга. В скальных грунтах и при невозможности использования монтажного плуга производится укладка заземлителей в траншеи, приведенные на чертеже.
2. В числителе приведены размеры и объем работ для ручного рытья траншей, в знаменателе - для механизированного.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750кВ	Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей.	Типовой проект №3602тм	Альбом II	ВЛ-II-48

3602тм-II-61

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. инженер Крючкова
Ст. инженер Фомичев

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач.
г. Москва

№№ п/п	Грунты	Значения удельных сопротивлений различных грунтов [Ом.м]						
		Справочник инженера геолога	Харьковский политехнический институт	геофонд	Трест Стройэлектромонтаж.	Северо-Западное отделение ин-та „Энергосетьпроект"	Киргизский НИЭ Новочеркасский политехнический институт	Усредненное*) значение, рекомендуемое при проектировании
1	Глина.	1-10	8-95	5-50	—	1-30	8-70	50
2	Глина влажная.	—	—	—	20	1-30		
3	Глина с примесью щебня, известняка.	—	50-150	—	—	—	100	150
4	Глина с примесью песка.	—	—	25-140	—	70-200	—	
5	Суглинок.	10-100	30-90	20-150	—	20-40	20-120	100
6	Торф.	—	20	—	—	—	20	20
7	Супесь.	—	230-370	—	—	50-150	150-400	300
8	Супесь влажная.	—	—	10-23	—	20-70		150
9	Песок сухой.	1000	—	1000-1500	1200	—	400-1000	1000
10	Песок сухой сыпучий.	10000	—	1500-42000	—	5000-20000	1000 и более	15000
11	Песок влажный.	100-1000	100-1100	—	—	150-2000	400-1000	600
12	Песок водоносный.	10-100	—	—	270	80-100	—	150
13	Песок с агрессивными водами.	0,1-10	—	—	20-100	—	—	70
14	Выветренный песчаник, известняк.	10-100	—	—	—	30-400	—	400
15	Разрушенные скальные породы (сланцы, граниты и т.п)	—	—	220-1800	—	—	800-1000	1000
16	Скальные породы (не выветренные)	1000-10000	—	—	—	300-∞	1000-4000	5000
17	Галечник, гравий сухой	1000-10000	—	—	—	500-10000	—	5000
18	Галечник водоносный	—	—	—	—	200-1000	—	1000
19	Валунно-галечные отложения с песчаным заполнением	—	—	—	—	2000-5000	1000-2000	3000
20	То же, влажные	—	—	—	—	100-1000	—	1000

*) Рекомендуется при отсутствии других данных.

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв.	Обобщенные значения удельных сопротивлений грунтов.	Типовой проект N3602 тм.	Альбом II	ВЛ-II-49

3602 тм-II-62

Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. инженер Крючкова
Ст. инженер Фомичев

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

Рис. 1

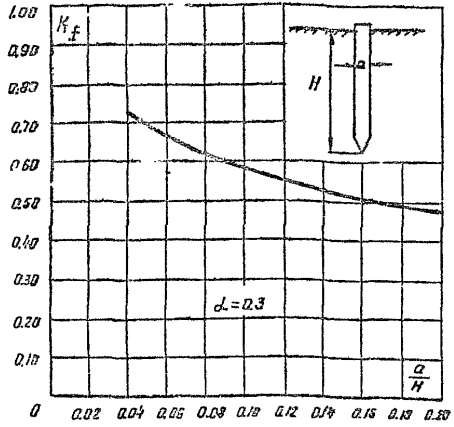


Рис. 2

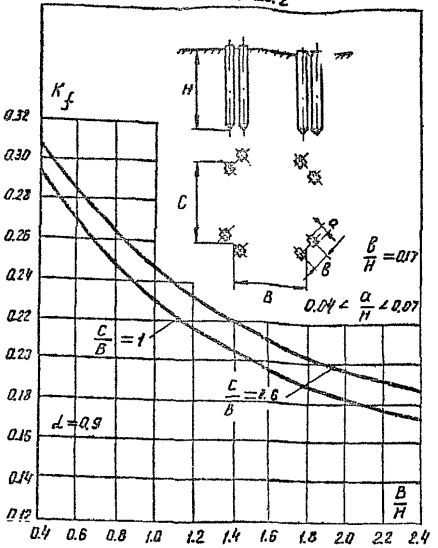


Рис. 3

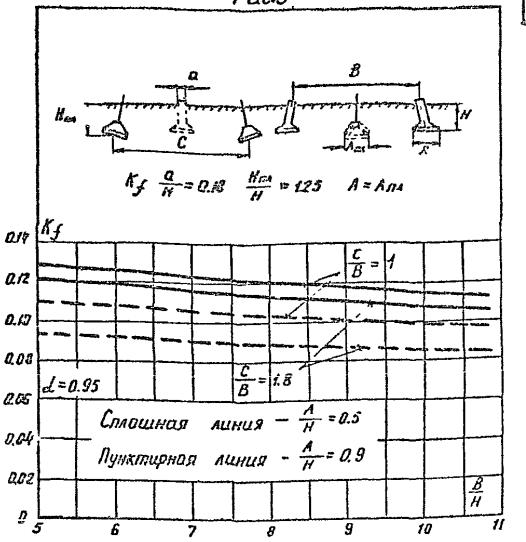
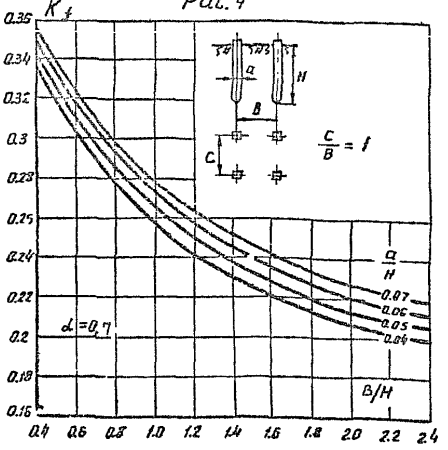


Рис. 4



Сопротивление заземления сборных железобетонных фундаментов и свай при токе промышленной частоты определяется по формуле:

$$R = K_f \frac{\rho_з}{H}$$

Импульсное сопротивление заземления железобетонных фундаментов и свай определяется по формуле:

$$R_{имп.} = \alpha \cdot R$$

В формулах обозначено:

K_f – коэффициенты формы, приведенные на графиках

H – глубины заложения фундамента или сваи

α – импульсный коэффициент, при $J_н = 26$ кА

1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв.	Коэффициенты формы и импульсные коэффициенты для расчёта фундаментных заземлителей опор ВЛ (Рис. 1-4)	Типовой проект N3602тм	Альбом II	ВЛ-II-50

Энергосетьпроект СЗО ОДП

3602тм-II-63

Зав. лабораторией	Фельдман	Ст. науч. сотруд.	Зарнеевская
Гл. специалист	Кегелес	Ст. инженер	Крючкова
Нач. отдела	Спирнов	Ст. инженер	Фомичев
Гл. инж. пр.	Горошкина		

Рис.5

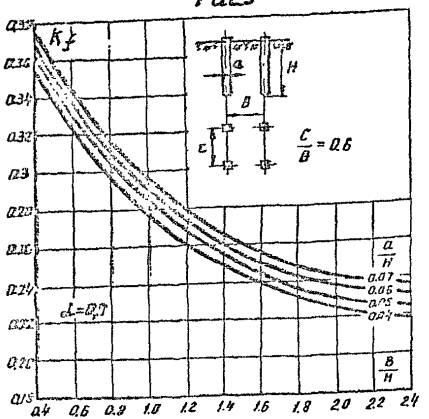


Рис.6

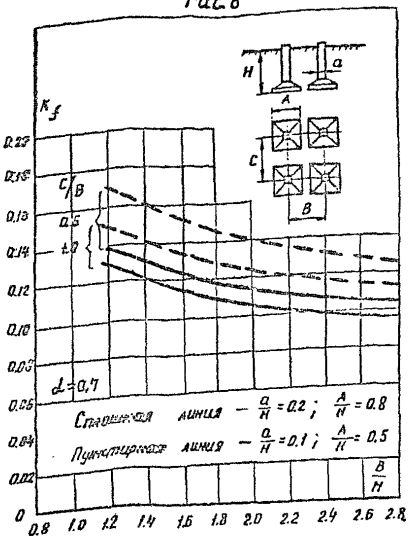


Рис.7

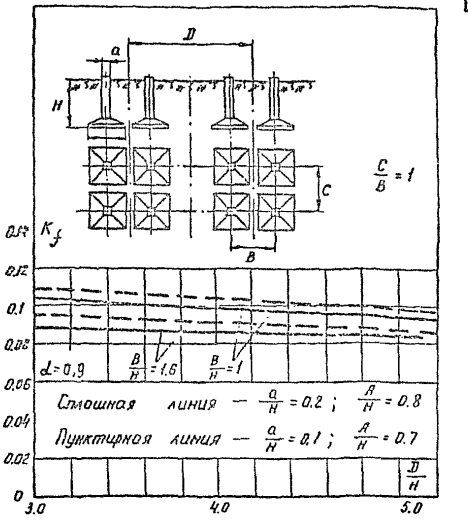
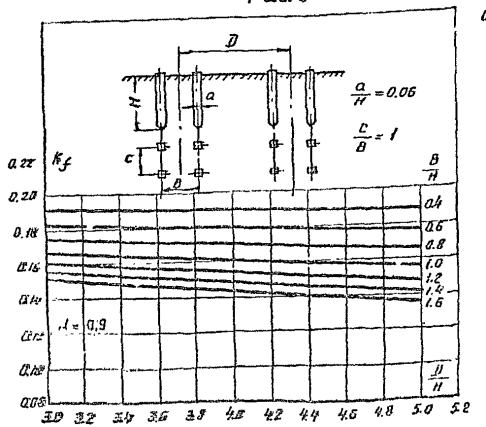


Рис.8



Сопротивление заземления сборных железобетонных фундаментов и свай при токе промышленной частоты определяется по формуле:

$$R = K_f \frac{\rho}{H}$$

Импульсное сопротивление заземления железобетонных фундаментов и свай определяется по формуле:

$$R_{имп.} = \alpha \cdot R$$

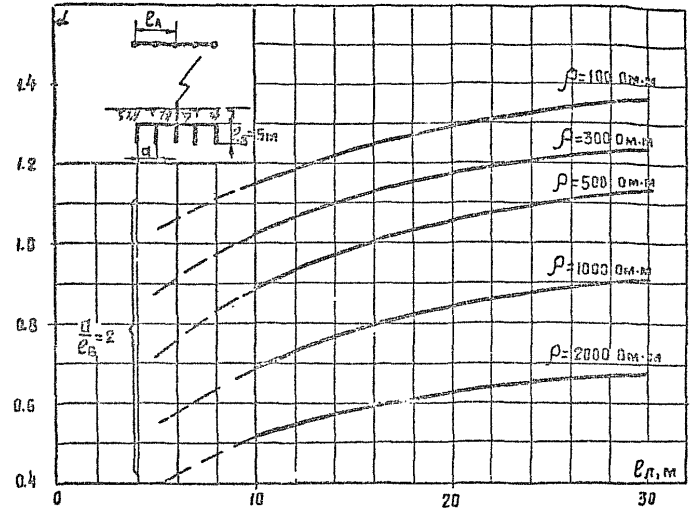
В формулах обозначено: K_f *– коэффициенты формы, приведенные на графиках*
H *– глубина заложения фундамента или сваи*
α *– импульсный коэффициент, при* $I_м = 26$ *кА.*

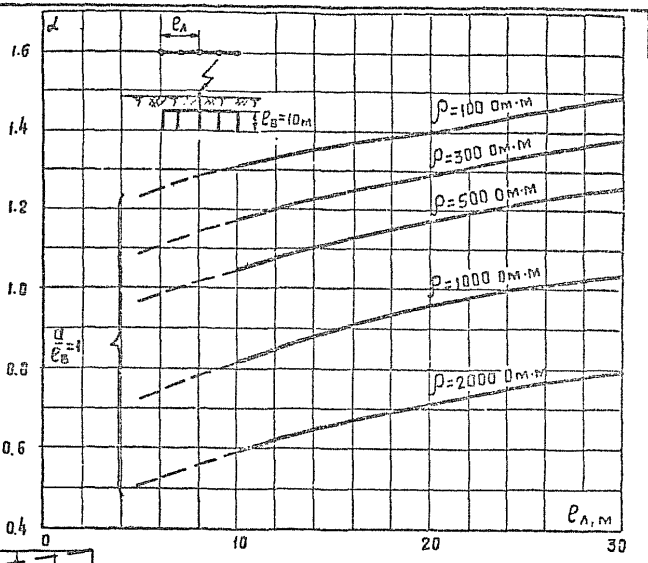
1974г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35–750 кв	Коэффициенты формы и импульсные коэффициенты для расчета фундаментных заземлителей опор ЕЛ (Рис.5-8)	Типовой проект 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-51

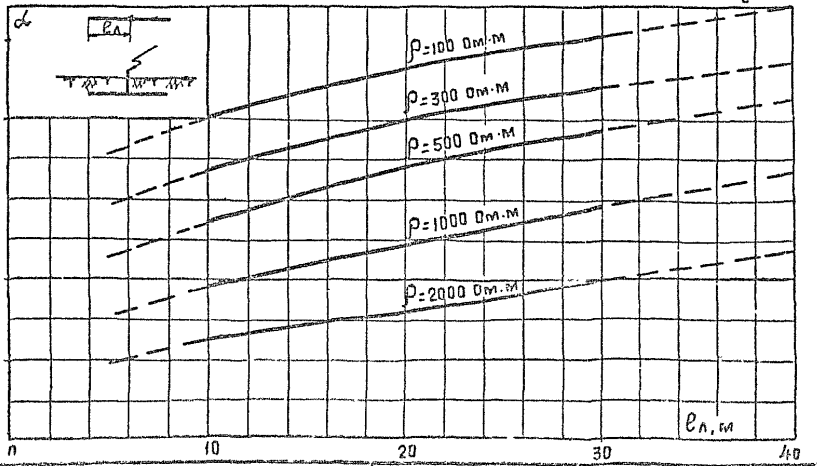
Энергосетьпроект СЭО ОДП 3602тм-II-61

Разработал Фельдман; Гл.специалист Кегелес; Нач.отдела Смирнов; Гл.инж.пр. Горшкина

Ст.науч.сотр. Зорькевская; Ст.инженер Кочилова; Ст.инженер Сотникова







Примечания:

1. Импульсные коэффициенты искусственных заземлителей даны при среднем значении амплитуды тока молнии 26 кА и длине фронта 3мксек (по данным ВИЭСХ).

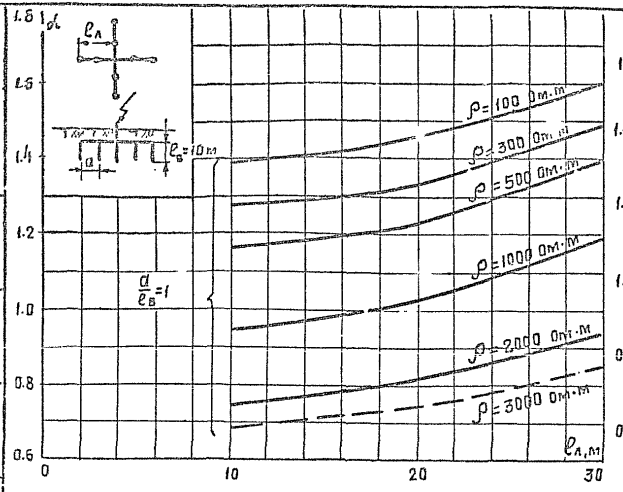
2. Части кривых $\alpha = f(l_л)$, показанные пунктиром, получены экстраполяцией данных ВИЭСХ.

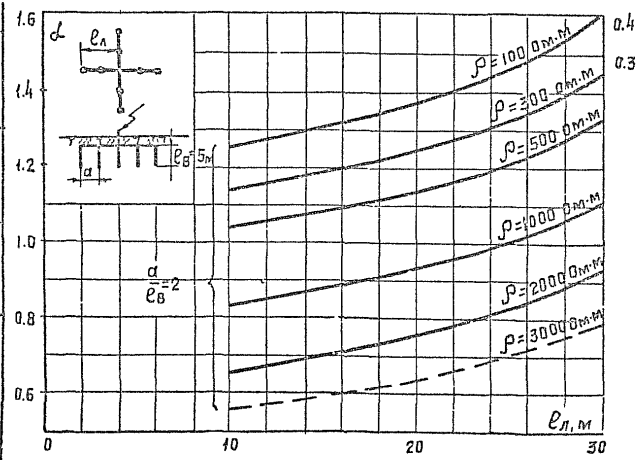
1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Импульсные коэффициенты для двухлучевых заземлителей.	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	ЗЛ-II-52

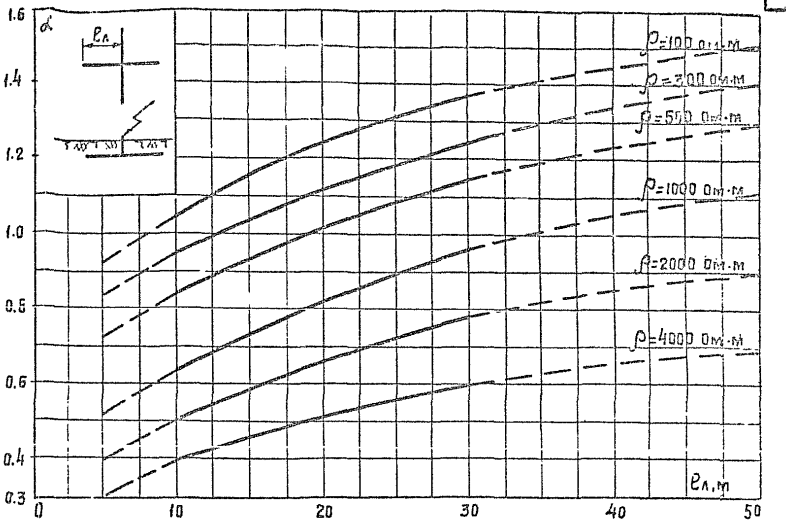
Энергосетьпроект СЗО ОДП

Завлаборат. ТВН Фельдман
Гл. специалист Кегелес
Нач. отд. Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. научн. сотруд. Зарикевская
Ст. инжен. Крючкова
Ст. инжен. Фомичев

3602тм-II-65







Примечания:

1. Импульсные коэффициенты искусственных заземлителей даны при среднем значении амплитуды тока молнии 26 кА и длине фронта 3 мксек (по данным ВИЭСХ)

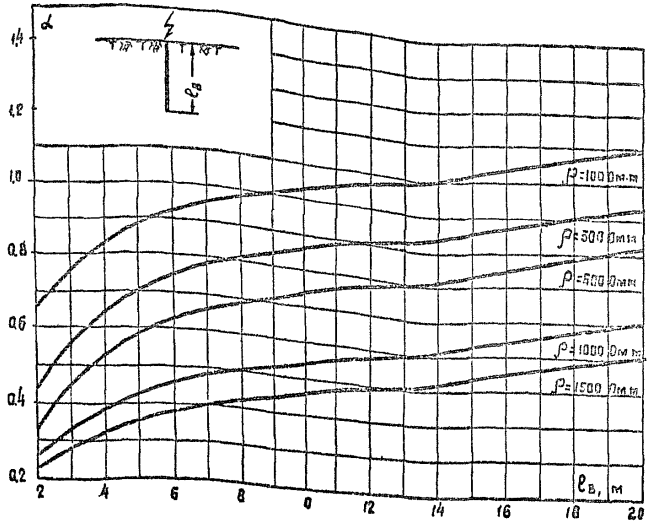
2. Части кривых $\alpha = f(l_л)$, показанные пунктиром, получены экстраполяцией данных ВИЭСХ.

1974 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ.	Импульсные коэффициенты для четырехлучевых заземлителей.	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	Вл-II-53

Энергосетьпроект СЗО ОДП

Зав. мастерск. Фельдман
Гл. специалист Кегелес
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Горошкина
Ст. научн. сотруд. Заржевская
Ст. инжен. Крючкова
Ст. инжен. Фомичев

3602тм-II-66



Примечания:

1. Импульсные коэффициенты для вертикального электрода даны при среднем значении амплитуды тока молнии 26 кА и длине фронта - 3 мксек (по данным ВИЭСХ).

2. Для конструкций заземляющих устройств из нескольких вертикальных электродов, впредь до получения более достоверных данных, при определении импульсных коэффициентов могут использоваться импульсные коэффициенты для одного вертикального электрода с введением коэффициента взаимного экранирования $\eta_и$. Величина $\eta_и$ может быть принята равной 0,3 - 0,5

1974 г.	Заземляющие устройства ВЛ 35 - 750 кВ.	Импульсные коэффициенты для вертикальных заземлителей.	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-54.

Энергосетьпроект СЗО ОДП

Гл. инж. пр. Гарашкина; Нач. отдела Смирнов; Гл. специалист Кегелес; Гл. инж. Фельдман

Ст. наук. сотруд. Заржевская; Ст. инженер Крючкова; Ст. инженер Фомичев

3602 тм-II-6

Напряжение ВЛ, кВ	Тип опор	N типового чертежа x)	Тип заземляющего устройства (по чертежу)	Эквивалентное удельное сопротивление ρ [Ом.м]	Длина одного протяженного заземлителя м.	
					ноля с учетом фундамента	стойка без учета фундамента
110-220	Одностоечные опоры на оттяжках	ВЛ-II-21	3	500-600	10	20
			4	600-700	15	25
			5	700-800	20	30
			6	800-1000	30	35
110-330	Портальные железобетонные	ВЛ-II-30	4	500-700	20	25
			5	700-800	25	30
			6	800-1000	35	40
110-220	Одностоечные металлические	ВЛ-II-35	3	500-600	10	20
			4	600-700	15	25
			5	700-800	20	30
			6	800-1000	30	35
330-500		ВЛ-II-36	2	500-600	5	20
			3	600-700	10	25
			4	700-800	15	30
			5	800-1000	20	35
500-750	Портальные опоры на оттяжках	ВЛ-II-40	2	500-700	10	10
			3	700-800	15	15
			4	800-1000	20	10
500-750	Анкерно-угловые трехстоечные	ВЛ-II-44	2	500-650	Прокладываются только перемычки между стойками	5
			3	650-800		20
			4	800-1000		25

x) см. примечание 2

Примечания:

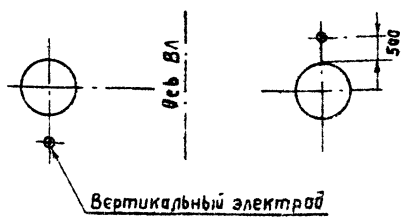
1. В таблицу не включены одностоечные железобетонные опоры 110-220 кВ, так как учет их подземной части в грунтах с ρ = 500-1000 ом.м практически не влияет на величину сопротивления растеканию.
2. Приведенные на типовых чертежах расход металла и объем работ должны быть соответственно скорректированы
3. На чертеже приведены изменения к чертежам заземляющих устройств. фундамент - протяженные заземлители" Рекомендации по конструкции „фундамент - вертикальные электроды" будут выданы на стадии корректировки типовой работы

1978 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ.	Изменения к чертежам заземляющих устройств в связи с учетом естественной проводимости фундаментов в грунтах с ρ = (500-1000) Ом.м	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-61

Энергосетьпроект
Отделение Дал. Передач
Москва
Нач. отдела Смирнов
Гл. инж. пр. Гарошкина
Гл. инж. Крючкова
3602 тм-II-68

Тип заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом.м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
	≤ 200	Нормируемое сопротивление обеспечивается подземной частью стойки без устройства заземлителей.					
1	200 - 300	6	2	16	14.4	2	15
2		10	1	12	10.8	1	15
3	300 - 500	20	2	44	39.5	2	15
4	500 - 700	20	2	44	39,6	2	20

План



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

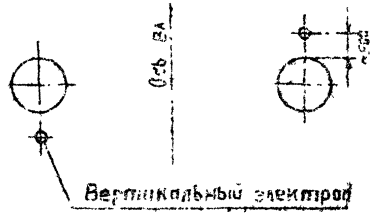
Нач. отдела	Симонов		Ст. инжен.	Крючкова	3602тм-II-69
Гл. инж. пр.	Горошкина		Инженер.	Якимышина	

Энергосетьпроект
Отделение Дальних Передач
г. Москва

1984 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв	Портальные железобетонные опоры. ВЛ 500 кв. Заземляющее устройство подземная часть стоек. Вертикальные электроды.	Типовой проект N 3602тм.	Альбом II	31-II-62

Для заземляющего устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом.м]	Длина вертикального электрода [м]	Количество вертикальных электродов [шт]	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Забивка вертикальных электродов [шт]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
1	≤ 180	5	2	14	12.6	2	15
2		10	1	12	10.8	1	15
3	180 - 250	10	2	24	21.6	2	15
4		20	1	22	19,8	1	15
5	250 - 350	15	2	34	30.6	2	15
6	350 - 500	20	2	44	39,6	2	15
7	500 - 700	20	2	44	39.6	2	20

План



Примечания:

1. На чертеже показаны места забивки вертикальных электродов. Их количество и длина в зависимости от $\rho_э$ приведены в таблице.
2. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-46
3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

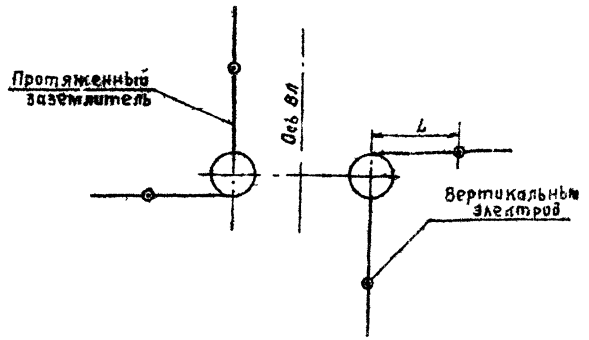
1984 г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Портальные железобетонные опоры ВЛ 500 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных электродов	Типовой проект N 3602тм	Альбом II	ВЛ-II-63

Энергосетьпроект Отделение Дальних Передач г. Москва

Нач. отд. Симонов; Гл. инж. пр. Горошкина; Ст. инжен. Прючкова; Инженер Ананьшина

3602 тм-II-70

План



Примечания:

1. Длина вертикальных и протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей 0,5м, а в пахотных землях - 1,0м.
3. Присоединение заземлителей к опоре, соединение заземлителей и их частей между собой выполняется по чертежу №3602тм-ВЛ-Й-46.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу №3602тм-ВЛ-Й-48
5. Фундаменты на чертеже показаны условно

Тип заземлителя устройства	Эквивалентное удельное сопротивление грунта $\rho_э$ (Ом.м)	Длина вертикального электрода (см)	Длина протяженного заземлителя (см)	L-расстояние от фундамента до вертикального электрода (см)	Расход металла и объем работ на 1 опору: Сталь круглая ф 12 мм, м	Сталь круглая ф 12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей (см)	Забивка вертикальных электродов (шт)	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства (Ом)
1	700-1000	10	15	15 x)	108	97,2	60	4	20
2	1000-1250	5	20	10	108	97,2	80	4	30
3		10	15	15 x)	108	97,2	60	4	30
4	1250-1500	10	20	10	128	115,2	80	4	30
5		15	15	15 x)	128	115,2	60	4	30
6	1500-1700	10	25	15	148	133,2	100	4	30
7		15	20	20 x)	148	133,2	80	4	30
8	1700-1900	15	25	15	168	151,2	100	4	30
9		20	20	20 x)	168	151,2	80	4	30
10	1900-2250	20	25	25 x)	188	169,2	100	4	30
11	2250-2800	20	40	20	248	223,2	160	4	30

x) - вертикальный электрод забивается на конце протяженного заземлителя

1964г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ	Портальные железобетонные опоры ВЛ 500 кВ. Заземляющее устройство из вертикальных протяженных заземлителей	Типовой проект №3602тм.	Альбом Й	ВЛ-Й-64

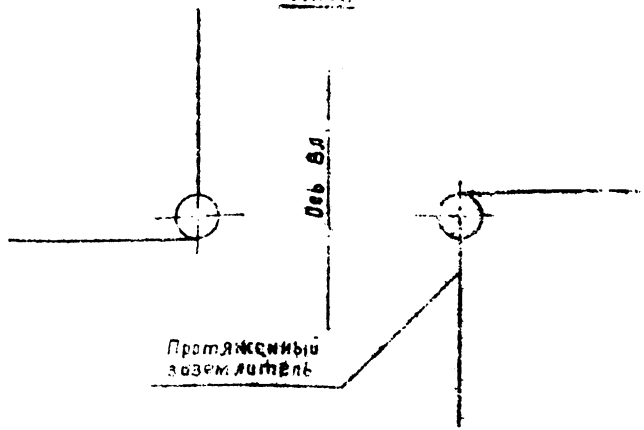
Энергосетьпроект Управление дальних передач г. Москва

Нач. отдела Гл. инж. проекта Гл. спец. по горизонтали

Ст. инженер Инженер Ст. техник Техник

Кашкаров Мигунькина

План



Тип заземляющего устройства	Эквивалентное сопротивление грунта $\rho_э$ [Ом·м]	Длина протяженного заземлителя [м]	Расход металла и объем работ на опору: Сталь круглая ф.12 мм, м	Сталь круглая ф.12 мм, кг	Прокладка протяженных заземлителей [м]	Нормируемое сопротивление заземляющего устройства [Ом]
–	≤ 200	Нормируемое сопротивление обеспечивается фундаментом без устройства заземлителей				
1	200-300	5	28	25,2	20	15
2	300-400	10	48	43,2	40	15
3	400-500	13	68	61,2	60	15
4	500-700	20	88	79,2	80	20
5	700-800	25	108	97,2	100	20
6	800-1000	35	148	133,2	140	20
7	1000-1400	40	158	151,2	160	30
8	1400-1800	50	203	187,2	200	30
9	1800-2000	60	246	223,2	240	30

Примечания:

1. Длина протяженных заземлителей в зависимости от $\rho_э$ приведена в таблице.
2. Глубина укладки протяженных заземлителей в пахотных землях-1,0м, в скальных грунтах-0,1м, в остальных 0,5м
3. Присоединение заземлителей к опоре и соединение их частей между собой выполняется по чертежу N 3603тм-ВЛ-II-46.
4. Объемы земляных работ по прокладке протяженных заземлителей определяются по чертежу N 3602тм-ВЛ-II-48.
5. Фундаменты на чертеже показаны условно.
6. В грунтах $\rho_э$ < 1000 ом.м. учтена естественная проводимость подземной части стоек.

1984г.	Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кв	Портальные железобетонные опоры ВЛ 500 кв. Заземляющее устройство из протяженных заземлителей	Типовой проект N 3602 тм	Альбом II	ВЛ-II-65

Энергоспецпроект Отделения Дальних Сетей г. Москва

Нач. отд. Гл. инж. пр. | Сомонов Сорошкина | Гл. инжен. Инженер | Аксиньшина | Гл. инж. | 3602 тм II-72

gost.e-ecolog.ru