

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

1. Загальні положення

Серед технічних заходів забезпечення захисту людей та сільськогосподарських тварин від ураження електричним струмом найбільшого розповсюдження набули захисне заземлення та занулення.

Захисне заземлення – умисне електричне з'єднання із землею металевих неструмовідних частин електроустановок, що можуть опинитись під напругою.

Широке застосування захисного заземлення пояснюється достатньою надійністю і відносною простотою виготовлення та обслуговування його елементів порівняно з іншими видами захисту. Застосовується захисне заземлення в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю напругою до 1000 В та в мережах напругою понад 1000 В незалежно від режиму роботи нейтралі джерела живлення. У мережах напругою до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю захисне є недостатньо ефективним. Тому в цих мережах використовують особливий різновид заземлення – занулення.

Занулення – умисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмовідних частин, що можуть опинитись під напругою.

Основним елементом захисного заземлення та занулення є заземлювальний пристрій, який складається із заземлювача і заземлюючого провідника.

Щоб заземлювальний пристрій виконував свої захисні функції розроблено і введено в дію систему вимог (норм), яким повинні відповідати електричні характеристики і конструктивні параметри заземлювачів. Ці вимоги викладено в Правилах улаштування електроустановок (ПУЗ – 85, розділ 1.7).

Відповідно до ПУЗ – 85 усі електроустановки можна розділити за особливостями, що впливають на вимоги до заземлювальних пристроїв, на чотири групи:

1. електроустановки напругою понад 1000 В у мережах з ефективно заземленою нейтраллю (з великими струмами замикання на землю);
2. електроустановки напругою понад 1000 В у мережах з ізолюваною нейтраллю (з малими струмами замикання на землю);
3. електроустановки напругою до 1000 В у мережах з ізолюваною нейтраллю;
4. електроустановки напругою до 1000 В у мережах з глухозаземленою

нейтраллю.

Перейдемо до викладення основних вимог до заземлювальних пристроїв окремих груп електроустановок.

2. Вимоги до величини опору заземлювальних пристроїв електроустановок

1. Електроустановки напругою понад 1000 В з ефективно заземленою нейтраллю

Заземлювальні пристрої для цих електроустановок слід виконувати з дотриманням вимог або до опору, або до напруги дотику, а також до конструктивного виконання і обмеження напруги на заземлюючому пристрої.

Заземлювальний пристрій, що виконується за нормами .на опір, будь-якої пори року повинен мати опір R_0 не більше $0,5 \text{ Ом}$ ($R_0 < 0,5 \text{ Ом}$), включаючи опір природних заземлювачів. Якщо питомий опір ґрунту $\rho > 500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, допускається збільшення опору заземлюючого пристрою в $\rho/500$ разів, але не більше десятикратного.

З метою вирівнювання електричного потенціалу і забезпечення приєднання електрообладнання до заземлювача на території, зайнятій обладнанням, слід прокладати поздовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі і з'єднувати їх між собою у заземлюючу сітку.

Заземлювальний пристрій, що виконується з дотриманням вимог на напругу дотику, повинен у будь-яку пору року при стіканні з нього струму замикання на землю забезпечувати граничнодопустиме значення (ГДЗ) напруги дотику, що не перевищує нормованих:

Тривалість дії струму t , с	до 0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	понад 1,0 до 5,0
ГДЗ напруги дотику U_0 , В	500	400	200	130	100	65

Опір заземлювального пристрою у цьому разі визначається за допустимою напругою на ньому і струмом замикання на землю.

Під час визначення допустимої напруги дотику за розрахунковий час слід приймати час дії захисту і повний час відключення автоматичного вимикача.

Напруга на заземлювальному пристрої при стіканні з нього струму на землю не повинна перевищувати 10 кВ. Напруга понад 10 кВ допускається на заземлювальних пристроях, з яких неможливе винесення потенціалу за межі споруди і зовнішніх огорож електроустановки.

2. Електроустановки напругою понад 1000 В з ізольованою нейтраллю

В електроустановках напругою понад 1000 В з ізольованою нейтраллю допустима величина опору заземлювального пристрою R_0 будь-якої пори року та з урахуванням опору природних заземлювачів повинна бути не більше:

– при використанні заземлювального пристрою одночасно в електроустановках напругою до і понад 1000 В

(2.1)

де I_3 – розрахунковий струм замикання на землю, А;

– при використанні заземлювального пристрою тільки для електроустановок напругою понад 1000 В

(2.2)

Розрахунковий струм замикання на землю залежить від наявності апаратів, що компенсують ємнісний струм мережі.

В установках без компенсації ємнісних струмів розрахунковим є повний струм замикання на землю. Для мережі із ізольованою нейтраллю це буде ємнісний струм однофазного замикання на землю, який визначається за формулою

(2.3)

де U – лінійна напруга мережі, кВ; L_n – довжина всіх ділянок повітряної лінії мережі з ізольованою нейтраллю, км; L_k – довжина всіх ділянок кабельної лінії мережі з ізольованою нейтраллю, км.

У мережах з компенсацією ємнісних струмів за розрахунковий струм приймають:

– для заземлювальних пристроїв, до яких приєднані компенсуючі пристрої, струм, що дорівнює 1,25 номінального струму цих апаратів;

– для заземлювальних пристроїв, до яких не приєднані компенсуючі шари, залишковий струм замикання на землю, який протікає в даній мережі при відключенні найбільш потужного з компенсуючих апаратів чи найбільш розгалуженої ділянки мережі.

З метою спрощення за розрахунковий допускається приймати струм плавкої вставки запобіжника або струм спрацювання релейного захисту від одно- чи міжфазних замикань, якщо цей захист забезпечує вимикання замикання на землю. У цьому разі струм замикання на землю має бути не менше півторакратного струму спрацювання релейного захисту або трикратного номінального струму плавкої вставки запобіжника.

Якщо питомий опір ґрунту $\rho > 500$ Ом · м, то R_0 дозволяється збільшувати в $\rho > 500$ разів, але не більше десятикратного.

У відкритих електроустановках напругою понад 1000 В з ізольованою нейтраллю навколо площадки, зайнятої обладнанням, на глибині не менше 0,5 м повинен бути прокладений замкнутий горизонтальний заземлювач (контур), до якого приєднується обладнання, що підлягає заземленню. Якщо опір заземлювального пристрою більше 10 Ом (для землі з питомим опором понад 500 Ом · м), то слід додатково прокласти горизонтальні заземлювачі вздовж рядів обладнання з боку обслуговування на глибині 0,5 м і на відстані 0,8 – 1,0 м від фундаментів чи основ обладнання.

3. Електроустановки напругою до 1000 В у мережах з ізольованою нейтраллю

В електроустановках змінного струму в мережах з ізольованою нейтраллю чи ізольованими виводами однофазного джерела живлення захисне заземлення має бути виконане в поєднанні з контролем оперу ізоляції.

Допустима величина опору R_A заземлювального пристрою залежить від потужності S генератора чи трансформатора і повинна бути:

- при $S < 100$ кВА, $R_A < 10$ Ом;
- при $S > 100$ кВА, $R_A < 40$ м.

Якщо питомий опір ґрунту $\rho > 500$ Ом · м, то R_A допускається збільшувати в $\rho/500$ разів, але не більше десятикратного.

4. Електроустановки напругою до 1000 В у мережах з глухозаземленою нейтраллю

Для цих електроустановок допустима величина опору R_A заземлювального пристрою, до якого приєднана нейтраль генератора чи трансформатора, будь-якої пори року залежно від напруги мережі має бути не більше значень, наведених у табл. 2.1.

2.1. Допустимі значення опору заземлювальних пристроїв

$U_{л}/U_{ф}$, В	$R_{л}$, Ом	$R_{шт}$, Ом
660/380	2	15
380/220	4	30
220/127	8	60

Цей опір повинен бути забезпечений з урахуванням використання природних заземлювачів, а також повторних заземлень нульового проводу повітряних ліній (ПЛ) електропередачі напругою до 1000 В при кількості ліній, що відходять від підстанції, не менше двох. У цьому разі опір $R_{шт}$ штучного заземлювача, розміщеного безпосередньо біля нейтралі генератора чи

трансформатора, повинен бути не більше значень, наведених у табл. 2.1.

Якщо питомий опір ґрунту ρ більше 100 Ом м, допускається збільшувати вказані в табл. 1 норми в $\rho/100$ разів, але не більше десятикратного значення.

На кінцях повітряних ліній або відгалужень завдовжки понад 200 м, а також на вводах від ПЛ до електроустановок, що підлягають зануленню, потрібно виконати повторні заземлення нульового захисного проводу.

Загальний опір $R_{\text{заг}}$ усіх повторних заземлень нульового проводу кожної ПЛ будь-якої пори року залежно від напруги мережі повинен бути не більше значень, наведених у табл. 2.2.

2.2. Допустимі опори повторних заземлень нульового проводу

$U_{\text{л}}/U_{\text{ф}}$	$R_{\text{заг}}$, Ом	$R_{\text{нз}}$, Ом
660/380	5	15
380/220	10	30
220/127	20	60

При цьому опір $R_{\text{нз}}$ кожного з повторних заземлень повинен бути не більше значень, наведених у табл. 2.2.

Якщо питомий опір ґрунту ρ більше 100 Ом · м, допускається збільшувати вказані норми в $\rho/100$ разів, але не більше десятикратного значення.

5. Вимоги до заземлювальних пристроїв, призначених для захисту від грозових перенапруг

У мережах з ізольованою нейтраллю крюки і штирі фазних приводів, що встановлюються на залізобетонних опорах, а також арматура цих опор повинні бути заземленими. Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 30 Ом ($R_{\text{з}} < 30$ Ом).

У мережах із заземленою нейтраллю крюки і штирі проводів, що встановлюються на залізобетонних опорах, а також арматуру цих опор необхідно приєднувати до нульового проводу. Діаметр заземлюючого провідника цих заземлень повинен бути не меншим 6 мм.

У населеній місцевості з одно- і двоповерховою забудовою ПЛ, що не екрановані промисловими димовими та іншими трубами, високими деревами, будинками тощо, повинні мати заземлювальні пристрої, призначені для захисту від атмосферних перенапруг. їх опір має бути не більше 30 Ом, а відстань між ними – не більше: 200 або 100 метрів відповідно для районів, в яких середньорічне число гроз становить до 40 або понад 40 годин.

Крім того, заземлювальні пристрої мають бути виконані:

1) на опорах із відгалуженням до вводів у приміщення, в яких

зосереджується велика кількість людей (школи, лікарні тощо), або які мають велику господарську цінність (тваринницькі приміщення, склади, майстерні тощо);

2) на кінцевих опорах ліній, що мають відгалуження до введів. У цьому разі найбільша відстань від сусіднього захисного заземлення цих же ПЛ має бути не більше: 100 або 50 метрів відповідно для районів, в яких середньорічне число гроз становить до 40 або понад 40 годин.

3. Методика розрахунку заземлювальних пристроїв

Вихідними даними для розрахунку є:

1. характеристика електроустановки тип, робоча напруга, режим роботи нейтралі джерела живлення;

2. величина струму замикання на землю або довжина мережі (для установок напругою понад 1000 В);

2. питомий опір ґрунту і характеристика кліматичної зони (якщо земля приймається двошаровою, необхідні дані вимірів питомого опору обох шарів землі і товщини верхнього шару);

3. план розміщення електрообладнання;

4. характеристика природних заземлювачів (опір, кількість, розміри);

5. розрахункова схема повітряних ліній 0,38 кВ. що відходять від трансформатора;

6. форма і розміри елементів заземлювального пристрою.

Існують два методи розрахунку заземлювальних пристроїв: метод коефіцієнта використання і метод узагальнених параметрів.

Метод коефіцієнта використання

Суть цього методу полягає в розрахунку опорів елементів складного заземлювача із урахуванням їх взаємного впливу на результуючий опір R_3 або на провідність G_3 одним безрозмірним параметром η , який називається коефіцієнтом використання. Чисельно коефіцієнт використання дорівнює відношенню провідності розтікання струму в землю складного заземлювача G_3 до суми провідностей g_i його окремих елементів за умови повної відсутності між ними взаємного впливу (такий вплив відсутній, коли елементи розміщені відносно далеко один від одного – не менше 20 м):

(4)

Виконавши елементарні перетворення, отримаємо формулу для розрахунку R_3

(5)

де n – кількість вертикальних електродів; g_B – провідність вертикального електроду; g_r – провідність горизонтальних електродів.

Опір вертикальних і горизонтальних елементів складного заземлювача, розміщеного в землі з неоднородною електричною структурою, розраховують з використанням еквівалентного питомого опору ґрунту.

Еквівалентний питомий опір двошарового ґрунту для вертикальних електродів приймають таким, що дорівнює ρ_1 або ρ_2 , якщо електрод розміщений повністю відповідно у верхньому або нижньому шарі ґрунту. Коли вертикальний електрод перетинає межу розділу між шарами ґрунту, то $\rho_{екв}$ розраховують за такою формулою:

(6)

де ρ_1 – питомий опір верхнього шару, Ом м; ρ_2 – питомий опір нижнього шару, Ом·м; h_1 – глибина верхнього шару землі, м; t – глибина закладання електрода, м; l – довжина вертикального електрода, м.

Опір вертикального заземлювача розраховують за формулою

(7)

де k_c – коефіцієнт сезонності; d – діаметр стержня з круглим поперечним перерізом, м; h – відстань від поверхні землі до середини стержня, м ($h = t + 0,5 \cdot l$).

Якщо вертикальний заземлювач виконано з кутикової сталі, то $d = 0,95b$, де b – ширина полиці кутика.

Опір горизонтального заземлювача розраховують за формулою

(8)

де l_2 – довжина горизонтального заземлювача, м.

Якщо горизонтальний заземлювач виконано зі штаби, то $d = b/2$, де b – ширина штаби.

Значення $\rho_{екв}$ визначають за даними табл. 2.6 методом лінійної інтерполяції.

Коефіцієнт використання η залежить від параметрів електричної структури землі. У табл. 2.7 наведено значення коефіцієнта використання складного заземлювача у вигляді квадратного і прямокутного замкненого контура з вертикальними електродами і без розвинутих внутрішніх переплетень, закладеного на глибину 0,5 – 0,8 м від поверхні двошарової землі, у широкому діапазоні відношень ρ_1/ρ_2 , h/l , a/l , n (тут a – середня відстань між сусідніми вертикальними електродами; n – їх загальна кількість). Для проміжних значень ρ_1/ρ_2 , h/l , a/l , n значення η знаходять методом лінійної інтерполяції.

Широкого розповсюдження набули заземлювачі у вигляді “гребінки“, у

яких вертикальні електроди розміщені вздовж відрізка прямої та об'єднані горизонтальним електродом. Коефіцієнт використання такого типу заземлювача в основному залежить від кількості п вертикальних електродів і розраховується за формулою

$$\text{де } B = 0,88 \cdot (\rho_1/\rho_2)^{0,0645}, v = 0,242 (\rho_1/\rho_2)^{-0,083}.$$

У разі використання залізобетонних фундаментів будівель і споруд як природних заземлювачів їх опір визначається за формулою

$$;$$

де S – площа, обмежена периметром будинку, м; ρ_{ef} – питомий еквівалентний електричний опір землі, Ом · м.

Для розрахунку ρ_{ef} слід користуватися формулою:

$$(11)$$

де α, β – безрозмірні коефіцієнти, що залежать від співвідношення питомих електричних опорів шарів землі:

– якщо $\rho_1 \geq \rho_2$, то $\alpha = 3,6; \beta = 0,1$;

– якщо $\rho_1 < \rho_2$, то $\alpha = 1,1 \cdot 10^2; \beta = 0,3 \cdot 10^{-2}$.

Метод узагальнених параметрів

Суть методу розрахунку складного комбінованого заземлювача за заданими геометричними параметрами і параметрами електричної структури землі полягає у знаходженні і наступному використанні тісної кореляції між електричними характеристиками і деякими узагальненими параметрами приблизно подібних систем “заземлювач – електрична структура землі”.

Метод узагальнених параметрів розроблено для двох основних типів складних заземлювачів, що широко використовуються в електроустановках напругою понад 1000 В у мережах з ізолюваною й ефективно заземленою нейтраллю. **Перший тип** – складні контурні заземлювачі, що мають у плані форму замкненого або розімкненого контура з розвиненими внутрішніми горизонтальними перемичками і вертикальними електродами, розміщеними лише по периметру контура. **Другий тип** – заземлююча сітка, що складається винятково з горизонтальних елементів.

Для першого типу основний вплив на опір заземлювача мають такі конструктивні параметри: S – площа території, на якій розміщено заземлювач; l – довжина вертикального електрода; L – загальна довжина всіх горизонтальних елементів; a – середня відстань між сусідніми вертикальними електродами. Було встановлено дві форми узагальненого параметра T у критеріальній формі, який залежить від ступеня неоднорідності питомого опору ґрунту.

Якщо $0,5 < \rho_1 / \rho_2 < 2$, то параметр T визначається за формулою

$$T = \dots, \quad (12)$$

а при $2 < \rho_1 / \rho_2 < 10$ – за формулою

$$T = \dots, \quad (13)$$

Тоді опір заземлювача визначається за формулою

$$R = \dots, \quad (14)$$

де K і κ – параметри, що залежать від ступеня неоднорідності двошарової землі і від товщини верхнього шару:

$$K = C_1 (\rho_1 / \rho_2)^m, \quad (15)$$

$$\kappa = C_2 (\rho_1 / \rho_2)^p. \quad (16)$$

У свою чергу, значення C_1 , C_2 , m , p залежать від параметрів двошарової електричної структури землі і наведені в табл. 2.3.

2.3. Значення коефіцієнтів C_1 , C_2 , m , p

ρ_1 / ρ_2	C_1	C_2	m	p
0,5 – 1,0	0,52	0,153 + 0,476 h_1	0,149	0,476 + 0,415 h_1
1,0 – 2,0	0,52	0,239 + 0,069 h_1	0,149	0,338 + 0,245 h_1
2,0 – 10	0,575 – 0,015 h_1	0,231 + 0,225 h_1	0,176 – 0,015 h_1	0,254 + 0,0575 h_1

Напруга дотику в середині складного заземлювача буде

$$U_0 = I_3 \cdot R_3 \cdot \alpha_1, \quad (17)$$

де I_3 – струм замикання на землю, А; α_1 – коефіцієнт напруги дотику, що визначається як:

$$\alpha_1 = M \cdot T^\mu, \quad (18)$$

де $\mu = \rho_1 / \rho_2$; M – параметр, що залежить від ρ_1 / ρ_2 і визначається із табл. 2.4.

4. Значення коефіцієнта M

Зазначений метод справедливий за таких обмежені:

$$0,05 < T < 40; \quad 5 \text{ м} < l < 20 \text{ м}; \quad 0,5 < a/l < 4; \quad 0,4 < t < 0,8 \text{ м};$$

$$4 < L/S < 40; \quad 400 \text{ м}^2 < S < 10000 \text{ м}^2; \quad 1 \text{ м} < n < 5 \text{ м}.$$

У цьому разі відношення сторін прямокутного контура повинно бути в межах від 1:1 до 1:2.

Для другого типу – заземлювального пристрою у вигляді заземлюючої сітки визначальними є параметри S , L і h_1 . Було встановлено три форми узагальненого параметра Q в критеріальній формі.

Якщо $0,1 < \rho_1/\rho_2 < 0,8$, то Q визначається за формулою (19)

якщо $0,8 < \rho_1/\rho_2 \leq 5$, то за формулою (20)

а при $5 < \rho_1/\rho_2 \leq 10$ (21)

Тоді опір заземлювача визначається за формулою (22)

де V і v – параметри, що залежать від ступеня неоднорідності двошарової землі і від товщини верхнього шару (2.23)

(2.24)

У свою чергу, значення C_3 , C_4 , w , s залежать від параметрів двошарової електричної структури землі і наведені в табл. 2.5.

2.5. Значення коефіцієнтів C_3, C_4, w, s

ρ_1/ρ_2	C_3	w	C_4	s
0,1 – 0,8	0,565	0,2	0,085	0,49
0,8 – 5,0	0,740	0,682 +	0,160	0,617+0,28
5,0 – 10	0,520	1,06	0,215	0,36

2.6. Відносні значення еквівалентного питомого опору ρ_1/ρ_2 двошарової землі для розрахунку опору простого горизонтального заземлювача

ρ_1/ρ_2			Значення ρ_1/ρ_2 при довжині горизонтальних елементів l_2 , м													
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	200
0,5	1	0,5	0,61	0,67	0,69	0,70	0,71	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,77	0,78
		0,8	0,63	0,68	0,71	0,72	0,74	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,80
	3	0,5-0,8	0,54	0,58	0,61	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,70	0,71
	5	0,5-0,8	0,53	0,56	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67
1		0,5	1,69	1,62	1,52	1,50	1,48	1,46	1,45	1,44	1,43	1,42	1,41	1,41	1,39	1,38
2	1	0,8	1,65	1,53	1,47	1,43	1,41	1,39	1,38	1,37	1,37	1,36	1,35	1,35	1,33	1,33
		3	0,5-0,8	1,89	1,87	1,79	1,76	1,72	1,70	1,67	1,64	1,64	1,63	1,61	1,60	1,58
	5	0,5-0,8	1,93	1,92	1,86	1,81	1,80	1,77	1,76	1,75	1,73	1,72	1,71	1,70	1,65	1,63
		0,5	3,68	3,38	3,05	2,92	2,84	2,78	2,76	2,67	2,64	2,60	2,59	2,55	2,49	2,45
5	1	0,8	3,03	2,96	2,72	2,60	2,56	2,46	2,41	2,39	2,36	2,34	2,31	2,28	2,25	2,20
		3	0,5-0,8	4,52	4,31	4,00	3,83	3,74	3,66	3,53	3,48	3,43	3,41	3,36	3,31	3,23
	5	0,5-0,8	4,72	4,66	4,27	4,23	4,02	3,95	3,87	3,83	3,82	3,75	3,72	3,56	3,48	3,43
		0,5	6,93	6,19	5,63	5,24	5,06	4,87	4,79	4,72	4,65	4,62	4,58	4,41	4,33	4,20
10	1	0,8	6,02	5,29	4,76	4,51	4,30	4,19	4,10	4,06	4,00	3,89	3,84	3,78	3,71	3,64
		3	0,5-0,8	9,45	8,51	7,66	7,33	7,10	6,94	6,65	6,57	6,46	6,38	6,34	6,11	6,04
	5	0,5-0,8	9,66	9,26	8,42	8,14	7,73	7,56	7,43	7,32	7,21	7,13	6,91	6,80	6,69	6,50
		0,5	13,6	11,9	10,7	10,0	9,52	9,17	8,98	8,80	8,66	8,53	8,32	8,16	7,92	7,70
20	1	0,8	11,4	10,1	8,85	8,26	7,90	7,62	7,45	7,23	7,13	7,04	6,99	6,79	6,55	6,42
	3	0,5-0,8	18,1	16,8	15,1	14,3	13,6	13,3	13,0	12,7	12,5	12,3	12,1	11,9	11,4	11,1

	5	0,5-0,8	19,8	18.1	16,8	16,0	15,9	14,7	14,6	14,3	13,9	13,7	13,4	13,4	12,9	12,4
--	---	---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

		,586	,526	,615	,599	,545	,640	,601	,536	,643
	8	,483	,529	,597	,509	,557	,625	,512	,567	0 ,641
	12	,435	,491	,571	,463	,524	,603	,483	,598	0 ,632
	12*	,431	,487	,568	,459	,520	,601	,479	,546	0 ,360
0	2	,802	,8	,818	,806	,809	,829	,707	,731	0 ,776
	4	,665	,708	,762	,696	,739	,790	,667	,722	0 ,761
	6*	,636	,583	,640	,622	,754	,754	,643	,636	0 ,758
	8	,536	,605	,693	,583	,6	,733	,621	,695	0 ,7
	12	,514	,560	,660	,533	,671	,710	,604	,689	0 ,754
	12*	,479	,555	,656	,529	,615	,707	,598	,682	0 ,752

* Відношення довжини контура до його ширини не більше 2.