

**Кафедра пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій  
Національного університету цивільного захисту України**

## **Аудит блискавкозахисту будівель і споруд**

**Методичні вказівки  
до виконання модульної контрольної роботи  
для здобувачів вищої освіти  
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
в галузі знань 26 "Цивільна безпека"  
спеціальність - 261 "Пожежна безпека"**

**Харків 2021**

Рекомендовано до друку кафедрою пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій НУЦЗ України Протокол від 22.06.21 № 18

**Укладачі:** О.М. Григоренко, А.М. Катунін, К.А. Афанасенко

**Аудит блискавкозахисту будівель і споруд:** методичні до виконання модульної контрольної роботи / Укладачі: О.М. Григоренко, А.М. Катунін, К.А. Афанасенко. - Х.: НУЦЗ України, 2021. – 13 с.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем в галузі знань 26 "Цивільна безпека" спеціальності 261 "Пожежна безпека"

## ЗМІСТ

1	ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ .....	4
2	ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ .....	6
2.1.	Проект зовнішньої LPS.....	7
2.2.	Проект внутрішньої LPS. ....	10
	ЛІТЕРАТУРА .....	11
	Додаток 1 .....	12

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

**Мета модульної контрольної роботи.** Модульна контрольна робота (МКР) складається з проекту блискавкозахисту.

Проектне рішення повинне забезпечити:

зниження імовірність виникнення джерела запалювання електричного походження;

електробезпеку персоналу.

Усі розрахунки повинні мати посилання на нормативну й довідкову літературу.

Для виконання МКР необхідно використовувати дані методичні вказівки, Правила [1, 2], довідник [3], національні стандарти [4-7]. Теоретичний матеріал викладений у підручнику [8]. Необхідні літературні джерела є в електронній бібліотеці НУЦЗ України. Довідкові дані, мінімально необхідні для виконання МКР, наведені у додатку до даних методичних вказівок. Можливе використання іншої нормативної, навчальної та довідкової літератури.

Всі одиниці виміру фізичних величин повинні відповідати міжнародній системі одиниць СІ. Їх слід проставляти після результатів усіх виконаних розрахунків. При посиланні на нормативну або довідкову літературу потрібно вказати в квадратних дужках порядковий номер зі списку використаної літератури.

**Вказівки до вибору варіанту.** МКР виконується у відповідності з особистим варіантом завдання.

Вихідні дані для виконання МКР обираються з таблиці Додатку 1 (за номером за списком здобувача).

**Захист МКР.** Здобувач вищої освіти повинен заздалегідь (не пізніше ніж за добу до дати захисту) здати на перевірку МКР науково-педагогічному працівнику.

До захисту допускається МКР, яка відповідає індивідуальному завданню, виконаний у повному обсязі та не має суттєвих недоліків. Під суттєвим недоліком розуміються помилки, що призводять до неправильного виконання контрольної роботи.

Захист контрольної роботи проводиться особисто кожним здобувачем вищої освіти перед науково-педагогічним працівником. Як правило, при захисті здобувачу вищої освіти з метою перевірки рівня його знань задаються 2-3 питання за темою контрольної.

**Зміст МКР:** проект блискавкозахисту.

**Проект блискавкозахисту** повинен містити проект зовнішньої та внутрішньої блискавкозахисних систем [4-7], а саме:

- 1) характеристика захищеної будівлі;
- 2) оцінювання ризиків та визначення необхідного рівня блискавкозахисту;
- 3) вибір типу зовнішньої блискавкозахисної системи;
- 4) визначення розмірів компонентів зовнішньої блискавкозахисної

системи;

5) проектування внутрішньої блискавкозахисної системи.

## 2 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ

Будинки і споруди (або їх частини), в залежності від призначення, інтенсивності грозової діяльності в районі їх знаходження, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки та її вторинних дій [4].

Проект блискавкозахисту повинен містити проект зовнішньої та внутрішньої системи блискавкозахисту (СБЗ або LPS - lightning protection system).

Призначенням зовнішньої LPS є:

- перехопити спалах блискавки у будівлю (споруду) (з допомогою системи перехоплення);
- відвести безпечним чином струм блискавки до землі (з допомогою системи доземних провідників);
- розсіяти його у землі (з допомогою системи земляного закінчення).

Функція внутрішньої LPS полягає у запобіганні небезпечному іскрінню всередині будівлі (споруди), з використанням еквіпотенційного сполучення або роздільної відстані (а, отже, електричне ізолювання) між елементами LPS та іншими струмопровідними елементами всередині будівлі (споруди).

Тип перехоплювача блискавки (блискавкоприймача) визначається вихідними даними до контрольної.

Проект LPS складається з наступних етапів (рис. Е.1 ДСТУ EN 62305-3):

- 1) характеристика захищеної будівлі (споруди);
- 2) оцінювання ризиків та визначення необхідного рівня блискавкозахисту (РБЗ або LPL – lightning protection level);
- 3) вибір типу зовнішньої LPS;
- 4) визначення розмірів компонентів зовнішньої LPS (місце встановлення та висота перехоплювача блискавки, система доземних провідників, система земляного закінчення);
- 5) проектування внутрішньої LPS (визначення меж зон захисту від вторинних дій блискавки, порядок екранування на межах зон захисту від вторинних дій блискавки);
- 6) виконання необхідного креслення.

Усі об'єкти МКР є або з ризиком вибуху або пожежонебезпечними.

Для визначення класу LPS слід проводити оцінку ризику відповідно ДСТУ EN 62305-2. Досвід проведення вказаної оцінки показує, що для об'єктів з ризиком вибуху необхідна, як правило, LPS II-го класу, а для пожежонебезпечних об'єктів – LPS або II-го або III-го класу. Тому для усіх об'єктів контрольної роботи доцільно застосовувати LPS не нижче II-го класу.

Відповідно до таблиці 1 ДСТУ EN 62305-3 LPS II класу відповідає II-й LPL.

В контрольній роботі захист об'єкта здійснюється або вертикальним стрижньовим або дрововим (тросовим) перехоплювачами блискавки.

## 2.1. Проект зовнішньої LPS.

Відповідно п. 5.1.2 ДСТУ EN 62305-3 у більшості випадків зовнішня LPS може бути приєднана до захищеної будівлі. Ізольовану зовнішню LPS належить розглядати, якщо термічні та вибухові ефекти у точці ураження або на провідниках, що несуть струм блискавки, можуть становити небезпеку для будівлі (споруди) або для її вмісту. Типовими прикладами є будівлі (споруди) з займистою покрівлею, будівлі (споруди) з займистими стінами та зонами з ризиком вибуху і пожежі.

Відповідно п. 5.2.2 та додатку D ДСТУ EN 62305-3 компоненти перехоплювачів, встановлені на будівлі (споруді), має бути розміщено на кутах, виступних точках (особливо на найвищих рівнях всяких фасадів) у відповідності з одним або кількома з таких методів.

- метод захисного кута (protection angle design method),
- метод сфери, що котиться (rolling sphere design method).

Метод сфери, що котиться вважається найбільш точним методом.

Метод сфери, що котиться може бути застосований при проектуванні системи блискавкозахисту для будівель та споруд будь-якої складної форми. Застосовуючи цей метод, розміщення системи перехоплення вважається відповідним, якщо жодна точка будівлі (споруди), яка захищається, не торкається сфери радіусом  $r$ , залежно від класу LPS, яка котиться навколо та верхівкою будівлі (споруди) в усіх можливих напрямках. Таким чином, сфера торкається лише системи перехоплювачів.

Вигляд об'єму, що захищається, приводиться у Додатку А до ДСТУ EN 62305-3.

На рис. 2.1 приведений переріз у вертикальній площині об'єму, який захищається вертикальним стрижневим перехоплювачем, що розраховано методом сфери, яка котиться.

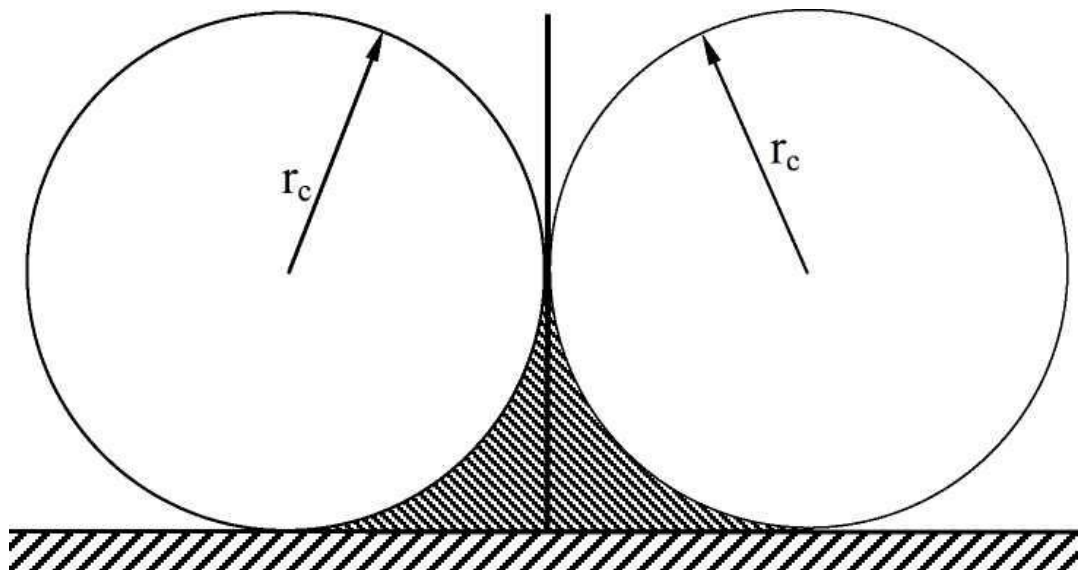


Рисунок 2.2. Переріз у вертикальній площині об'єму, який захищається вертикальним стрижневим перехоплювачем (розраховано методом сфери, що котиться)

Радіус сфери, що котиться визначається класом LPS. Відповідно таблиці 2 ДСТУ EN 62305-3 для LPS II класу радіус сфери, що котиться, дорівнює  $r_c=30$  м.

Метод захисного кута підходить до об'єктів простої форми.

Розміщення системи перехоплення вважається відповідним, якщо будівля (споруда), що захищається, повністю знаходиться у межах захищеного об'єму, який забезпечується системою перехоплення.

Об'єм, що захищається вертикальним стрижнями, приймається таким, що має форму прямого кругового конуса, вершина якого розташована на осі блискавкоприймача, з половинним кутом при вершині  $\alpha$ , залежно від класу LPS, та на висоті системи перехоплення. Приклади захищеного об'єму наведені на рис. 2.2 та 2.3.

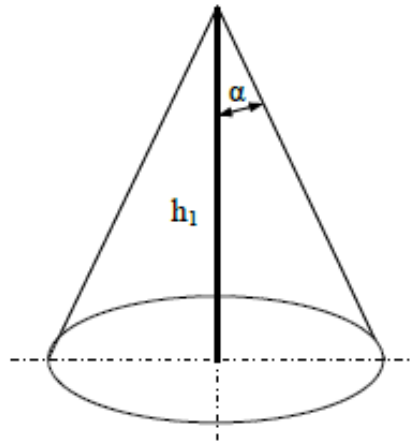


Рисунок 2.2. Об'єм, що захищається вертикальним стрижневим перехоплювачем (розрахований методом захисного кута)

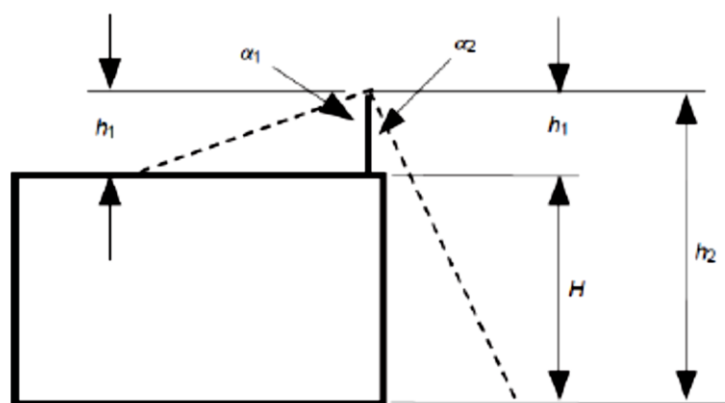


Рисунок 2.2. Об'єм, що захищається вертикальним стрижневим перехоплювачем (розрахований методом захисного кута)

Об'єм, що захищається дротом, визначається компонуванням об'єму, який захищається віртуальними вертикальними стрижнями з вершинами на дроті. На рис. 2.4 приведено об'єм, що захищається дротовою системою пе-



рехоплення, що розрахована методом захисного кута.

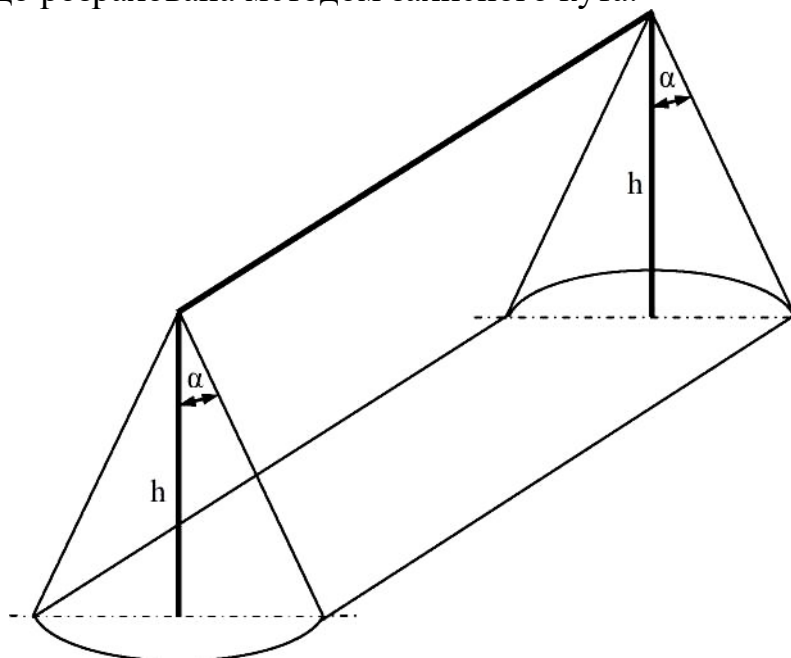


Рисунок 2.4. Об'єм, що захищається дротовою системою перехоплення (розрахований методом захисного кута)

Відповідно рисунку 1 ДСТУ EN 62305-3 захисний кут  $\alpha$  залежить від висоти перехоплювача блискавки  $h$ . На рис. 2.5 приведено залежність величини захисного кута  $\alpha$  від висоти перехоплювача блискавки  $h$  для LPS II класу.

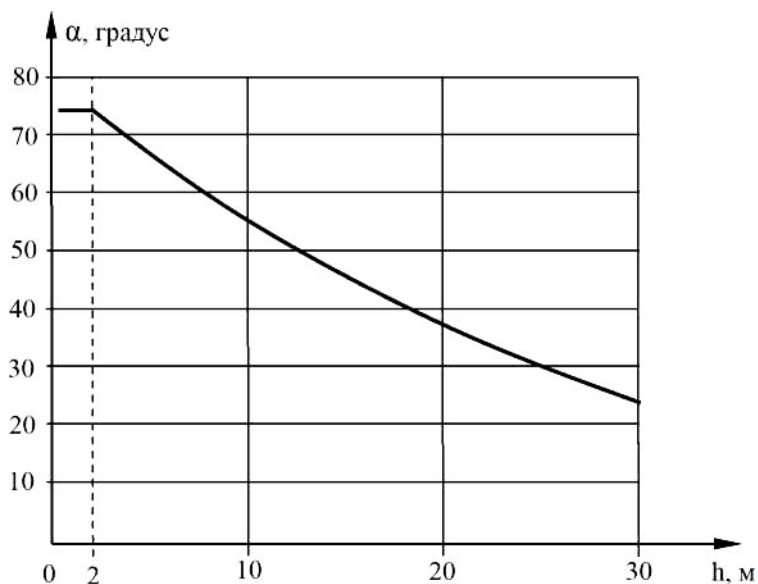


Рисунок 2.5. Визначення величини захисного кута для LPS II класу

За рекомендаціями п. D.3.3 ДСТУ EN 62305-3 для усіх систем блискавок козахисту вибухонебезпечних споруд слід використовувати систему земляного закінчення (заземлення) В-типу. Цей тип включає зовнішній кільцевий провідник стосовно споруди, що захищається, який контактує з ґрунтом принаймні на 80% його загальної довжини, або фундаментний

уземлювальний електрод, який утворює замкнене коло. Такі уземлювальні електроди можуть також бути поєднані у сітку.

Опір землі системи земляного закінчення будівель (споруд), які містять вибухові суміші, має бути якнайменшим з можливих та не перевищувати 10 Ом.

## 2.2. Проект внутрішньої LPS.

Система блискавкозахисту будинку також повинна включати внутрішню систему захисту від блискавки - частина LPS, що складається з системи еквіпотенційних сполучень захисту від блискавки та/або електричної ізоляції зовнішньої LPS (ДСТУ EN 62305-4).

Виділяється зони захисту від вторинних дій блискавки (LPZ - lighting protection zone): LPZ 0<sub>A</sub>, LPZ 0<sub>B</sub>, LPZ 1, LPZ 2 ... (рис. 2.6).

Для об'єктів КП достатньо обмежитися зонами захисту від вторинних дій блискавки: LPZ 0<sub>A</sub>, LPZ 0<sub>B</sub>, LPZ 1.

На межах зон повинні здійснюватися заходи щодо екранування і з'єднання всіх металевих елементів і комунікацій, що перетинають межу.

Металева конструкція будівельної споруди використовується або може бути використана як екран. Подібна екранна структура утворюється сталевією арматурою даху, стін, підлоги будівлі, а також металевими деталями даху, фасадів, сталевими каркасами, решітками. Ця екрануюча структура утворює електромагнітний екран з отворами (за рахунок вікон, дверей, вентиляційних отворів, чарунок сітки в арматурі, щілин в металевому фасаді, отворів для ліній електропостачання тощо). Для зменшення впливу електромагнітних полів усі провідні частини об'єкта електрично об'єднуються і з'єднуються з системою блискавкозахисту.

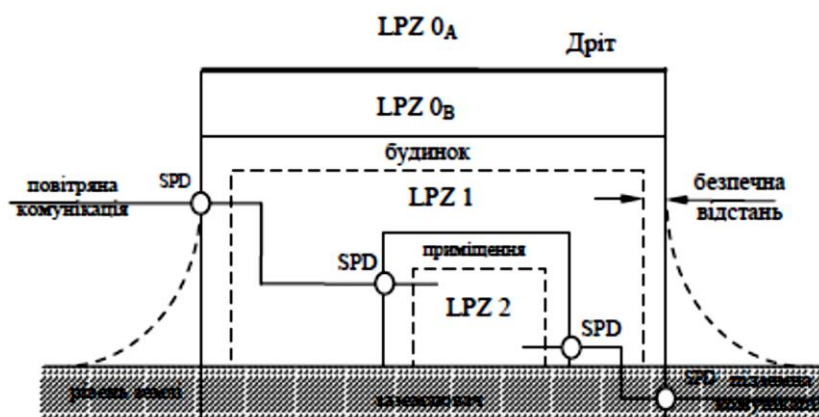


Рисунок 2.6. Зони захисту від вторинних дій блискавки при застосуванні для захисту від прямих влучень блискавки дротової системи перехоплення

При перетинанні меж зон електричними комунікаціями на межах зон встановлюються пристрої захисту від імпульсних перенапруг (SPD – surge protective device).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Правила улаштування електроустановок. - Харків: Видавництво «Форт», 2014. - 800 с.
2. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок // Збірка «Правила улаштування електроустановок», Харків: Видавництво «Форт», 2014. С. 692-782.
3. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / Под ред. А.Н. Баратова, А.Я. Корольченко. В 2-х кн. - М.: Химия, 1990.
4. Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT): ДСТУ EN 62305-1:2012. - [Чинний від 2012-08-01]. -- (Національний стандарт України).
5. Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками (EN 62305-2:2010, IDT): ДСТУ EN 62305-2:2012. - [Чинний від 2012-08-01]. -- (Національний стандарт України).
6. Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні руйнування споруд та безпека для життя людей (EN 62305-3:2011, IDT): ДСТУ EN 62305-3:2012. - [Чинний від 2012-08-01]. -- (Національний стандарт України).
7. Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах (EN 62305-4:2010, IDT): ДСТУ EN 62305-4:2012. - [Чинний від 2012-08-01]. -- (Національний стандарт України).
8. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник. - Харків: НУЦЗУ, 2010. - 569 с.
9. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою: ДСТУ Б В.1.1-36:2016. - [Чинний від 2017-01-01]. - (Національний стандарт України).

## Вихідні дані для виконання модульної контрольної роботи

№ з/п	Найменування виробничого приміщення	Тип перехоплювача блискавки	Розміри приміщення АхВхН, м
1	2	5	7
1.	Дільниця отримання бензолу із коксового газу	стрижневий	48x24x8
2.	Зернодробильне відділення кормоцеху сільгоспідприємства	стрижневий	18x12x6
3.	Дільниця приготування цукрової пудри	стрижневий	24x24x5
4.	Дільниця просочування обмоток електричних машин (розчинник толуол)	стрижневий	24x12x6
5.	Насосна станція з перекачування бензолу	стрижневий	12x12x3
6.	Комбікормовий цех	дротовий	60x24x10(12)
7.	Механізований склад зберігання солідолу	дротовий	120x24x10
8.	Машинний зал аміачної компресорної	стрижневий	36x18x5
9.	Фарбоприготувальна дільниця	стрижневий	24x12x6
10.	Воднева станція	стрижневий	20x10x3
11.	Дільниця знежирювання деталей (дизельне паливо марки З)	стрижневий	24x24x5
12.	Ательє з виготовлення одягу	стрижневий	30x15x6
13.	Насосна станція з перекачування спирту етилового	стрижневий	24x12x10
14.	Дільниця подрібнення вугілля	дротовий	120x24x10
15.	Дільниця отримання ацетилену	стрижневий	24x12x8
16.	Насосна станція з перекачування дизельного палива марки З	стрижневий	18x18x3
17.	Дільниця фарбування металевих виробів (фарба на оліфі)	дротовий	48x12x6(8)
18.	Насосна станція з перекачування бензину	дротовий	12x6x3(5)
19.	Котельня на природному газу	стрижневий	24x12x6
20.	Механізований склад зберігання в тарі уайт-спіриту	дротовий	60x12x4(6)
21.	Лісопилна дільниця деревообробного комбінату	дротовий	60x12x6(8)
22.	Дільниця фарбування двигунів (розчинник - сольвент)	стрижневий	48x24x8

23.	Олійна дільниця (отримання соняшникової олії з насіння віджиманням)	стрижневий	12x12x3
24.	Дільниця фарбування дерев'яних виробів (розчинник Р-5)	дротовий	48x12x5(7)
25.	Дільниця приготування крохмалю	стрижневий	24x12x5
26.	Зарядна станція акумуляторів	дротовий	12x6x6(7)
27.	Дільниця наповнення балонів скрапленими вуглеводневими газами	дротовий	36x18x6(7)
28.	Відділення упаковки та зберігання сажі	стрижневий	48x36x10
29.	Механізоване книгосховище	стрижневий	90x48x11
30.	Дільниця знежирювання деталей (дизельне паливо марки Л)	дротовий	24x12x8(9)