**Практична робота №1**

**Тема:** Приймачі оптичного випромінювання. Око як приймач випромінювання. Функції зору і їх характеристики.

**Мета:** Ознайомлення з приймачі оптичного випромінювання штучного і природного походження. Вивчення світлочутливої структури ока. Дослідження функцій зору.

**Теоретичні відомості:**

**Приймач оптичного випромінювання** — предмет або пристрій, призначений для прийому і перетворення оптичного випромінювання в будь-які інші види енергії.

Приймачі випромінювання (ПВ), що перетворюють невидиме випромінювання у видиме називають **перетворювачами**. ПВ бувають:

1. **Теплові.**

 Бломери, термоелементи, калориметри, піроелектричні, оптикоакустичні, діпотометричні.

*Бломер —* фоточутливий прилад, комплексний опір якого збільшується при зростанні температури чутливого елемента, викликаного поглинанням оптичного випромінювання. *Термоелемент*— принцип дії базується на термоелектричному ефекті. *Калориметри —*теплові приймачі випромінювання, що базуються на піроелектричному ефекті (тобто, при зміні температури піроелектричного кристалу змінюється його поляризація). *Оптикоакустичні ПВ —*принцип роботи полягає на ефекті розширення об’єму газу під дією випромінювання. *Діпотометричні ПВ* — приймачі випромінювання, які використовуються теплове розширення твердих тіл. Прийомним матеріалом здебільшого є біметалева пластина.

**2. Фотоелектричні.**

ПВ з внутрішнім фотоефектом. В фотоелектричних приймачах випромінювання фотони оптичного випромінювання на пряму взаємодіють з його кристалічною решіткою, в результаті чого вивільняються носії електричного струму. Якщо вивільнені носії струму залишаються у напівпровіднику, то це є явище внутрішнього фотоефекту. *Фоторезистор —* ПВ, явище внутрішнього фотоефекту якого проявляється у збільшенні електропровідності. *Вентильні фотоелементи*— складаються з двох контактуючих матеріалів: метал-напівпродвіник або напівпровідник-напівпровідник, які в контактній зоні створюють запираючий шар. *Фотодіод —*монолітна структура, що має області з різними типами провідності (n- та р-типу), які утворюють область об’ємного заряду, що включає два р-n переходи, один у прямому напрямку, інший — в протилежному. *Фототранзистор —*здійснює підсилення електричного сигналу в наслідок потрапляння світлового випромінювання на одну з його областей (на базу). *Фототеристори­*— приймачі випромінювання на р-n-р структурах, що переходять при освітленні із закритого стану у відкритий (в прямому напрямку). *ПЗЗ*—матричні приймачі, що є періодичною структурою із ємнісних елементів на основі метал-діелектрик-напівпровідник з послідовним переносом заряду.

ПВ із зовнішнім фотоефектом. Якщо носії струму фотоелектрона, що виникають в речовині при його освітленні імітується у вакуумі чи газу, утворюючи струм у зовнішньому ланцюгу, то спостерігається явище зовнішнього фотоефекту. *Фотоелемент —* електронно-вакуумний або газонаповнений пристрій, що перетворює оптичне випромінювання в електричний сигнал і складається з фотокатоду та аноду. *Фотопомножувач —*електронно-вакуумний прилад, перетворює оптичне випромінювання в електричний сигнал з його підсиленням. *Електронно-оптичний перетворювач* — призначений для підсилення яскравості оптичного зображення, що створює оптична система, а в деяких випадках і для перетворення спектрального складу випромінювання.

**3. Фотохімічні** — різні фоточутливі фотографічні матеріали, які використовуються в оптичних і оптоелектронних приладах.

****

**О́ко** — парний сенсорний [орган](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8_%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8) (орган [зорової системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0)) людини і тварин, що має здатність сприймати [електромагнітне випромінювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) у [видимому діапазоні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D1%96%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BD) довжин хвиль і забезпечує функцію [зору](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%96%D1%80). Крізь очі надходить ≈ 90% інформації з навколишнього світу.

Око міститься в очній ямці [черепа](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BF) ([орбіті](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F)). Воно складається з двох частин: очного яблука і допоміжного апарата ока. Очне яблуко має кулясту форму, що дозволяє йому рухатись у межах очної ямки.

**Будова ока:** Зорова система складається з периферичного відділу (органу зору — ока), провідникового відділу (зорового нерва) і центрального відділу (основу становить зоровий центр [кори головного мозку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B0_%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%BA%D1%83).

Орган зору людини — око — це унікальний і дуже складний орган. У людини два ока, і тому [зір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%96%D1%80) **бінокулярний**, або **стереоскопічний**. Кожне око розташоване в очній ямці черепа (орбіті), має кулясту форму з опуклішою передньою частиною і тому ще називається **очним яблуком**. Така форма ока дає змогу йому рухатися в певних межах очної ямки. Око має три оболонки:

* зовнішня (білкова),
* середня (судинна)
* внутрішня ([сітківка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D1%82%D0%BA%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B0)).

Зовнішня оболонка ока включає білкову оболонку, або [склеру](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B0), і [рогівку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B0). **Білкова оболонка**, або **склера**, — найщільніша й найміцніша в усьому оці оболонка, що складається зі [сполучної тканини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B0), в якій переплелися [колагенові](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD) та еластичні волокна. Ця оболонка надає очному яблукові форми, тобто виконує опорну функцію. Спереду білкова оболонка переходить у прозору рогівку.

[Рогівка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B0) — це передня прозора частина ока, [лінза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BD%D0%B7%D0%B0). Через рогівку всередину ока проникають [світлові промені](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE). Вона має здатність їх [заломлювати](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F). Рогівка містить механорецептори, тому дотик до неї спричиняє **безумовний**[**рефлекс**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%84%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81), який проявляється кліпанням.

Отже, зовнішня оболонка захищає око від механічних і хімічних пошкоджень, від [мікроорганізмів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%BC%D0%B8), пропускає і заломлює промені [світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE).

За зовнішньою оболонкою розташована пронизана [кровоносними судинами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BD%D1%96_%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8) **середня**[**(судинна)**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%BA%D0%B0)**оболонка**. Вона складається з [райдужної оболонки або райдужки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B0), [циліарного тіла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE) і, [власне судинної оболонки (хоріоідеа)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%BE%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%B0).

Райдужна оболонка розташована спереду судинної оболонки і містить пігмент [меланін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BD), який зумовлює її забарвлення — від [блакитного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%80) до темно-коричневого, має вигляд диска з круглим отвором всередині  — [зіницею](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%96%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F). Завдяки [гладеньким м'язам](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C%D0%BA%D1%96_%D0%BC%27%D1%8F%D0%B7%D0%B8) зіниця здатна змінювати свій [діаметр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%96%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80), регулюючи кількість світла, що потрапляє в око. Якщо освітлення яскраве — зіниця звужується, в темряві вона розширюється.

Діаметр змінюється і в результаті [емоційних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BC%D0%BE%D1%86%D1%96%D1%8F) реакцій: за стану страху зіниця розширюється, а за [гніву](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BD%D1%96%D0%B2) — звужується. Це відбувається рефлекторно: під час збудження [симпатичного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) відділу [автономної нервової системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) (під час [стресу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%81_%28%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B0%29), [страху](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%85)) зіниці розширюються, [парасимпатичного відділу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) (після стресу) — звужуються. Завдяки узгодженій роботі цих відділів встановлюється потрібний діаметр [зіниці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%96%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F). Так зіничний [рефлекс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%84%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81) регулює надходження в око світла і має захисне значення.

У середині [судинної оболонки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%BA%D0%B0) міститься [циліарне тіло](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE) (війчасте тіло), що складається з [війкового м'яза](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D1%96%D0%B9%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%27%D1%8F%D0%B7&action=edit&redlink=1) і зв'язок, до яких прикріплюється [кришталик](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BA).

[Власне судинна оболонка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%BE%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%B0) — це густа сітка кровоносних судин, які забезпечують безперервне живлення всього ока.

Внутрішня оболонка — **сітківка** є світлосприймальною. Вона перетворює світлову енергію ([подразнення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C)) на [нервовий імпульс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB_%D0%B4%D1%96%D1%97) і здійснює первинну обробку зорового сигналу.

Ми сприймаємо світло завдяки тому, що його промені проходять через оптичну систему ока. Там збудження обробляється й передається до [кори кінцевого мозку](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B0_%D0%BA%D1%96%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%BA%D1%83&action=edit&redlink=1). Сітківка — це складна оболонка ока, що містить кілька шарів клітин, різних за формою і функцією.

Перший (зовнішній) шар — *пігментний*, складається із щільно розташованих епітеліальних клітин, які містять чорний [пігмент](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B3%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) [фусцин](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A4%D1%83%D1%81%D1%86%D0%B8%D0%BD&action=edit&redlink=1). Він поглинає світлові промені, сприяючи чіткішому зображенню предметів. Другий шар — *рецепторний*, утворений світлочутливими клітинами — **зоровими рецепторами** — *фоторецепторами: колбочками і паличками*. Вони сприймають світло і перетворюють його енергію на нервовий імпульс.

У сітківці людини нараховують близько 130 млн паличок і 7 млн колбочок. Розміщені вони нерівномірно: у центрі сітківки розташовані переважно колбочки, далі від центру — колбочки і палички, а на периферії переважають палички.

[Колбочки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B8) забезпечують сприйняття форми і кольору предмета. Вони малочутливі до світла, збуджуються лише при яскравому освітленні. Найбільше колбочок навколо центральної ямки. Це місце скупчення колбочок називають [жовтою плямою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D0%BC%D0%B0). Жовту пляму, особливо її центральну ямку, вважають місцем найкращого бачення. У нормі зображення завжди фокусується оптичною системою ока на жовтій плямі. При цьому предмети, які сприймаються периферичним зором, розрізняються гірше.

[Палички](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B8) мають видовжену форму, колір не розрізнять, але дуже чутливі до світла і тому збуджуються навіть при малому, так званому сутінковому, освітленні. Тому ми можемо бачити навіть у погано освітленій кімнаті або в сутінках, коли контури предметів ледь вирізняються. Завдяки тому, що палички переважають на периферії сітківки, ми здатні бачити «куточком ока», що відбувається навколо нас.

Отже фоторецептори сприймають світло і перетворюють його на енергію на нервовий імпульс, який продовжує свій шлях у сітківці та проходить через третій шар клітин, утворений з'єднанням фоторецепторів із нервовими клітинами, що мають по два відростки (їх називають біполярними). Далі інформація [зоровими нервами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B2) через [середній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%96%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%BA) і [проміжний мозок](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%BA) передається до [зорових зон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0) [кори головного мозку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B0_%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%BA%D1%83). На нижній поверхні мозку зорові нерви частково перехрещуються, тому частина інформації від правого ока надходить у ліву півкулю і навпаки.

Місце, де зоровий нерв виходить із сітківки, позбавлене фоторецепторів, у ньому світло не сприймається, і називається це місце [сліпою плямою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%96%D0%BF%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D0%BC%D0%B0). Предмети, зображення яких потрапляє на цю ділянку, ми не бачимо. Площа сліпої плями (в нормі) становить від 2,5 до 6 мм².

Багатоколірність сприймається завдяки тому, що колбочки реагують на певний спектр світла ізольовано. Існує *три типи колбочок*. При ізольованій дії хвиль різної довжини колбочки кожного типу збуджуються неоднаково. Внаслідок цього кожна довжина хвилі сприймається як особливий колір. Колбочки першого типу реагують переважно на червоний колір, другого — на зелений і третього — на синій. Ці кольори називають *основними*. Наприклад, коли ми дивимося на райдугу, то найпомітнішими для нас є основні кольори (червоний, зелений, синій).

Оптичним змішуванням основних кольорів можна одержати всі кольори та їхні відтінки. Якщо всі три типи колбочок збуджуються водночас і однаково, виникає відчуття білого кольору.

У деяких людей колірний зір порушений. Порушення колірного зору називають **дальтонізмом** (від прізвища англійського вченого [Джона Дальтона](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD_%D0%94%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BE%D0%BD), який у 1795 р. уперше описав це явище). Це переважно розлад сприймання червоного і зелених кольорів через відсутність певних типів колбочок у сітківці ока. Люди, які страждають на [дальтонізм](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%BC), не можуть працювати водіями, льотчиками тощо. Дальтонізм не лікується.

**Контрольні запитання:**

1. Що таке приймач оптичного випромінювання ?
2. Основні властивості та принцип дії перетворювачів оптичного випромінювання.
3. Джерела оптичного випромінювання та їх характеристики.
4. Приймачі оптичного випромінювання. Їх різновидність.
5. Живі приймачі оптичного випромінення ?
6. Функції ока людини ?
7. Будова ока людини ?
8. Функції колбочок і паличок ?
9. Властивості фоторецепторів ?
10. Дальтонізм та інші порушення зору.

**Практична робота № 2**

 **Тема:** Система світлових величин. Поняття і визначення світлової системи величин.

**Мета:** Навчитися розрізняти та визначати системи світлових величин, та виконувати їх розрахунки.

Теоретичні відомості:

 У світлотехніку, де еталонним приймачем випромінювання є око людини, для оцінки ефективної дії потоку випромінювання вводиться поняття світлового потоку.

 *Світловий потік * – це потік випромінювання, що оцінюється його дією на око, відносна спектральна чутливість якого визначається усередненою кривою спектральної ефективності.

 У світлотехніці використовується і таке визначення світлового потоку: *світловий потік* – це потужність світлової енергії. Одиниця світлового потоку – люмен (лм).

Співвідношення між електричною енергією, що розсіюється в джерелі світла, і випромінюваним світловим потоком називається *світловою віддачею*, що вимірюється в лм/Вт.

 Максимальне значення спектральної чутливості середнього ока людини дорівнює 680 лм/Вт при довжині хвилі випромінювання мкм.

 Тому якщо необхідно в загальному потоці випромінювання визначити світловий потік, то користуються формулою

, (1.1)

або для монохроматичного випромінювання

, (1.2)

де  – відносна спектральна чутливість приймача ; ,  – спектральна світлова чутливість приймача до випромінювання відповідно з довжиною хвилі  і до випромінювання з довжиною хвилі ** (при якому чутливість максимальна).

Розподіл випромінювання реального джерела в навколишньому просторі нерівномірний. Тому світловий потік не буде вичерпною характеристикою джерела, якщо одночасно не визначається розподіл випромінювання за різними напрямками навколишнього простору. Для характеристики розподілу світлового потоку користуються поняттям просторової густини світлового потоку за різними напрямками навколишнього простору. Просторову густину світлового потоку, що визначається відношенням світлового потоку до тілесного кута з вершиною в точці розміщення джерела, у межах якого рівномірно розподілений цей потік, називають *силою світла*:

, (1.3)

де  – світловий потік; ** – тілесний кут.

 Одиницею сили світла є кандела (кд) – світловий потік у люменах (лм), що випускається точковим джерелом у тілесному куті 1 ср (лм/cр).

*Освітленість* – це кількість світла або світлового потоку, що падає на одиницю площі поверхні. Вона позначається літерою *Е* і вимірюється в люксах (лк).

 Один люкс дорівнює одному люмену на метр квадратний (лм/м2).

 Освітленість можна визначити як густину світлового потоку на освітлюваній поверхні:

. (1.4)

 Освітленість не залежить від напрямку поширення світлового потоку на поверхню.

*Світність* – це густина світлового потоку, що випускається світною поверхнею. Одиницею світності служить люмен на метр квадратний світної поверхні, що відповідає поверхні площею 1 м2, що рівномірно випромінює світловий потік 1 лм.

. (1.5)

*Яскравість*, випромінювана поверхнею *dS* під кутом до нормалі цієї поверхні, дорівнює відношенню сили світла, випромінюваного в даному напрямку, до площі проекції випромінювальної поверхні на площину, перпендикулярну до даного напрямку .

. (1.6)

 Одиниця вимірювання яскравості – кандела на метр квадратний (кд/м2).

**Практичне завдання**

Визначити основні світлові властивості поверхні прощею S, при відповідному світловому потоці Ф і силі світла І. Вихідні дані вказані в таблиці 1.1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант № | S, $м^{2}$ | Ф, лм | І, кд | Кут α | Тип поверхні |
| 1 | 15 | 20 | 300 | 0,6 | О (освітлювальна) |
| 2 | 25 | 40 | 250 | 0,8 | С (світимма) |
| 3 | 21 | 50 | 270 | 0,3 | О |
| 4 | 36 | 60 | 600 | 0,5 | О |
| 5 | 2 | 100 | 150 | 0,6 | С |
| 6 | 4 | 120 | 220 | 0,7 | О |
| 7 | 12 | 120 | 660 | 0,75 | С |
| 8 | 10 | 190 | 900 | 0,83 | С |
| 9 | 95 | 210 | 360 | 0,65 | О |
| 10 | 65 | 220 | 520 | 0,33 | С |
| 11 | 38 | 230 | 260 | 0,54 | О |
| 12 | 19 | 20 | 380 | 0,68 | О |
| 13 | 6 | 40 | 166 | 0,98 | О |
| 14 | 41 | 50 | 158 | 0,32 | С |
| 15 | 12 | 60 | 150 | 0,58 | С |
| 16 | 5 | 100 | 129 | 0,67 | О |
| 17 | 48 | 120 | 360 | 0,55 | С |
| 18 | 53 | 380 | 352 | 0,39 | О |
| 19 | 22 | 370 | 425 | 0,45 | О |
| 20 | 24 | 360 | 800 | 0,15 | О |
| 21 | 25 | 350 | 660 | 0,76 | О |
| 22 | 23 | 310 | 900 | 0,54 | С |
| 23 | 35 | 250 | 360 | 0,67 | С |
| 24 | 37 | 250 | 520 | 0,25 | О |
| 25 | 31 | 380 | 260 | 0,35 | С |
| 26 | 25 | 370 | 129 | 0,28 | С |
| 27 | 43 | 360 | 360 | 0,34 | О |
| 28 | 95 | 190 | 352 | 0,67 | С |
| 29 | 65 | 210 | 425 | 0,45 | О |
| 30 | 53 | 220 | 800 | 0,67 | О |
| 31 | 48 | 230 | 360 | 0,55 | С |
| 32 | 43 | 20 | 520 | 0,39 | С |
| 33 | 41 | 40 | 260 | 0,45 | О |
| 34 | 38 | 50 | 380 | 0,15 | О |
| 35 | 37 | 60 | 166 | 0,6 | О |
| 36 | 36 | 100 | 520 | 0,7 | О |
| 37 | 35 | 250 | 260 | 0,75 | О |
| 38 | 31 | 250 | 129 | 0,83 | С |
| 39 | 25 | 380 | 360 | 0,65 | С |
| 40 | 27 | 370 | 352 | 0,33 | О |

**Практична робота №3**

**Тема:** Види джерел світла. Визначення типу ламп.

**Мета:** Навчитися розрізняти види джерел світла, та уміти визначати типи ламп.

Теоретичні відомості

**Лампи розжарювання (ЛР)**: Світло в лампах розжарювання створюється шляхом проходження електричного струму через тонкий дріт, який зазвичай роблять із вольфраму. Цей вид ламп популярний завдяки дешевизні та простоті використання — змінити перегорілу лампочку може навіть дитина. Є у «грушах» також інші переваги. Не потрібні спеціальні системи електронного запуску та стабілізації, лампи розжарювання випромінюють приємне і звичне світло жовтуватого відтінку. Сучасні лампи розжарювання бувають найрізноманітніших конструкцій і розмірів — від звичної грушоподібної форми до «свічок», які часто використовують у люстрах. Недолік цього джерела світла — низька світловіддача. 95% виробленої лампою розжарювання енергії перетворюється на тепло і лише 5% — у світло. Крім того, вік такої лампи недовгий. У середньому, вона може слугувати не більш як 1000 годин.   Де краще застосовувати? Лампи розжарювання є повсюдно, вони гарні для квартир із традиційною архітектурою і плануванням — без арочних отворів і навісних стель. Лампи розжарювання рекомендують застосовувати біля дзеркала у ванній і на туалетному столику — макіяж, нанесений при такому світлі, буде виглядати найбільш природним. Для освітлення дзеркал і шаф найкраще використовувати трубчасті лампи.   Якщо вимоги до розрізнення кольорів в інтер'єрі високі, краще використовувати інші джерела світла. При передачі синьо-блакитних, жовтих і червоних тонів, освітлених лампами розжарювання, можуть виникнути похибки. Не рекомендується також використовувати лампи розжарювання у великих кімнатах. Справа в тому, що при їх роботі виділяється багато тепла і приміщення, оснащені великою кількістю таких ламп, просто перегріється.

Маркування ЛР:

Перший елемент - від однієї до чотирьох букв - характеризує лампу за фізичними і конструктивними особливостями: В - вакуумна; Г - газополних аргонове моноспіральная; Б - аргонове біспіральні; БК - біспіральні кріптоновая; МТ - в матованою колбі; МЛ - в колбі молочного кольору; Про - в опалової колбі.

Другий елемент - буквене вираз з однієї-двох літер - визначає призначення ламп: А - автомобільна; Ж - залізнична; КМ - комутаторна; ПЖ - прожекторні; СМ - самолетная.

Третій елемент - цифрове вираз - визначає номінальну напругу в вольтах, через дефіс - номінальна потужність в ватах (для двухспіральной ламп після номінального напруги вказуються сила світла, кд).

Четвертий елемент - порядковий номер доопрацювання (для ламп, розроблених вперше, четвертий елемент відсутній).

Приклад маркування ламп: БКМТ215-225-100-2 - лампа розжарювання біспіральні кріптоновая, в матованою колбі, напруга 215-225 В, потужність 100 Вт, друга доопрацювання;

**Галогенні лампи** — нове покращене покоління ламп розжарювання. Як і свої попередники, вони випромінюють тепло. Світло утворюється за допомогою спіралі з жароміцного вольфраму. Вона розміщена в колбі, заповненій інертним газом. При проходженні електричного струму спіраль розжарюється, виробляючи теплову і світлову енергію. Порівняно з лампами розжарювання, спіраль галогенної лампи нагрівається до більш високої температури, таким чином, світла виділяється більше.   Галогенні лампи — компактні, низьковольтні, довговічні й економічні. Спектр їх випромінювання ближче до спектра білого світла, ніж у ламп розжарювання. Але і вони мають свої недоліки. Такі лампи дуже сильно нагріваються — до 500°С. Тому при їх встановленні потрібно дотримуватися правил протипожежної безпеки. Серед мінусів галогенних ламп — їх висока чутливість до перепадів напруги в мережі. Їх потрібно включати через стабілізатор напруги і не торкатися голими руками — колба забрудниться і може несподівано вибухнути при включенні світла.   Де краще застосувати? Галогенні лампи використовують скрізь, як і лампи розжарювання. Вони компактні, тому ідеальні для кімнат із підвісними стелями. Завдяки теплому білому світлу такі лампи відмінно передають кольори інтер'єру і меблів. Галогенне світло має властивість робити навколишні кольори інтенсивнішими, надавати особливий блиск виробам із металу, скла і хрому, тому його часто використовують у вітринах магазинів.

Маркування ГЛР:

перша буква - матеріал колби (К - кварцова);

друга буква - вид галогенною добавки (Г - галоген йод);

третя буква - область застосування (О - облучательной) або конструктивна особливість (М - малогабаритна);

перша група цифр - номінальна напруга, В;

друга група цифр через дефіс - номінальна потужність, Вт.

Приклад маркування галогенних ламп: КГМ12-40 - в кварцовою колбі, галогенна, малогабаритна, номінальну напругу 12 В, номінальна потужність 40 Вт.

**Люмінесцентні лампи.**   Їхня головна перевага — низькі витрати електроенергії. Спочатку така лампочка обійдеться дорожче звичайної, але і вона прослужить довго. Якщо звична лампочка Ілліча витримує в середньому 1000 годин, то лампа розжарювання може світити в 10 разів довше.   Люмінесцентні лампи працюють за рахунок ультрафіолетового випромінювання. Перевага таких ламп полягає не тільки в економії. Вони випромінюють м'яке і приємне для ока світло і не схильні до мерехтіння. Але так було не завжди. До недавнього часу люмінесцентні лампи не використовували в житлових приміщеннях, так як вони були лише трубчастими і давали холодне незатишне світло, в якому все виглядало тьмяним і похмурим. Але технології не стоять на місці, і тепер люмінесцентні лампи зменшилися до розмірів звичайної лампочки і набули різні відтінки спектра.   Де краще застосувати? Завдяки тому, що люмінесцентні лампи не нагріваються, їх добре застосовувати в пластикових конструкціях. Світлодизайнери віддають перевагу саме таким лампам для створення світлових композицій. А в домашніх умовах вони гарні в тих кімнатах, де довго не вимикають світло,наприклад, у коридорах і передпокої.



**Світлодіодні лампи** або **світлодіодні світильники** (LED)— [світлотехнічні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0) вироби для побутового, промислового та вуличного освітлення, у яких [джерелом світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0) є [світлодіоди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B4). Світлодіодна [лампа](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)— це набір світлодіодів і схеми живлення для перетворення мережевої енергії на постійний струм низької напруги.

На світлодіоди має несприятливий вплив висока температура, через що, світлодіодні лампи, як правило, мають теплові елементи розсіювання, такі як [радіатори](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) й охолоджувальні ребра. Термін їх служби й електричний [ККД](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%9A%D0%94) (відносяться до [енергоощадних ламп](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B3%D0%B0%D1%8E%D1%87%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)) у рази кращі, ніж у звичайних [ламп розжарення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B6%D0%B0%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) і більшості [люмінесцентних ламп](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0). Щоб спростити заміну ламп розжарення на світлодіодні, останні конструктивно виконують зі стандартними [цоколями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B8): E14 (міньйон), E27, E40 та іншими. За прогнозами, ринок світлодіодних ламп, буде зростати більш ніж у дванадцять разів протягом наступного десятиліття, з $ 2 млрд на початку 2014 до $ 25 млрд 2023 року.

Маркування світлодіодних ламп цей параметр позначається буквой, яка показу форму колби, і числом, що вказує діаметр: А – грушевидная колба,; G – шароподібна; B, C – «свічка»; R –«гриб».

На відміну від більшості люмінесцентних ламп (наприклад трубок або [компактних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)), світлодіоди набирають повної [яскравості](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) без потреби [часу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81) на прогрівання; окрім цього, строк служби люмінесцентних ламп знижується частими вмиканнями та вимиканнями, оскільки вони мають [вольфрамові](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC) [нитки розжарення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%82%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F). Таких вад не мають світлодіодні лампи, але їх [первісна вартість](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B2%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), зазвичай, набагато вищa. Більшість світлодіодних ламп не випромінюють світло у всіх напрямках, проте лампи, які розповсюджують світло на усі боки (360 °), стають усе більш поширеними.

**Газорозрядна лампа** належить до електронних пристроїв, [джерел світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BE_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0), що випромінюють [світлову енергію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE) у [видимому діапазоні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D1%96%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BD). Фізична основа — [електричний розряд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D1%8F%D0%B4) у [парах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0) [металів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB). Останнім часом газорозрядні лампи прийнято називати розрядними лампами.

Газорозрядні лампи являють собою сімейство [штучних джерел світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0), які створюють його шляхом пропускання електричного розряду крізь іонізований газ у [плазмі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0_%28%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%29). Як правило, у таких лампах використовується [інертний газ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%96_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B8): [аргон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%BD), [неон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BE%D0%BD), [криптон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%82%D0%BE%D0%BD) і [ксенон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BD) або суміш цих газів. Деякі включають у себе додаткові речовини, такі як [ртуть](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%82%D1%83%D1%82%D1%8C), [натрій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B9), і нітрати металів, які випаровуються під час запуску, щоби стати частиною газової суміші. У процесі роботи газ іонізується, і вільні [електрони](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD), які прискорено електричним полем у трубці, стикаються з [атомами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) газу. Коли збуджений електрон повертається до більш низького енергетичного стану, він випускає [фотон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD) світла з характерною [частотою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0). [Колір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%80) отриманого [світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE), залежить від [спектра](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80) випромінювання атомів, що складають газ, а також [тиску](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA) газу. Газорозрядні лампи можуть випромінювати широкий розбіг кольорів. Деякі лампи виробляють [ультрафіолетове випромінювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), яке перетворюється у [видиме світло](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B5_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE), за допомогою флуоресцентного покриття на внутрішньому боці скла поверхні лампи.

Поділяються на розрядні лампи високого та низького тиску. Переважна більшість розрядних ламп працюють у парах ртуті. Мають високу ефективність перетворення електричної енергії на світлову. Ефективність ([світлова віддача](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0)) вимірюється у [люменах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D0%B5%D0%BD) на [ват](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%82) (Лм/Вт). Найбільшу ефективність, на сьогоднішній день, мають лампи розрядні у парах натрію ([ДНаТ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%82%D1%80%D1%96%D1%94%D0%B2%D0%B0_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)) — 150—200 Лм / Вт. Крім цього виду розрядних ламп дуже поширено [люмінесцентні лампи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0) (ЛЛ, розрядні лампи низького тиску), [металогалогенні лампи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B8) (МГЛ або ДРІ), [дугові ртутні люмінесцентні лампи (ДРЛ)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%82%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0). Менш поширеними є [лампи з розрядом у парах ксенона (ДКсТ)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0).

*Умовне позначення ламп:* Д – дугова, Р – ртутна, Л – люмінесцентна. Цифри після літер відповідають потужності лампи у ватах, далі в дужках зазначається «червоне відношення» у %, а через дефіс – номер розробки (ДРЛ 250(10) – 1).

Д – дугова, Р – ртутна, І – із випромінювальними добавками. Цифри після літер відповідають потужності лампи у ватах, далі через дефіс – номер розробки або модифікації. Колби можуть бути: еліпсоїдні або трубчасті.

Д – дугова, На – натрієва, Т – трубчаста. Цифри після літер відповідають потужності лампи у ватах.

**Практичне завдання:**

Розшифрувати і визначити тип і характеристики лампи згідно до маркування.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варіант № | Маркування лампи | Маркування лампи | Маркування лампи |
| 1 | ЛБ-20 | ЛР-60 | ЛТБУ-40 |
| 2 | LED А35 4 Е27 | ЛБР-40Ц | КГМ9-60 |
| 3 | ЛБ-60 | LED А35 6 Е27 | ДНаТ-630 |
| 4 | ЛР-100 | ДНаТ-630 | ЛЕ-120Ц |
| 5 | ДРІ-120-2Е | ЛТББ-60 | ДРЛ-320(25)-1 |
| 6 | ЛТБ-80 | ЛР-60 | ЛТББ-40 |
| 7 | БКМТ215-225-100 | ЛР-80 | LED А35 4 Е27 |
| 8 | КГМ24-80 | ДРІ-120-1Т | ДНаТ-630 |
| 9 | ДНаТ-320 | ЛТБУ-40 | LED R25 4 Е14 |
| 10 | LED А35 8 Е27 | КГМ9-60 | ДНаТ-630 |
| 11 | ДРЛ-320(15)-2 | ЛР-60 | ЛР-120 |
| 12 | ЛР-80 | LED C35 6 Е14 | ДРІ-260-2Т |
| 13 | ДРЛ-320(10)-1 | ЛТБУ-40 | LED R35 3 Е27 |
| 14 | LED А35 8 Е27 | БКМ215-225-120 | ДРЛ-340(10)-2 |
| 15 | ЛТБУ-50 | КЛЛ-60 | LED С35 6 Е14 |
| 16 | ДРЛ-180(10)-1 | LED А35 4 Е27 | ЛР-60 |
| 17 | LED R28 8 Е14 | ЛУФ-70 | ДРІ-250-2Т |
| 18 | ДНаТ-630 | ЛТБУ-40 | LED А35 9 Е27 |
| 19 | КЛЛ-80 | ДНаТ-850 | КГМ24-80 |
| 20 | ЛР-75 | ДРЛ-620(25)-2 | ЛТБУ-40 |
| 21 | ЛТББ-40 | LED R35 5 Е14 | ДРІ-120-2Е |
| 22 | КГМ24-60 | КЛЛ-75 | ДНаТ-630 |
| 23 | ЛУФ-70 | КГМ9-60 | LED R35 6 Е27 |
| 24 | LED А35 4 Е27 | ДРЛ-320(15)-2 | ЛТБУ-50 |
| 25 | КГМ9-60 | ЛР-80 | ДНаТ-630 |
| 26 | ЛР-60 | ДРЛ-320(10)-1 | БКМТ215-225-95 |
| 27 | LED C35 6 Е14 | ДНаТ-850 | ДРЛ-320(10)-1 |
| 28 | ЛТБУ-40 | ДРІ-260-2Т | LED C20 7 Е27 |
| 29 | БКМ215-225-120 | LED А35 8 Е27 | КГМ9-80 |
| 30 | ДРІ-260-2Т | LED C25 4 Е27 | КЛЛ-60 |
| 31 | LED А35 7 Е27 | ЛТБУ-50 | ЛР-80 |
| 32 | LED А35 6 Е14 | ДНаТ-630 | ДРЛ-320(15)-2 |
| 33 | ЛР-100 | БК215-225-950 | LED А35 6 Е15 |
| 34 | ЛРМТ215-225-120 | ЛР-60 | КЛЛ-50 |
| 35 | ЛТБУ-60 | КГМ9-60 | ЛТБУ-40 |
| 36 | LED А35 4 Е14 | ДРЛ-620(25)-2 | ДНаТ-800 |
| 37 | ДНаТ-100 | ЛР-100 | БК215-225-950 |
| 38 | КГМ12-80 | ДРІ-250-2Т | LED А35 6 Е27 |
| 39 | ЛР-60 | ЛТБУ-40 | ДНаТ-650 |
| 40 | КЛЛ-80 | ДРЛ-620(25)-2 | КГМ12-60 |

**Практична робота №4**

**Тема:** Вибір кількості і розміщення світильників.

**Мета:** Навчитися вибирати кількість світильників і тип їхнього розміщення, для раціонального освітлення приміщення.

Теоретичні відомості

За призначенням штучне освітлення буває робоче, аварійне (при відключенні робочого освітлення), евакуаційне, охоронне (в нічний час).

Аварійне освітлення повинно складати не менше 5% норми загального освітлення, але не менше 2 лк всередині приміщення і не менше як 1лк на території.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечити освітленість не менш як 0,5 лк в приміщенні і 0,2 лк на відкритих площадках.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж кордонів території, освітленість на рівні землі повинна бути не нижче ніж 0,5 лк.

Крім того, штучне освітлення буває:

– загальним (світильники розміщені рівномірно у верхній зоні приміщення);

– місцевим (безпосередньо на робочих місцях);

– комбінованим (загальне плюс місцеве). У виробничих приміщеннях одне місцеве освітлення не допускається.

Загальним називаються освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосовування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Для розрахунку загального рівномірного штучного освітлення приміщень застосовується метод коефіцієнта використання світлового потоку, за допомогою якого визначають кількість світильників для даного приміщення.

Порядок проведення розрахунків:

1. Розраховують приблизну кількість світильників загального освітлення у приміщенні за формулою:

N = (A·B)/L2                                                        (4.1)

A і B – довжина і ширина приміщення, м;

HP – висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні, м:

Нр = H – hp – hc,                                                        (4.2)

hp = 0,8 м, висота робочої поверхні над підлогою; hc = 0,5 м, відстань світлового центру світильника від стелі, або:

Hр = L/1,5,                                                                (4.3)

L – відстань між рядами світильників; оптимальна відстань між світильником при багаторядному розташуванні, м, визначається:

L = 1,5·HP                                                                (4.4)

2. Визначають світловий потік однієї лампи світильника Ф за формулою:

Ф = (Ен·S·Z·Кз)/(N·η),                                                (4.5)

де Eн – нормована освітленість, лк,

S – площа приміщення, що освітлюється, м2;

К3 – коефіцієнт запасу (для кабінетів, робочих приміщень громадських будівель, торговельних залів тощо К3 = 1,5 при освітленні газорозрядними лампами, Кз = 1,3 при освітленні лампами розжарювання);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (Z = 1,15 для ламп розжарювання та ДРЛ; Z = 1,1 для люмінесцентних ламп);

N – кількість світильників,

η – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається за світлотехнічною таблицею 4.2 в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників з люмінесцентними лампами;

Значення η визначають в залежності від індексу приміщення i:

i = (A·B)/(Hр·(A + B)),                                                (4.6)

3. Визначивши світловий потік лампи Ф, за таблицею 4.3 вибирають найближчу стандартну лампуРозраховують необхідну кількість світильників у приміщенні NН за формулою:

N = EнS·Кз·Z / (Ф·n·η)                                                (4.7)

4. Розраховують очікувану освітленість у приміщенні ЕР за необхідної кількості світильників NН і відомих всіх інших значеннях за формулою:

Ер = (Ф·N·n·η)/(S·Z·Кз)                                                (4.8)

Завдання:

Розрахувати систему загального рівномірного освітлення для торговельного залу, якщо приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття ρстелі = 70%, ρстін = 50%, ρпідлоги = 30%; висота приміщення Н=3,2м; висота робочих поверхонь (столів) hр = 0,9 м; відстань від світильника до стелі hc = 0,5 м (для світильників з лампами розжарювання). Тип світильників – ЛПО-01. Лампи для світильників за технічними характеристиками обрати самостійно (виходячи із розрахованого приблизного значення світлового потоку однієї лампи). Інші вихідні дані наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані до задачі

|  |  |
| --- | --- |
| Вихіднідані | Данні для розрахунку |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Розряд і підрозряд робіт | IV б | IV б | V а | IV в | V б | V в | IV г | V г | IV г | VI |
| Ен, лк | 200 | 200 | 300 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 |
| Розмір примі-щення, м | 20\*10 | 12\*5 | 14\*10 | 15\*10 | 16\*10 | 14\*15 | 10\*10 | 15\*10 | 20\*10 | 15\*5 |

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти використання світлового потоку (η)
світильників з газорозрядними лампами та лампами розжарювання

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Типсвітильника | УПМ-15 | ЛПО-01 |
| ρ стелі, %ρ стін, % | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 50 |
| 50 | 30 | 10 | 50 | 50 | 30 |
| і | Коефіцієнти використання, η, % |
| 0,5 | 22 | 20 | 17 | 25 | 23 | 20 |
| 0,6 | 32 | 26 | 23 | 31 | 29 | 24 |
| 0,7 | 39 | 34 | 30 | 36 | 34 | 28 |
| 0,8 | 44 | 38 | 34 | 39 | 37 | 32 |
| 0,9 | 47 | 41 | 37 | 42 | 41 | 35 |
| 1,0 | 49 | 43 | 39 | 46 | 44 | 38 |
| 1,1 | 50 | 45 | 41 | 48 | 46 | 41 |
| 1,25 | 52 | 47 | 43 | 51 | 49 | 44 |
| 1,5 | 55 | 50 | 46 | 55 | 53 | 49 |
| 1,75 | 58 | 53 | 48 | 58 | 57 | 52 |
| 2,0 | 60 | 55 | 51 | 61 | 59 | 55 |
| 2,25 | 62 | 57 | 53 | 63 | 62 | 57 |
| 2,5 | 64 | 59 | 55 | 65 | 64 | 59 |
| 3,0 | 66 | 62 | 58 | 68 | 66 | 62 |
| 3,5 | 68 | 64 | 61 | 70 | 68 | 64 |
| 4,0 | 70 | 66 | 62 | 71 | 69 | 66 |
| 5,0 | 73 | 69 | 64 | 75 | 72 | 70 |

Таблиця 4.3 – Технічні дані деяких ламп розжарювання та люмінесцентних ламп

|  |  |
| --- | --- |
| Лампи розжарювання загального призначення (U=220 В) | Люмінесцентні лампи загального призначення |
| Потужність, Вт | Тип лампи\* | Світловий потік, лм | Потужність, Вт | Тип лампи\* | Світловий потік, лм | Довжина лампи, м |
| 25 | В | 220 | 20 | ЛДЦ | 850 | 0,6 |
| 40 | Б | 400 | 20 | ЛД | 1000 | 0,6 |
| 40 | БК | 460 | 20 | ЛБ | 1200 | 0,6 |
| 60 | Б | 715 | 30 | ЛДЦ | 1500 | 0,9 |
| 60 | БК | 790 | 30 | ЛД | 1800 | 0,9 |
| 100 | Б | 1350 | 30 | ЛБ | 2180 | 0,9 |
| 100 | БК | 1450 | 40 | ЛДЦ | 2200 | 1.2 |
| 150 | Г | 2000 | 40 | ЛД | 2500 | 1.2 |
| 150 | Б | 2100 | 40 | ЛБ | 3200 | 1,2 |
| 200 | Г | 2800 | 80 | ЛДЦ | 3800 | 1.5 |
| 200 | Б | 2920 | 80 | ЛД | 4300 | 1.5 |
| 300 | Г | 4600 | 80 | ЛБ | 5400 | 1,5 |

Примітка\*: В – вакуумна, Б – біспіральна, БК – біспіральна криптонова, Г – газонаповнена, ЛДЦ – денного світла з покращеним відтворенням кольору,
ЛД – денного світла, ЛБ – білого світла.

**Практична робота №5**

**Тема:** Види освітлювальних пристроїв. Визначення типу світильника.

**Мета:** Навчитися розрізняти видиосввтлювальних пристроїв, та уміти визначати типи світильників.

Теоретичні відомості

**Світильник** –  [прилад](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B4) для [розподілу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB), [фільтрації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D1%84%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80) і перетворення [світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE) від [лампи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0) або ламп, що включають необхідні компоненти для їхнього захисту, кріплення і постачання [електроенергією](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F).

Основними світлотехнічними характеристиками світильників є:

* розподіл світла, що характеризується фотометричним тілом [джерела світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0) та кривою [сили світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0) (фотометричною діаграмою);
* [коефіцієнт корисної дії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%B4%D1%96%D1%97) світильника;
* [захисний кут](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%83%D1%82_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0).



Рисунок 5.1 – Захисний кут, який створюється:
*а* – відбивачем, *б* – захисними решітками

Відмінність між світильниками може визначатися за [джерелом світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0) ([лампи розжарювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B6%D0%B0%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), [люмінесцентні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0), [газорозрядні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)), кількістю (одна або більше), розташуванням (внутрішнє, [зовнішнє](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%94_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F)), мірою захисту (світильник для сухих, вологих або запорошених приміщень), [конструкцією](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F) (відкриті, закриті, лампи з відбивачем, дзеркальні, [растрові світильники](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80) і [автомобільні фари](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D1%80%D0%B0)), місцем монтажу (настінні, стельові, маятникові і переносні світильники) і призначенням (технічні, декоративні і світильники для ефектів).

### За світлотехнічною функцією

* освітлювальні прилади
* [світлосигнальні прилади](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%B0%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%83)

### За умовами експлуатації

* [світлові прилади](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B4) для приміщень
* [світлові прилади для відкритих просторів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B5_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) (вуличні, садово-паркові тощо)
* [світлові прилади для екстремальних середовищ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F)

### За типом лампи

* з [лампою розжарення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F)
* [з розрядною лампою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)
* з лампами змішаного світла
* з радіоізотопними і [електролюмінесцентними джерелами світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)
* з електричною [дуговою вугільною лампою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)
* [світлодіодні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0)

### За формою фотометричного тіла

* [симетричні світлові прилади](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D1%8C)
* круглосиметричні світлові прилади
* не симетричні світлові прилади

### За способом живлення лампи

* мережеві
* [з індивідуальним джерелом живлення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%85%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BA)
* комбінованого живлення

### За можливістю зміни світлотехнічних характеристик

* регульовані
* нерегульовані

### За способом охолодження

* з природним охолодженням
* з примусовим охолодженням

Сьогодні діє класифікація ОП із захисту від впливів таких основних факторів навколишнього середовища, як пил і вода, які дуже впливають на надійність світильників, їхню безпеку для людей та пожежну безпеку. Позначення ступеня захисту складається із двох великих літер латинського алфавіту — IP (початкові літери англійських слів International Protection) і двох цифр, перша з яких позначає ступінь захисту від пилу, друга – від води (наприклад, IР54). Для світильників, що мають деякі конструктивні особливості, позначення ступеня захисту не має букв IP, а у першої цифри, що зазначає ступінь захисту від пилу, доданий знак «штрих» (наприклад, 5'4). Характеристика різних ступенів захисту й позначення виконань світильників із захисту від пилу й води наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Ступінь захисту

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Коротка характеристика | Короткий опис предметів, які не повинні потрапляти у корпус |
| **0** | Захисту немає | Немає спеціального захисту |
| **1** | Захист від проникнення твердих тіл розміром 50 мм | Велика ділянка поверхні людського тіла (наприклад, рука), немає захисту від навмисного проникнення. Тверді тіла діаметром більше 50 мм |
| **2** | Захист від проникнення твердих тіл розміром більше 12 мм | Стрижні й т.п. довжиною не більше 80 мм. Тверді тіла діаметром більше 12 мм |
| **3** | Захист від проникнення твердих тіл розміром більше 2,5 мм | Інструмент, дріт і т.п., діаметр або товщина яких більше 2,5 мм. Тверді тіла діаметром більше 2,5 мм |
| **4** | Захист від проникнення твердих тіл розміром більше 1 мм | Дріт або смуги товщиною більше 1 мм. Тверді тіла діаметром більше 1 мм |
| **5** | Захист від пилу | Проникнення пилу повністю не відвернене, але проникаючий усередину пил не порушує нормальної роботи |
| **6** | Повний захист від пилу | Проникнення пилу усунуте повністю |
| **1** | Захисту немає | Немає спеціального захисту |
| **2** | Захист від крапель води, що падають вертикально | Краплі води ( що падають вертикально) не повинні робити шкідливого впливу |
| **3** | Захист від крапель води, що падають під кутом 15° до вертикалі | Краплі води, що падають вертикально, не повинні робити шкідливого впливу, коли корпус нахилений на кут 15° від його нормального положення |
| **4** | Захист від дощу | Дощ, що падає під кутом 60° до вертикалі, не повинен робити шкідливого впливу |
| **5** | Захист від бризків води | Бризки води, що падають на корпус із усіх боків, не повинні робити шкідливого впливу |
| **6** | Захист від струменів води | Струмінь води з насадки, що падає з усіх напрямків на корпус, не повинен робити шкідливого впливу |
| **7** | Захист від хвиль води | Вода при хвилюванні або від потужних струменів не повинна проникати в корпус у кількості, що робить шкідливий вплив |
| **8** | Захист при зануренні у воду | Вода не повинна потрапляти усередину корпусу в кількості, що робить шкідливий вплив, при зануренні його у воду на відповідний час і глибину |

Схема умовного позначення світильників за ДСТ 17677-82

Літера, що позначає джерело світла:

Н розжарювання загального призначення

Л пряма трубчаста люмінесцентна

Е ерітемна люмінесцентна

Р ртутна типу ДРЛ

Г ртутна типу ДРІ

Ж натрієва типу ДНаТ

К ксенонова трубчастого.

Літера, що позначає спосіб установки світильника:

С підвісний

П стельовий

В що вбудовується

Д що прибудовується

Б настінний

Н настільний

Т установлюється на підлозі (торшер)

К консольний торцевий

Р ручний

Г головний

Літера, що позначає основне призначення світильника:

П для промислових і виробничих приміщень і будівель

О для громадських приміщень

Б для побутових приміщень

У для зовнішнього освітлення

Р для рудників і шахт

Т для кінематографічних і телевізійних студій

Дві цифри (+літера), які позначають номер серії

Цифра, що позначає кількість ламп у світильнику

Цифра, що позначає потужність ламп, Вт

Три цифри, які позначають номер модифікації

Літери й цифри, які позначають кліматичне виконання й категорію розміщення світильників

**Практичне завдання**

Визначити тип, характеристики і параметри освітлювально пристрою.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варіант № | Маркування світильника | Ступінь захисту | Тип кривої сили світла |
| 1 | НПБ-04-3х60-012 У3 | IP21 | **Ш** |
| 2 | РСП-06-2х150-043 УЗ | IP36 | **К** |
| 3 | ЛПО-04-2х80-006 УЗ | IP06 | **Д** |
| 4 | НТБ-03-80-016 УЗ | IP54 | **Л** |
| 5 | ГБР-08-120-017 У4 | IP22 | **Ш** |
| 6 | РБУ-03-150-006 У3 | IP24 | **К** |
| 7 | ЖСП-12-330-034 У3 | IP35 | **К** |
| 8 | ЕДО-05-3х60-012 У4 | IP32 | **Г** |
| 9 | ННБ-03-80-044 У3 | IP01 | **Д** |
| 10 | ЛПО-04-2х80-006 УЗ | IP12 | **Л** |
| 11 | РСП-08-3х60-024 УЗ | IP24 | **Ш** |
| 12 | ГБР-08-90-016 У4 | IP56 | **М** |
| 13 | НПБ-05-3х60-012 У3 | IP43 | **С** |
| 14 | КВТ-03-95-005 УЗ | IP25 | **К** |
| 15 | ЖПР-12-120-034 У3 | IP31 | **Г** |
| 16 | РБУ-03-150-006 У3 | IP33 | **Д** |
| 17 | ЛПО-06-2х80-006 УЗ | IP24 | **Л** |
| 18 | ГБР-08-120-017 У4 | IP21 | **Ш** |
| 19 | ЛБО-08-4х70-013 У3 | IP36 | **М** |
| 20 | РСП-06-2х150-043 УЗ | IP06 | **С** |
| 21 | РСП-06-2х150-043 УЗ | IP54 | **Л** |
| 22 | ГБР-06-100-015 У4 | IP22 | **К** |
| 23 | ЕДО-08-2х60-014 У4 | IP24 | **Г** |
| 24 | ЖПП-12-330-034 У3 | IP35 | **Д** |
| 25 | РСР-08-4х50-043 УЗ | IP32 | **Л** |
| 26 | РБУ-04-120-026 У3 | IP21 | **Ш** |
| 27 | ЖВУ-12-2х200-034 У3 | IP36 | **М** |
| 28 | ННБ-03-60-044 У3 | IP06 | **К** |
| 29 | ЛПО-07-2х70-054 УЗ | IP54 | **Г** |
| 30 | ЛБО-08-2х90-016 У3 | IP22 | **Д** |
| 31 | ЖВУ-12-2х200-034 У3 | IP24 | **Л** |
| 32 | ЛБО-02-4х80-013 У3 | IP35 | **Ш** |
| 33 | НПБ-08-3х50-016 У4 | IP21 | **М** |
| 34 | КВТ-03-120-006 УЗ | IP36 | **С** |
| 35 | РПП-06-2х150-043 УЗ | IP06 | **Л** |
| 36 | ННБ-03-60-044 У3 | IP54 | **К** |
| 37 | ЛПО-08-2х90-026 УЗ | IP22 | **Г** |
| 38 | РБУ-07-120-038 У3 | IP24 | **Д** |
| 39 | НПБ-03-2х80-012 У3 | IP35 | **Л** |
| 40 | ГБР-08-2х60-018 У4 | IP32 | **Ш** |

**Практична робота №6**

**Тема:** Вибір джерела світла для різних умов викоритання.

**Мета:** Навчитися вибирати різні джерела світла, відповідно до різних умов приміщення та різного призначення.

Теоретичні відомості:

Для забезпечення нормальних умов освітлення для різних приміщень, та різних завдань необхідно обирати відповідні джерела світла, світильники і комплектуючі, часто виникає необхідність вибирати декілька видів джерел світла, щоб максимально ефективно виконувати освітлення.

**Практичне завдання:**

Вибрати оптимальні види джерел світла відповідно до завдання:

Варіант 1

* + Склад-холодильник ресторану;
	+ Виробничий цех (висота 5м);
	+ Освітлення парку;
	+ Настільна лампа;
	+ Офісне приміщення:

Варіант 2

* + Господарський склад;
	+ Суха комора;
	+ Освітлення класу;
	+ Вуличне освітлення;
	+ Токарний цех.

**Практична робота №7**

**Тема:** Визначення методів прокладання освітлювальних мереж

**Мета:** Навчитися вибирати і будувати схеми схеми освітлювальних мереж.

Теоретичні відомоті:

В освітлювальних мережах промислових підприємств залежно від характеристики навколишнього середовища застосовуються різні види проводок і використовуються різні способи прокладання проводів і кабелів. При цьому керуються вимогами ПУЕ.

**Монтаж освітлювальних мереж полягає у здійсненні таких операцій:**

А) розмітка, в якій розмічаються місця установки світильників, настановних апаратів, групових освітлювальних пунктів, трас прокладання проводів, а так само місця пробивки отворів, отворів і борозен;

Б) заготівля, яка полягає в пристрої наскрізних і гніздових отворів, борозен і ніш, установці кріпильних деталей, опорних конструкцій і ізолюючих опор, прокладки труб і трубок для проводки;

В) прокладання проводів та кабелів по готовій заготівлі;

Г) монтаж світильників, настановних апаратів і групових світильних пунктів по готової заготівлі.

**Розміточні роботи при монтажі відкритих електропроводок**

Для загального рівномірного освітлення світильники зазвичай розташовують так.



Рис. 7.1 Варіанти розташування світильників на плані

Відстань між осьовими лініями світильників вдвічі більше відстані від тих же осей до площин стін. Прийняття такого рішення стане очевидною, якщо врахувати, що площі між світильниками висвітлюються з двох сторін, а площа між світильниками і стінами тільки з однією.

Дані визначають розташування світильників по висоті, наведемо на малюнку.


Рис. 7.2 Дані про висоту підвісу.

Місця встановлення світильників визначаються за робочими кресленнями.

Розмітку на фермах або балках цеху виконують шляхом натягування уздовж приміщення шнура чи сталевого дроту таким чином, щоб вони проходили точно по центру даного ряду світильників. Орієнтуючись на розміточний шнур або дріт, крейдою, чертілкой або кольоровим олівцем розмічають місця установки світильників. Можливий і інший спосіб розмітки, наприклад, місця розташування світильників знаходять відмірюванням від площини стін.

Розмітка місць розташування настановних апаратів.Окремі вимикачі зазвичай розмічаються на висоті 1600 1700 мм, штепсельні розетки на висоті 800 900 мм від відмітки чистої підлоги.Під поняттям чисту підлогу увазі рівень підлоги приміщення після його чистою обробки.

Роботи зручно вести з застосуванням рейки, на якій відкладені відповідні розміри.

Залежно від місцевих умов і вимог вимикачі та штепсельні розетки можуть встановлюватися і на інших відстанях від рівня підлоги.

Освітлювальні групові щитки або пункти без управління встановлюються на висоті 2 2,5 м, а з керуванням на висоті 1,6 1,7 м від чистої підлоги до центрів вимикачів, рукояток автоматів або рубильників.

Аварійне освітлення використовується для забезпечення освітленості виробничого приміщення при відключенні робочого освітлення. Воно повинно бути достатнім для безпечного виходу людей з приміщення і продовження роботи в приміщеннях і на відкритих майданчиках в тих випадках, коли відключення робочого освітлення може викликати пожежу, вибух, отруєння газами, тривалий розлад технологічного процесу, порушення роботи важливих об'єктів, таких, як водопостачання електростанції, вузли радіопередачі тощо. Аварійне освітлення повинно мати незалежне джерело електроенергії, арматура світильників - розпізнавальний знак.

Найменша освітленість поверхні робочих місць, що вимагають обслуговування при аварійному режимі, повинна становити 5% освітленості, що нормується для робочого загального освітлення, але не менше ніж 2 лк всередині будівель і не менше ніж 1 лк на території підприємств.

Евакуаційне освітлення призначене для безпечної евакуації людей і передбачається в місцях, небезпечних для їх проходу, при чисельності працюючих, що перевищує 50 чол.: по основних проходах виробничих приміщень, в яких працює більше 50 чол.; в приміщеннях громадських будівель, де можуть одночасно перебувати більше 100 чол. Це освітлення повинно створювати для евакуації людей по лініях основних проходів на рівні підлоги і на сходах не менше ніж 0,5 лк в приміщеннях і 0,2 лк на відкритих майданчиках. Вихідні двері, наприклад, торгових приміщень підприємств з чисельністю більше 100 чол. повинні бути оснащені світловими покажчиками зеленого кольору з білим або жовтим написом «Вихід», приєднаними до мережі аварійного освітлення. Якщо чисельність становить більше 200 чол., такі ж покажчики влаштовуються в місцях виходу з виробничих, службових і побутових приміщень.

У світильниках аварійного та евакуаційного освітлення треба використовувати лампи розжарювання. Дозволяється, в окремих випадках, застосування люмінесцентних світильників для аварійного (евакуаційного) освітлення за умов, що температура навколишнього середовища приміщення становить не менше ніж +5°С, а живлення здійснюється на змінному струмі й забезпечує напругу мережі не нижче ніж 90% номінальної.

Світильники аварійного (евакуаційного) освітлення виділяються з числа світильників робочого освітлення своїм типом чи спеціально нанесеним знаком. Світильники евакуаційного освітлення слід позначити літерою «Е». Встановлення будь-яких місцевих вимикачів або штепсельних роз'єднувачів у мережах аварійного (евакуаційного) освітлення не допускається.

Практичне задвання:

Вибрати оптимальні варіанти схеми прокладання освітлювальної мережі та побудувати схему відповідно до завдання. Зобрати мережу для живлення робочого, аварійного та евакуаційного освітлення, відповідно до вимого та заданих умов.



**Практична робота №8**

**Тема:** Розрахунок освітлювальних навантажень, та вибіл живлячих ліній.

**Мета:** Навчитися розраховувати освітлювальні навантаження та вибирати живлячі лінії лдя освітлення.

Теоретичні відомості:

Розрахункове освітлювальне навантаження виробничих, громадських та підсобних будівель визначається згідно з сумарною встановленою потужністю ламп, отриманою внаслідок світлотехнічного розрахунку. Встановлена потужність визначається сумуванням потужності ламп стаціонарних освітлювальних приладів напругою більше 42В і знижуючих трансформаторів 12-42В.

В установках з розрядними лампами розрахункове навантаження включає в себе втрати потужності в ПРА.

Розрахункове навантаження на вводі в будівлю або на початку живлячої лінії визначається множенням встановленої потужності на коефіцієнт попиту, рівний відношенню розрахункового навантаження до встановленого навантаження. Для виробничих і громадських будівель коефіцієнт попиту слід брати рівним 1,0-для розрахунку групової мережі робочого освітлення та всіх ділянок мережі аварійного й евакуаційного освітлення.

**Вибір перерізу кабелів та проводів**

Переріз провідників освітлювальної мережі повинен забезпечувати: достатню міцність; проходження струму навантаження без перегрівання вище припустимих температур, необхідні рівні напруги у джерел світла; спрацювання захисних апаратів при коротких замкненнях; відповідність струму апаратури захисту.

З перерізів провідника, що визначені умовами нагрівання, термічної та електродинамічної стійкості при струмах короткого замикання, втрати та відхилення напруги, механічної міцності, захисту від перевантаження відповідно до ПУЕ приймається найбільший переріз.

**Вибір перерізу провідників за нагріванням**

Нагрівання провідників викликається струмом, що визначається за формулами:

У трифазній мережі з нульовим проводом або без нього при рівномірному навантаженні фаз

; (36)

у двопровідній мережі

; (37)

де *Р* – активна потужність навантаження (з урахуванням втрат

в газорозрядних лампах) однієї, двох або трьох фаз;

*cos j* – коефіцієнт потужності навантаження;

*Uл, Uф , Uн* – напруга мережі, В: лінійна *Uл* , фазна *Uф*,

номінальна *Uн*.

При рівномірному навантаженні фаз струм у нульовому проводі трифазних мереж, які живлять лампи розжарювання, дорівнює нулю, струм мереж, які живлять газорозрядні лампи, може набувати значення фазного струму.

Пактичне завдання:

Розрахувати освітлювальне навантаження для цеху, та вибрати переріз лінії для живлення освітлювальної мережі цеху.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варіант № | Навантаження цеху P, кВт | Освітлювальне навантаження, % | Напруга живлячої мережі, U. кВ |
| 1 | 20 | 20 | 0.4 |
| 2 | 15 | 25 | 0.4 |
| 3 | 5 | 15 | 0.4 |
| 4 | 30 | 17 | 0.4 |
| 5 | 14 | 8 | 0.22 |
| 6 | 60 | 16 | 0.4 |
| 7 | 12 | 14 | 0.4 |
| 8 | 45 | 18 | 0.4 |
| 9 | 8 | 65 | 0.4 |
| 10 | 62 | 52 | 0.4 |
| 11 | 13 | 14 | 0.4 |
| 12 | 65 | 17 | 0.4 |
| 13 | 120 | 13 | 0.22 |
| 14 | 140 | 14 | 0.4 |
| 15 | 65 | 53 | 0.4 |
| 16 | 96 | 26 | 0.4 |
| 17 | 350 | 27 | 0.4 |
| 18 | 40 | 25 | 0.4 |
| 19 | 50 | 24 | 0.4 |
| 20 | 9 | 26 | 0.4 |
| 21 | 14 | 36 | 0.4 |
| 22 | 16 | 38 | 0.4 |
| 23 | 82 | 45 | 0.4 |
| 24 | 47 | 47 | 0.4 |
| 25 | 150 | 46 | 0.4 |
| 26 | 41 | 21 | 0.4 |
| 27 | 325 | 17 | 0.22 |
| 28 | 46 | 16 | 0.4 |
| 29 | 17 | 6 | 0.22 |
| 30 | 96 | 58 | 0.4 |
| 31 | 84 | 14 | 0.4 |
| 32 | 45 | 35 | 0.4 |
| 33 | 98 | 22 | 0.4 |
| 34 | 75 | 11 | 0.4 |
| 35 | 123 | 12 | 0.4 |
| 36 | 212 | 25 | 0.4 |
| 37 | 41 | 8 | 0.22 |
| 38 | 96 | 9 | .022 |
| 39 | 85 | 12 | 0.22 |
| 40 | 67 | 11 | 0.22 |

**Практична робота №9**

**Тема:** Розрахунок і вибір апаратів захисту для освітлювальних мереж.

**Мета:** Навчитися розраховувати та вибирати автоматичні вимикачі для захисту освітлювальних мереж.

Теоретичні відомості

**Автомати́чний вимика́ч** — це контактний [комутаційний апарат](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82), що спроможний вмикати, проводити та вимикати струм, коли електричне коло у нормальному стані, а також вмикати, проводити протягом певного встановленого часу і вимикати струм при певному аномальному стані електричного кола. Автоматичний вимикач призначено для нечастих вмикань/вимикань (хоча автоматичні вимикачі провідних фірм можуть мати комутаційну витривалість до 20 000 циклів увімкнено/вимкнено, а модульні вимикачі навантаження — до 100 000 циклів і працювати за температури від -30 до +60 [°C](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%83%D1%81_%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%96%D1%8F) та вологості 95 %), а також для захисту [кабелів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C) та кінцевих споживачів від перевантаження і короткого замикання. Автоматичні вимикачі можуть мати додаткові розчіплювачі або моторні приводи для віддаленого керування вимикачем.

Автоматичний вимикач для монтажу на [DIN-рейку](https://uk.wikipedia.org/wiki/DIN-%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%B0) [розподільного щита](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%89%D0%B8%D1%82), конструктивно виконаний у [діелектричному](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8), найчастіше [пластмасовому](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B8) корпусі. Увімкнення-вимкнення проводиться важелем (1 на малюнку), дроти приєднуються до гвинтових клем (2). Защіпка (9) закріплює корпус вимикача на DIN-рейці і дозволяє за потреби легко його зняти (для цього потрібно відтягнути защіпку, вставлянням [викрутки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BA%D1%80%D1%83%D1%82%D0%BA%D0%B0) у петлю засувки). Замикання та розмикання силового електричного кола, здійснюють рухомий (3) і нерухомий (4) контакти. Рухомий контакт — підпружинений, пружина забезпечує зусилля для швидкого розчеплення контактів для більш швидкого розривання дуги. Механізм розчеплення приводиться до дії одним з двох розчіплювачів: тепловим або магнітним.



* **Тепловий роз'єднувач** являє собою [біметалеву пластину](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) (5), що нагрівається струмом, який протікає. Під час протікання струму, вище допустимого значення, біметалева пластина вигинається і приводить до дії механізм розчеплення. Час спрацьовування залежить від струму, котрий протікає крізь автоматичний вимикач. Налаштування струму спрацьовування виконується в процесі виготовлення регулювальним гвинтом (6). На відміну від плавкого запобіжника, автоматичний вимикач готовий до наступного використання після охолодження пластини. Автоматичні вимикачі які розраховані на використання в колах постійного струму, не мають теплового роз'єднувача, тільки електромагнітний [соленоїд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%97%D0%B4), але більшість автоматичних вимикачів відомих марок (наприклад [Schneider Electric](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Schneider_Electric&action=edit&redlink=1)) розрахованих на використання в мережах [змінного струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC), можуть застосовуватися й для захисту кіл постійного струму, з обов'язковим коригуванням номінального струму згідно таблиць, наданих виробником.
* **Магнітний (миттєвий) роз'єднувач** являє собою [соленоїд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%97%D0%B4) (7), рухоме осердя якого, також може приводити в дію механізм розчеплення. Струм, що проходить крізь запобіжник, тече обмоткою соленоїда та викликає втягування осердя за перевищення заданого порогу. Миттєвий роз'єднувач, на відміну від теплового, спрацьовує дуже швидко (частки секунди), але за значно більшого перевищення струму: в 2÷14 разів від номіналу (автоматичні вимикачі поділяються на типи A, B, C і D, залежно від чутливості миттєвого розчіплювача).

**Апарати захисту повинні встановлюватися в таких пунктах освітлювальної мережі:**

* у місцях приєднання мережі до джерел живлення (розподільні щити ТП, розподільні пункти, магістральні шинопроводи та ін.);
* на введеннях у будівлі;
* у групових щитках на початку кожної групової лінії;
* у місцях зменшення перерізу проводів у напрямку до електроприймачів;
* з боку вищої напруги знижувальних трансформаторів. У цих випадках номінальні струми плавких елементів запобіжників і струми уставок автоматів повинні бути як можна ближче до номінального струму трансформаторів. При живленні однією групою не більше трьох трансформаторів захист може здійснюватися загальним захисним апаратом на початку лінії;
* з боку нижчої напруги знижувальних трансформаторів.

 Апарати захисту в освітлювальних мережах допускається не встановлювати в таких місцях:

* при зниженні перерізу – по довжині лінії і на відгалуженнях від неї, якщо захисний апарат лінії захищає також ділянку зі зниженим перерізом;
* при зменшенні перерізу – по довжині лінії і на відгалуженнях від неї, якщо зменшений переріз не менше 50 % перерізу початкової ділянки лінії;
* у місцях відгалужень від лінії до електроприймачів малої потужності (світильники, побутові електроприлади і т.п.), якщо живильна лінія захищається апаратом з уставкою не більше 25 А без обмеження довжини і перерізів;
* у місцях відгалужень від лінії до електроприймачів малої потужності (світильники, побутові електроприлади і т.п.), якщо лінія захищена апаратом з уставкою вище 25 А, але не більше 63 А при довжині до 3 метрів при будь-якому способі прокладки і при прокладці у сталевій трубі без обмеження довжини.

 Апарати захисту повинні встановлюватися безпосередньо в місцях приєднання проводів, що захищаються, до живильної лінії.

 **Апарати захисту повинні встановлюватися в колі таких проводів:**

* при захисті мереж запобіжниками останні повинні встановлюватися в усіх нормально незаземлених полюсах і фазах. Установка запобіжників у нульових робочих проводах забороняється;
* при захисті мереж із глухозаземленою нейтраллю автоматами їх розчіплювачі повинні встановлюватися в усіх нормально незаземлених проводах. В однофазних двопровідних лініях у вибухонебезпечних зонах класу В-1 розчіплювачі автоматів повинні встановлюватися в ланцюзі фазного і нульового робочого проводів, при цьому для одночасного відключення повинні застосовуватися двополюсні автомати;
* при захисті мереж з ізольованою нейтраллю у трипровідних мережах трифазного струму і у двопровідних мережах однофазного і постійного струму допускається встановлювати розчіплювачі автоматів у двох фазах при трипровідній мережі і в одній фазі (полюсі) при двопровідній мережі. При цьому в межах однієї й тієї самої електроустановки захист слід здійснювати в одних і тих самих фазах (полюсах).

**Практичне завдання:**

Використовуючі дані попередньої практичної, визначити кількість та номінальний струм автоматичних вимикачів, для захисту групових мереж, та забезпечення селективності цехового захисту.



**Практична робота №10**

**Тема:** Розрахунок втрат напруги в освітлювальній мережі.

**Мета:** Навчитися розраховувати втрати напруги освітлювальних мереж.

Теоретичні відосмості:

При розрахунку і проектуванні освітлювальних мереж, важливим параметром є втрати напруги в мережі.

Для розрахунку втрат напруги на необхідно мати такі параметри мережі:

, кВт– величина освітлювального навантаженя;

, кВ– номінальна напруга живлення освітлення;

, – переріз живлячої лінії; Відповідно до перерізу та матеріалу лінії визначаються питомі активні і індуктивні опори , , .

, км – довжина живлячої лінії.

Срум мережі визначається за формулами:

У трифазній мережі з нульовим проводом або без нього при рівномірному навантаженні фаз

, А

у одномазній мережі

, А

Питомі активні і індуктивні опори ,  вибираються з довідників.

Опір лінії визначаєься за формулами:

, Ом;

, Ом;

, Ом

Втрати напруги в мережі визначаються:

, В

, %

**Практичне завдання:**

Використовуючі дані попередньої практичної визначити втрати напруги в мережі.