


**ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ
/
ОПРОМІНЕННЯ
В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

- 
1. *Електричні джерела світла, призначення, будова і робота.*
 2. *Фотобіологічна дія оптичного випромінювання.*
 3. *Енергетичні величини і одиниці їх вимірювання.*
 4. *Параметри видимих випромінювань і одиниці їх вимірювання.*




**1. ЕЛЕКТРИЧНІ ДЖЕРЕЛА
СВІТЛА, ПРИЗНАЧЕННЯ,
БУДОВА І РОБОТА.**

Електричні джерела світла.

Електричні лампи – це пристрої, які перетворюють електричну енергію в світло .

За принципом дії електричні лампи поділяються на види:

- **розжарювання,**
- **газорозрядні лампи,**
- **світлодіодні лампи.**



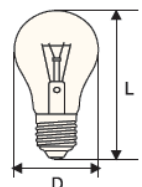
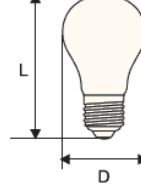
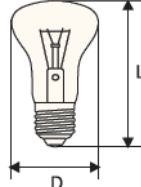
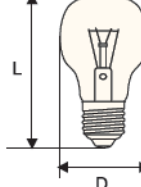
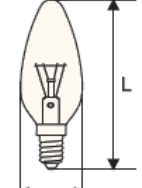
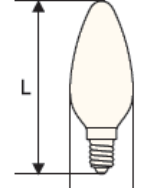
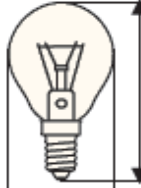
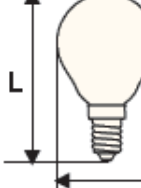
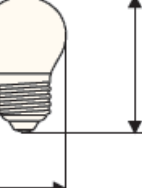
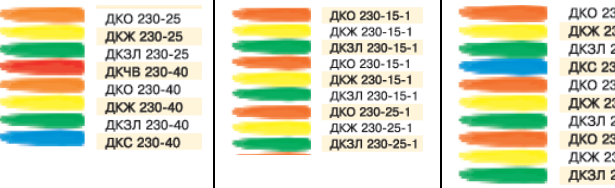
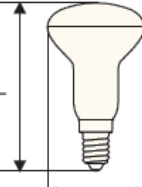
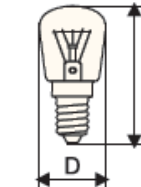
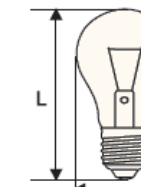
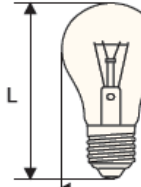
*В електричних **лампах розжарювання** світло випромінює нитка розжарювання (вольфрам), яка нагрівається до високої температури (2500...3000 K) в результаті теплової дії електричного струму, що протікає по ній.*

*Для захисту металу від хімічних реакцій окислення нитку розміщують у скляній колбі, з якої або зовсім видалено повітря і створено вакуум (**вакуумні лампи розжарювання**), або атмосферне повітря заміщено сумішшю інертних газів - аргону і азоту чи криптону із ксеноном (**газонаповнені**).*

Лампи розжарювання:
типу В (вакуумні)
 потужністю 15; 25 Вт;

типу Г (газонаповнені)
та Б (біспіральні)
 потужністю 40; 60; 100;
 150; 300; 500 Вт,

типу НБК (криптонові
 біспіральні) потужністю
 75; 100 Вт – строк
 служби до 1000 год.

 Тип Б	 Тип БМТ	 Тип Б; тип БМТ	 Тип Б; тип БМТ
прозорі	матовані	грибоподібної форми прозорі; матовані	циліндричної форми прозорі; матовані
25; 40; 60; 75; 100; 150; 200; 300 Вт	25; 40; 60; 75; 100; 150; 200 Вт	60; 75; 100 Вт	25; 40; 60; 75; 100 Вт
 Тип ДС	 Тип ДСМТ	 Тип Б	 Тип БМТ
декоративні свічкоподібної форми		декоративні кулеподібної форми	
прозорі		прозорі	
матовані		матовані	
25; 40; 60 Вт		15; 25; 40; 60 Вт	
 D			
декоративні кольорові			
 Тип ДЗК	 Тип РП	 Тип МО	 Тип Б
рефлекторні матовані	для холодильників, швейних машин та ін.	місцевого освітлення	з підвищеною терміном свічення 5000 годин
25; 40; 60; 75; 100 Вт	15; 25 Вт	40; 60; 100 Вт	

Лампи розжарювання

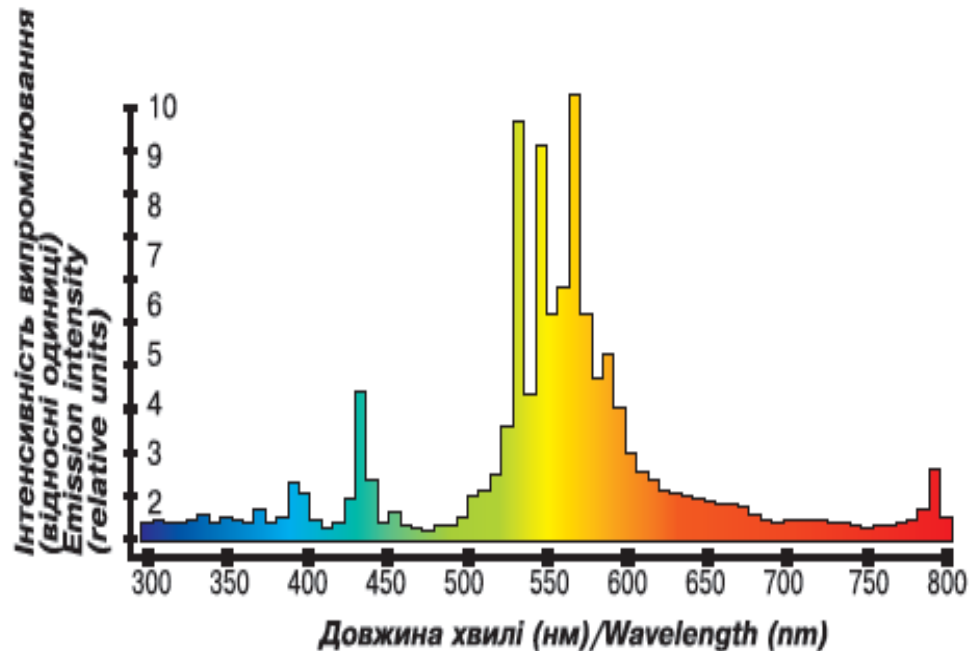
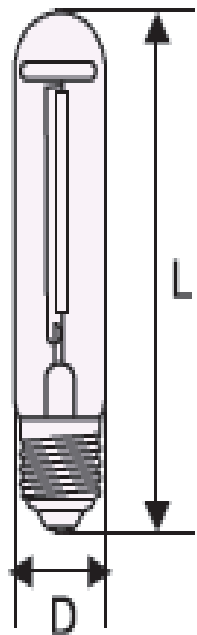
В 1861 році російський інженер Ладигін запропонував ідею такої лампи.

Будова: скляна колба, електроди, нитка розжарювання (вольфрам).

Температура плавлення вольфраму – 3600 K, нагрівають нитку до 2800 – 3000 K, при цьому $\lambda_{\text{max}} = 1000$ нм – область ІЧ випромінювань, багато червоних і жовтих, мало синіх, фіолетових кольорів.

- $N_{\text{лр}} = 7...20$ нм/Вт, а $\lambda_{\text{max}} N = 683$ нм/Вт.
- $\eta = N/683 \cdot 100 = 1...3\%$ - низький світловий ККД.
- $T = 1000$ год - термін служби

Дугові натрієві лампи типу ДНАТ потужністю 70; 100; 150; 250; 400; 700 Вт, строк служби – 6000...10000 год.



Спектр випромінювання стандартної дугової натрієвої лампи
Standard sodium lamp spectrum

Тип ДНАТ

натрієві

70; 100; 150; 250; 400; 600; 1000 Вт

ДНаТ – (дугові, натрієві , трубчасті лампи)

В них немає УФ випромінювання, характерного для розряду парів ртуті. Вони випромінюють переважно в жовтій та помаранчевій зонах видимого спектра.

$H = 130...140$ нм/Вт, $T_{сл} = 24\ 000$ год

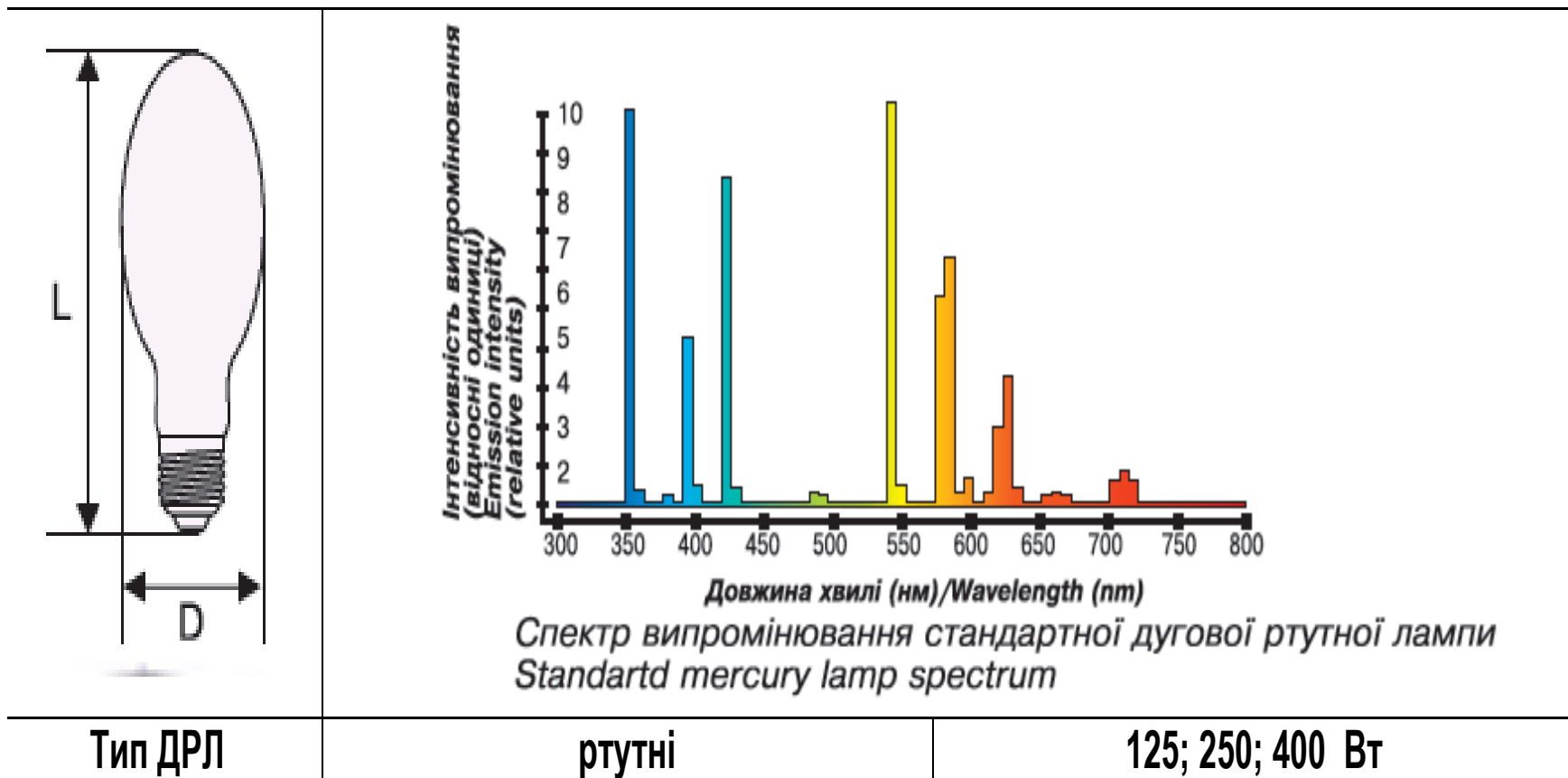
ДКсТ – (дугові ксенонові трубчасті)

(5, 10, 20, 50 кВт).

Для освітлення відкритих просторів. Мають суцільний спектр, близький до спектра сонячного світла. У них складна схема запалювання.

$H = 20...50$ нм/Вт, $T_{сл} = 3\ 000$ год

Дугові ртутні люмінесцентні лампи типу ДРЛ
потужністю 50; 80; 125; 250; 400; 700; 1000 Вт, строк служби до
12000 год.



Газорозрядні лампи високого тиску

(від 0,01...1 МПа 0,110 атм.)

ДРЛ – дугові ртутні люмінесцентні (80...1000 Вт).

Будова лампи: прямиий ртутно-кварцовий **пальник** (трубка), що міститься всередині **балона** лампи, заповнений **аргоном під тиском**, в який додано дозовану краплину **ртуті**. Пальник створює інтенсивне невидиме й блакитно-зелене видиме випромінювання, трубка зсередини покрита **люмінофором**.

Лампи ДРЛ призначені для освітлення вулиць та об'єктів, де не потрібна висока якість передачі кольору .

$H = 40...50$ нм/Вт, $T_{сл} = 10\ 000$ год

Будова лампи:

1. **Трубка** із звичайного скла, що не пропускає УФ-промені.
2. **Електроди** виготовляють із вольфрамового дроту. Трубка заповнена сумішшю **аргону й парів ртуті**.
3. **Люмінофор** – спеціальна сполука, якою трубка покрита всередині і світиться під дією УФ проміння, що виникає під час електричного розряду в парах ртуті. Аргон сприяє надійному горінню розряду в трубці.

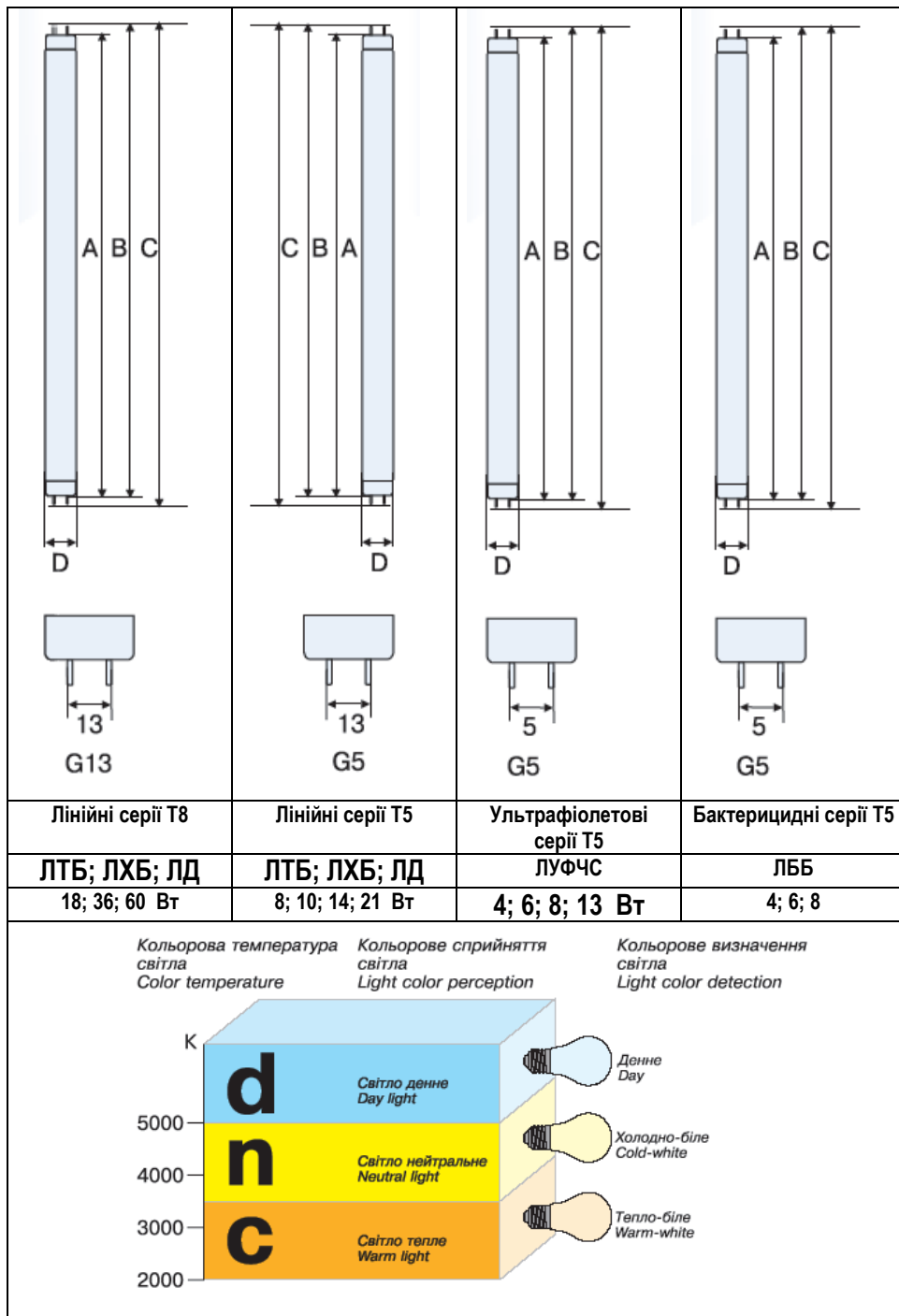
Робота лампи:

Для швидкого запалювання лампи електроди попередньо розігрівають до температури 800 – 1000°C (**стартер** замикає свої електроди на протязі 1...5 с.), потім на них подається імпульс підвищеної напруги (~1000В), при цьому контакти стартера розмикаються, струм швидко змінює своє значення на **дроселі** і за рахунок ЕРС самоіндукції виникає імпульс підвищеної U .

$H = 55...64$ нм/Вт, $\eta = 9\%$, $T_{сл} = 10\ 000$ год.

Люмінесцентні лампи
типів ЛБ, ЛТБ, ЛХБ, ЛД,
ЛДЦ потужністю 15; 20;
40; 65; 80 Вт – строк
служби у межах 10 000
годин;

Енергоекономічні лампи
типів ЛБ, ЛДЦ, ЛЕЦ
потужністю 18; 36; 58 Вт




Люмінесцентні лампи

У газорозрядних лампах світло виникає при переході атомів газу із збудженого в не збуджений стан. Збудження атомів газу відбувається за рахунок протікання електричного струму через газ-наповнювач.


Найбільш поширеними газорозрядними лампами є **люмінесцентні лампи низького тиску**.

Ці лампи містять **скляну трубку**, на внутрішню поверхню якої нанесено спеціальну речовину, здатну світитися - **люмінофор**. Простір скляної трубки заповнено інертним газом **аргоном**, в який додають невелику дозу **ртуті**. В нормальних умовах тиск газу в трубці ртутно-люмінесцентної лампи низький і не перевищує 1 мм ртутного стовпчика. На кінцях трубки розміщені **електроди**, що нагадують за будовою нитки розжарювання.



Коли відбувається електричний розряд в газі, що наповнює трубку, (коли електричний струм проходить через газ від одного електрода до протилежного), відбувається збудження атомів газу аргону і парів ртуті.

Перехід від збудженого у незбуджений стан атомів газу супроводжується виділенням окремих квантів електромагнітних випромінювань. Атоми аргону випромінюють світло-голубий колір, а атоми ртуті - невидимі ультрафіолетові промені, які, попадаючи на люмінофор, перетворюються у видиме випромінювання - світло.



Поверхня трубки люмінесцентної лампи випромінює світло, **спектр якого залежать від хімічного складу люмінофору.**

Добирають люмінофор таким чином, щоб світло лампи нагадувало денне, тому такі лампи одержали ще одну назву - **лампи денного світла.**

Джерела УФ випромінювання **ЛЭ – 15, 30; ЛЭР – 30, ЛЭР -40**

Люмінесцентні еритемні лампи.

Будова як і звичайних люмінесцентних ламп. Є дві відмінності: **трубка** лампи виконана із спеціального увіолевого скла, яке добре пропускає проміння з хвилею 253,7 нм і коротшою; склад **люмінофору** добирають так, щоб довжина хвилі випромінювання була в межах 280...380 нм, що відповідає недостатньому взимку УФ випромінюванню Сонця. Випромінювання цієї лампи багате на еритему антирахітну дії.

Їх встановлюють в дитячих закладах (ясла, дитсадки, школи), лікувально-профілактичних закладах (лікарнях, санаторіях, будинках відпочинку), у житлових приміщеннях (гуртожитках, інтернатах), у тваринницьких приміщеннях для опромінювання молодняка сільськогосподарських тварин і птиці.

ДРВЭД – 220-160

Для опромінення тварин і людей та одночасного освітлення приміщення випускають еритеми дугові ртутно-вольфрамові дифузні лампи. Їх вмикають у мережу, як і лампи розжарювання.

ДБ – 15, 30, 60

Дугова бактерицидна. Трубки роблять із кварцового увіолевого скла, що добре пропускає бактерицидні випромінювання з довжиною хвилі 254 нм.

Можна застосовувати для знезаражування повітря приміщень лікувальних закладів, станцій переливання крові, театрів і кіно, стін, підлоги, стелі в приміщеннях, а також предметів вжитку, питної і мінеральної води, для знезаражування й захисту від мікробного забруднення харчових продуктів, обладнання і тари на харчових підприємствах.

ДРТ – 125, 250, 375, 1000 **дугова ртутно-кварцова трубчаста**

Трубка виготовляється з плавненого кварцу, заповнюється аргоном при низькому тискові і невеликій кількості ртуті.

Режим роботи встановлюється через 8...15 хвилин після ввімкнення.

Лампи ДРТ дають потужний потік УФ випромінювання з довжинами хвиль від 240 нм до границь видимого спектра.

Їх застосовують з профілактичною й лікувальною метою в медицині, а також для бактерицидного й еритемного опромінювання у тваринницьких приміщеннях – передусім молодняка. Ці лампи використовують також для люмінесцентного аналізу.



Галогенні лампи з інтерференційним покриттям
фацетного рефлектора типу КПФ
12 В;
20; 30; 50 Вт



Галогенні лампи з алюмінізованим покриттям
фацетного рефлектора типу КПФ
12 В;
20; 30; 50 Вт



Кварцево-галогенні малогабаритні лампи типу КГМ
6 В;
10; 15; 20 Вт
12 В;
20; 30; 50; 150 Вт



Лінійно-галогенні лампи з ультрафіолетовим захистом
і прозорою колбою типу J
220 – 240 В;
70; 100; 150; 200; 300; 500 Вт

Галогенні лампи

Галогенні лампи

Галогенні лампи являють собою вдосконалений варіант ламп розжарювання (додавання галогенідів в колбу лампи, використання особливих сортів кварцового скла).

Перевагами галогенних ламп є: незмінно **яскраве світло** протягом всього терміну служби, красиве «соковите» світло, що забезпечує прекрасне перенесення кольорів і можливість створення привабливих світлових ефектів, **компактність**, **вища світлова віддача** (при однаковій потужності з лампами розжарювання), а отже, і **підвищена економічність**, **збільшений термін служби** (у два рази більший, ніж у стандартних ламп розжарювання).

Підвищити термін експлуатації у декілька разів і тих і інших ламп можна, використовуючи знижену напругу живлення в мережі.

Недолік галогенних ламп – **нагрівання** в процесі горіння.

**Загальний вигляд
компактної
енергоощадної
люмінесцентної лампи:**

1, 2 – цоколь з гвинтовою
різьбою (E14;E27);

3 – вбудований
пускорегулювальний
апарат;

4 – цокольний ковпачок;

5 – люмінесцентна світна
трубка.



Світлодіодні джерела світла



Luxeon Line — 12 світлодіодів, закріплених на основі у вигляді лінійки. Світлодіоди забезпечені фокусуючими лінзами.



Luxeon Ring 6 — джерело світла, що складається з 6 світлодіодів, закріплених на кільцевій основі. Світлодіоди забезпечені фокусуючими лінзами.



Luxeon Flood 12, Luxeon Flood 18 — джерела світла, що складаються з 12 або 18 світлодіодів, закріплених на квадратній основі



Світлодіодна лампа E1A0-45220WE27



Luxeon DCC — джерела світла, що складаються з 11.40 світлодіодів, закріплених в ряд на основі у вигляді лінійки. У одному пристрої знаходяться роздільно керовані групи світлодіодів червоного, зеленого і синього кольорів, що дозволяє динамічно змінювати колір в рамках кольорового простору RGB. Джерела світла цього типу призначені для динамічного підсвічування вітрин та інших подібних об'єктів, а також як джерела світла для підсвічування рідкокристалічних дисплеїв.

Порівняння джерел світла за окремими показниками

Показник	Лампа розжарювання	Галогенна лампа	Люмінесцентна лампа	Світлодіоди
1 Передавання кольорів, Ra	60–90	80–100	70–80	0–100
2 Світловіддача, Лм/Вт	7–17	14–30	90	25
3 Термін служби, годин	1000	3000–4000	до 20 000	до 100 000
4 Економічність	Не економічна	Економічна	Економічна	Над-економічні

Джерела ІЧ випромінювання

Їх прийнято ділити на **світлі** (разом з ІЧ випромінюють ще й видиме світло) і **темні** (лише ІЧ випромінювання).

До світлих джерел відносяться лампи розжарювання й спектральні лампи. Лампи розжарювання є добрим джерелом ІЧ проміння, вони перетворюють в теплове випромінювання до 65% всієї підведеної до неї енергії. Але використовувати лампи розжарювання як джерела теплового випромінювання не економічно.

ЗС – дзеркально-спектральні лампи ЗС-1 (127 В, 250 Вт), **ЗС-2** (127 В, 500 Вт), **ЗС-3** (220 В, 550 Вт) відрізняються від ламп розжарювання **формою колби** (колба має параболічну форму і з середини покрита дзеркальним шаром алюмінію або срібла) й **зниженою температурою** нитки розжарювання ($T=2000\dots 2300\text{K}$) для збільшення ІЧ і зменшення видимих променів в повному потоці лампи.

$\lambda_{\text{max}} = 1400 \text{ нм}$, $T = 5000 \text{ год}$, $\eta - 1000 \text{ K}$

УКЗК – 220-250

Призначені для обігріву молодняка тварин і птиці. Колба пофарбована в червоний колір – для зниження видимої частини випромінювання і найбільш доцільний спектр випромінювання для тварин, а також зменшує явище канібалізму у тварин і птиці.

Одна лампа служить для обігріву 100 курчат або 1 теляти.

Галогенні трубчасті типу КГ, КН, КГТ інфрачервоні лампи розжарювання

Трубка з термостійкого кварцового скла, всередині якої знаходиться вольфрамова спіраль. Щоб запобігти випаровуванню вольфраму, трубка наповнена парами йоду. На кінцях трубки встановлені металеві цоколі для підведення напруги.

$U = 220 \text{ В}, P = 1000 \text{ Вт}.$

„Темні” випромінювачі

з $T = 6000^{\circ}\text{C}$ за економічними показниками не поступаються ІЧ лампам, а за надійністю, строком служби, рівномірністю теплового поля під опромінювачем значно їх перевищують.

ККД „світлих” випромінювачів зменшується в результаті забруднення колби лампи. Значною перевагою „темних” випромінювачів перед „світлими” є відсутність в їхньому спектрі видимого світла, яке непокоїть тварин.

Темні ІЧ випромінювання типу ОКБ-1376 А і ОКБ – 3296 А

Являють собою спеціально зігнутий трубчастий електронагрівальний елемент, виводи якого вмонтовані в цоколь Ц-40. $T=400...6000^{\circ}\text{C}$. Генерують випромінювання в діапазоні більше 5000 нм. Керамічний випромінювач має керамічну основу, в яку вмонтовано ніхромову спіраль.

Останнім часом розроблено „темний” випромінювач ЭУС – 0,25/41 «Ирис» з різьбовим цоколем Р 27, який можна використовувати в опромінювачах типу ССПО1, ИКУФ – 1 та „Луч”.

Коротка перерва
і продовжимо?





2. ФОТОБІОЛОГІЧНА ДІЯ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Світло – це особлива форма існування матерії у вигляді електромагнітного поля.

Матерія має енергію, маса спокою її дорівнює 0, а швидкість руху у вакуумі максимальна.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} = 300\,000 \text{ км/с.}$$

Зміни стану електромагнітного поля носять коливальний характер, частота коливань позначається грецькою буквою


$$\nu \text{ (с}^{-1}\text{ , Гц)}$$

Між швидкістю c , частотою ν і довжиною хвилі коливань λ існує залежність:

$$\lambda = c / \nu \text{ (нм)}$$

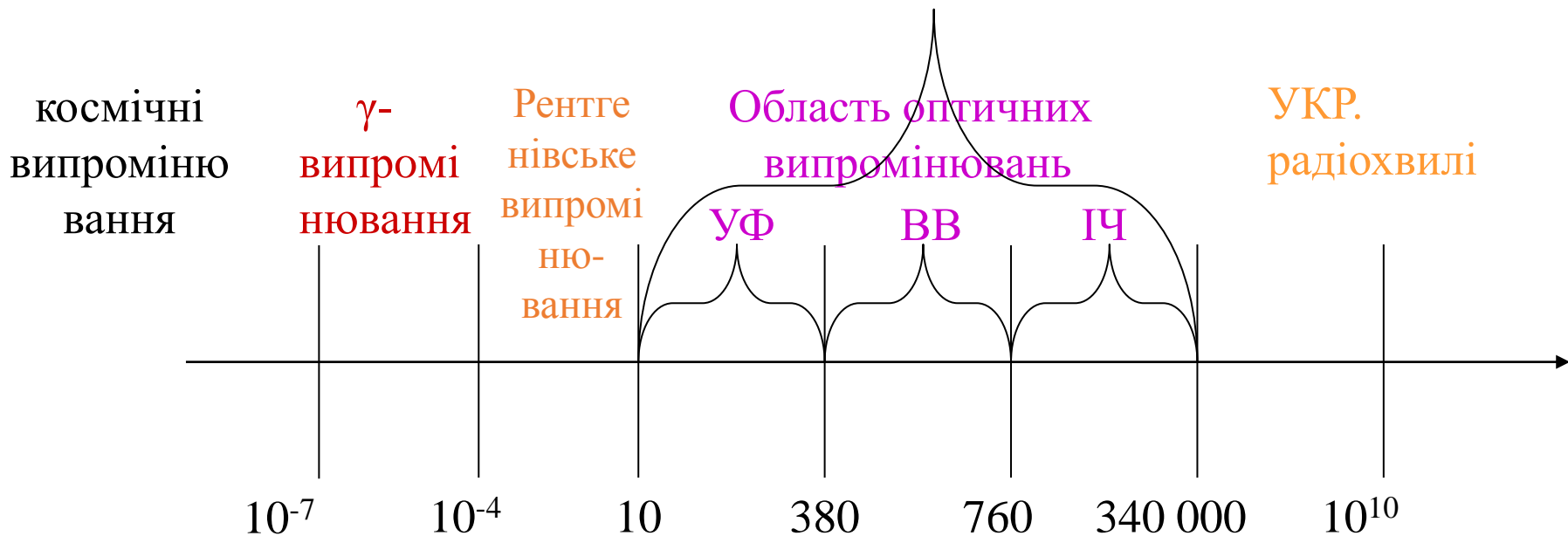
Довжина хвилі λ вимірюється у нанометрах:
(1 нм = 10^{-9} м).

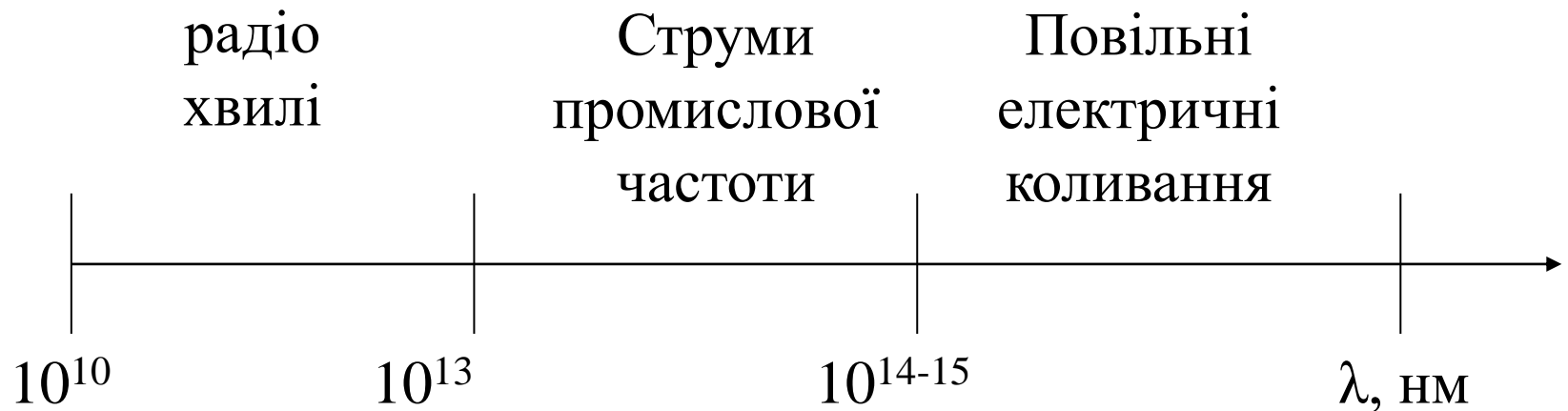
Електромагнітні коливання (поле) існує на всіх частотах, а, значить, і довжинах хвиль.



В сільському господарстві використовують енергію електромагнітних коливань в діапазоні **10... 340 000 нм**. Випромінювання цієї частини спектра електричних коливань можуть бути виявлені оптичними приладами, тому вони одержали назву **область оптичних випромінювань**.

До цієї області крім **видимих**, входять **ультрафіолетові** та **інфрачервоні** випромінювання.





Кольори видимого випромінювання: фіолетовий, синій, голубий, зелений, жовтий, оранжевий, червоний.




3. ВПЛИВ ПРОМЕНИСТОЇ ЕНЕРГІЇ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Електромагнітні хвилі несуть з собою енергію, яка передається переривчасто, окремими „порціями” або **квантами**. Енергія однієї порції (кванта) електромагнітних коливань.

$$\varepsilon = \hbar, \quad u = \hbar \cdot c / \lambda, \quad \text{Дж}$$

\hbar – стала Планка, $\hbar = 6,62 \cdot 10^{-34}$ (Дж·с)




Енергія ε випромінюється атомом або ядром – найменшим об'єктом матеріального світу. При взаємодії з біологічним об'єктом енергія ε взаємодіє з найменшою біологічною частиною – **клітиною**.

Чим менша λ , тим більша порція енергії і тим сильніший вплив на клітину. Кванти електромагнітної енергії повністю поглинаються об'єктами біологічного світу.

Ці порції можуть завдавати різні види руйнування біологічному світу:

- γ промені** – згубні для всього живого,*
- рентгенівські промені** – теж небезпечні, особливо, якщо доза опромінення велика,*
- УФ** – промені ще менше небезпечні,*
- ВВ і ІЧ** – безпечні і корисні.*



Видимі випромінювання відіграють вирішальну роль в життєдіяльності людини, тому що дають можливість орієнтуватись у просторі, розрізняти кольори оточуючих предметів, виконувати різні технологічні операції.

Видимі випромінювання викликають фотохімічні реакції у **людей**. Під дією світла посилюється обмін речовин, стимулюються функції ендокринних залоз і окисні процеси, підвищується стійкість організму до захворювань.

У **тварин** підвищується репродуктивна здатність маточного поголів'я, продуктивність тварин, приріст і зберігання молодняка, регуляція основних життєвих функцій.

В рослинах при опроміненні світлом відбувається **фотосинтез** – процес утворення рослинами органічних речовин із вуглекислого газу, води і мінеральних речовин під дією променистої енергії (**нежива матерія перетворюється в живу**).

Наприклад: продукти харчування рослинного і тваринного походження і енергетичні ресурси (вугілля, нафта, газ та інше), які використовує людство - це наслідок дії випромінювання Сонця на нашу планету через **фотосинтез**, який безперервно відбувається на Землі в зелених рослинах.



Джерелом **ультрафіолетових променів (УФ)** в природних умовах є Сонце.

Ці промені грають дуже важливу роль в біологічних процесах. Вони необхідні і людям, і тваринам, і рослинам. УФ – промені невидимі, вони шкідливі і небезпечні для зору людини. Короткохвильові УФ – промені ($\lambda < 290$ нм) Сонця інтенсивно поглинаються у верхніх шарах атмосфери і до Землі не доходять.

Діапазон УФ – випромінювань ділиться на три області – А, В і С.

Область А – ближня до видимих променів (довгохвильова) в межах **від 380 до 320 нм** (безпосередньо примикає до фіолетової ділянки ВВ). Випромінювання цієї області використовують для люмінесцентного аналізу якості продуктів, а також для збудження речовин, що світяться в сигнальних і інших пристроях. Біологічна активність цих випромінювань відносно невелика.

Область В – середньохвильова радіація в межах **320 – 280нм** Випромінювання області В мають сильну **біологічну дію на живі організми.**


При опроміненні цими променями в організмі провітамін Д перетворюється у вітамін Д. **Вітамін Д регулює кальцієво-фосфорний обмін організму – ріст нових кісток.** При нестачі вітаміну Д зменшуються кістки: тонкі руки, ноги, велика голова. Можна опромінювати продукти – молоко, хліб – і в них з'явиться вітамін Д. Тому **промені області В використовують як антирахітний засіб.**

Ці промені володіють, також сильною еритемною дією, тобто при опроміненні виникає почервоніння шкіри (еритема) з подальшою пігментацією (потемніння). Еритема добродійно сприяє на життєдіяльність організму: сприяє обміну речовин в організмі, підвищує самопочуття.

Область С – короткохвильова або дальня УФ радіація в межах **280 – 10 нм**.


Промені цієї області володіють сильною біологічною бактерицидною дією: згубні для рослин і найпростіших – спор, бактерій, грибків.

Наприклад: використовуються для стерилізації повітря, води, посуду і т.д.



Інфрачервоні (ІЧ) випромінювання (довжина хвиль від 760 до 340000 нм) знаходяться за червоними променями видимого спектра в сторону збільшення довжини хвиль, тому така їх назва. **Вони випромінюються будь-яким нагрітим тілом.** Природа цих променів, як і УФ - електромагнітна, ІЧ – промені невидимі і не можуть викликати зорові відчуття. Сонячний спектр багатий на ІЧ-промені.

Наприклад: використовують інфрачервоне випромінювання для сушіння продуктів, знищення хвороботворних мікробів і сільськогосподарських шкідників (дезінфекція), а найчастіше для місцевого обігріву тварин і птиці.




Енергія ІЧ випромінювання проникає в шкіру і підшкірні тканини тварини, перетворюється в теплову, яка добродійно позначається на кровообігу, функції залоз, загальному обміну речовин і служить захисним екраном для втрати твариною своєї теплової енергії.

$$1\text{K} = 1^{\circ}\text{C} + 273,15$$



**4. ПАРАМЕТРИ ВИДИМИХ
ВИПРОМІНЮВАНЬ І ОДИНИЦІ
ЇХ ВИМІРЮВАННЯ**



*Кожний вид випромінювань (ВВ, УФ, ІЧ) має свої параметри, але в основу всіх величин покладено **потік випромінювань**.*

*Потужність переносу енергії випромінювань прийнято називати **поток**ом випромінювання або **променистим потоком**.*

1. **Світловий потік F** - це інтенсивність видимого випромінювання, тобто енергія випромінювання, що переноситься за одиницю часу.

За одиницю світлового потоку прийнято **люмен (лм)**. Він дорівнює світловому потоку, який випромінює абсолютно чорне тіло (тіло, що поглинає всі падаючі на нього промені і не має властивості відбивати) з площі $0,5305 \text{ мм}^2$ при температурі тверднення платини (2042 K).

2. **Сила світла джерела** – просторова густина світлового потоку, тобто відношення світлового потоку F до значення тілесного (просторового) кута ω , в якому він рівномірно розподіляється:

$$I = F / \omega$$

Одиниця сили світла – кандела (кд):

$$1 \text{ кд} = 1 \text{ нм/ср}$$

Стерадіан (ср) – це тілесний кут, що має вершину в центрі сфери і спирається на ділянку сфери з площею, яка дорівнює квадрату радіуса сфери.

3. **Освітленість E** – поверхнева густина світлового потоку, тобто відношення світлового потоку F до площі S , на яку він рівномірно падає:

$$E = F / S$$

Одиниця освітленості – люкс (лк): $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм/м}^2$

4. **Світлова енергія W** являє собою добуток світлового потоку на тривалість його дії:

$$W = F \cdot t \quad \text{лм} \cdot \text{с}$$

5. **Світлова віддача H** – це відношення потоку джерела світла до потужності, яку споживає джерело:

$$H = F / P \quad \text{лм/Вт}$$

ВИСНОВКИ:

1. Особлива форма існування матерії у вигляді електромагнітного поля сприймається оком людини як світло. Через органи зору людина сприймає до 90% всієї одержаної нею інформації.
2. Енергія оптичного випромінювання безпосередньо діє на людей, тварин, рослин, мікроорганізми та дає можливість їм розвиватися.
3. Для кількісної оцінки дії оптичного випромінювання користуються системою енергетичних величин і одиницями їх вимірювання.
4. Найпоширенішим електричним джерелом світла у сільському господарстві є різні типи електричних ламп.
5. Правильно спроектоване і раціонально виконане освітлення виробничих приміщень має позитивний психофізіологічний вплив на працюючих, сприяє підвищенню ефективності та безпеки праці, знижує стомлення і травматизм, зберігає високу працездатність.

Кінець
пари ☺

