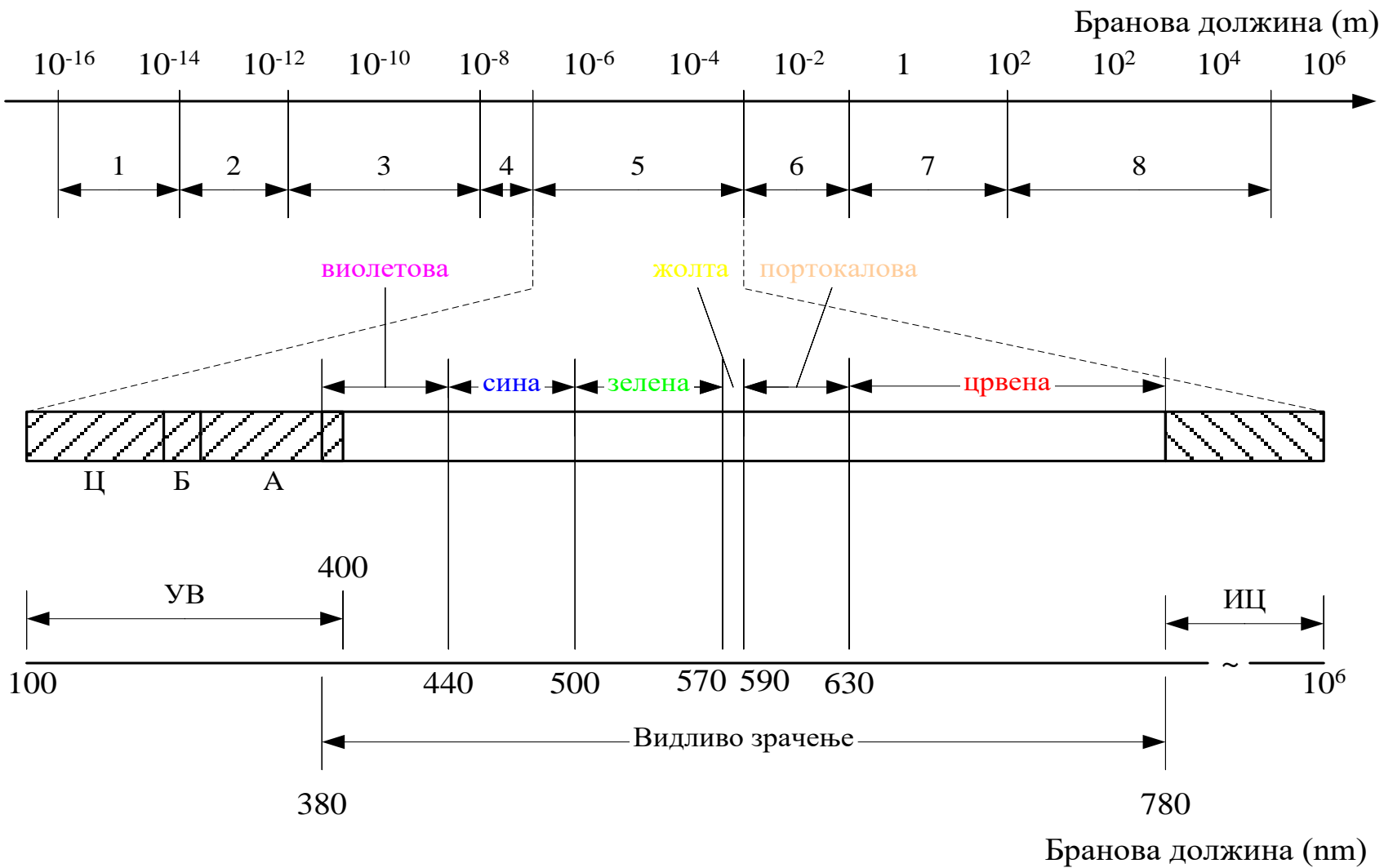


СВЕТЛИНА, ГЛЕДАЊЕ И БОЈА



ЕФЕКТ НА ПУРКИЊЕ

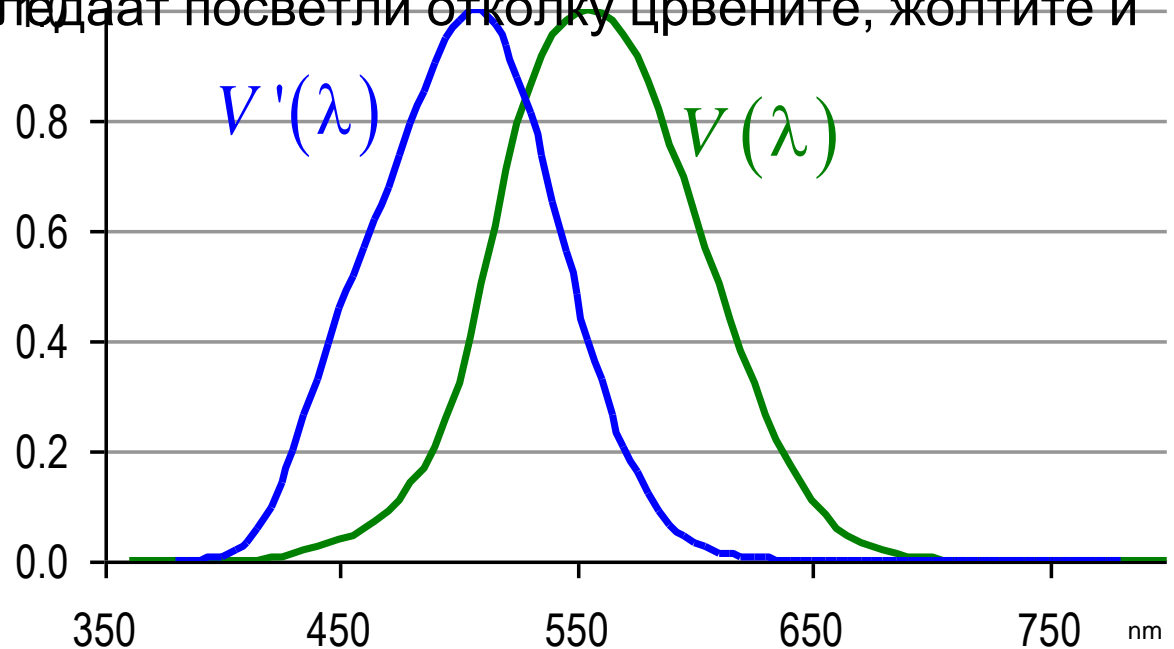
- Релативно поосветлување на сината и затемнување на црвената, во споредба со белата боја, при премин од дневното кон ноќното гледање
- Разнобојни површини, иако имаат еднакви сјајности во услови на дневно гледање, различно се затемнуваат при значително намалување на нивната сјајност (при премин на ноќно гледање)
- Сините површини изгледаат посветли отколку црвените, жолтите и портокаловите

$$L > 3 \text{ cd/m}^2$$

$$\lambda \approx 555 \text{ nm} \Rightarrow V(\lambda)_{\max}$$

$$L < 3 \cdot 10^{-5} \text{ cd/m}^2$$

$$\lambda \approx 505 \text{ nm} \Rightarrow V'(\lambda)_{\max}$$



ВИДНО ПОЛЕ

- ширина во хоризонталната рамнина $2 \times 75^\circ$
- висина во вертикалната рамнина $2 \times 60^\circ$
- длабинската острина на растојанија од 1 до 1000 m изнесува 0,4 до 275 m

СВЕТЛИНА И БОЈА

- Квалитетот на еден светлински извор се карактеризира со
 - впечаток за боја (color appearance)
 - квантификација
 - колориметриски систем
 - температура на боја
 - преку индексот на распознавање на боите (color rendering index – CRI).

КОЛОРИМЕТРИСКИ СИСТЕМ НА СИЕ

- *CIE – Commission Internationale de l'Éclairage*
- Трихроматски адитивен ситем на бои (Red, Green, Blue – RGB систем)
 - X, Y и Z компоненти
 - $S(\lambda)$ е спектрална моќност на зрачењето
 - $x(\lambda)$ е функција на усогласување на бојата за компонентата x
 - $y(\lambda)$ е функција на усогласување на бојата за компонентата y
 - $z(\lambda)$ е функција на усогласување на бојата за компонентата z
 - k е нормализирачки фактор


$$X = k \cdot \sum_{\lambda=380}^{780} S(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$


$$Z = k \cdot \sum_{\lambda=380}^{780} S(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$


$$Y = k \cdot \sum_{\lambda=380}^{780} S(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$


КОЛОРИМЕТРИСКИ СИСТЕМ НА СИЕ


Боја = $X + Y + Z$


 $X=255$
 $Y=0$
 $Z=0$


 $X=0$
 $Y=255$
 $Z=0$


 $X=0$
 $Y=0$
 $Z=255$


 $X=141$
 $Y=59$
 $Z=145$

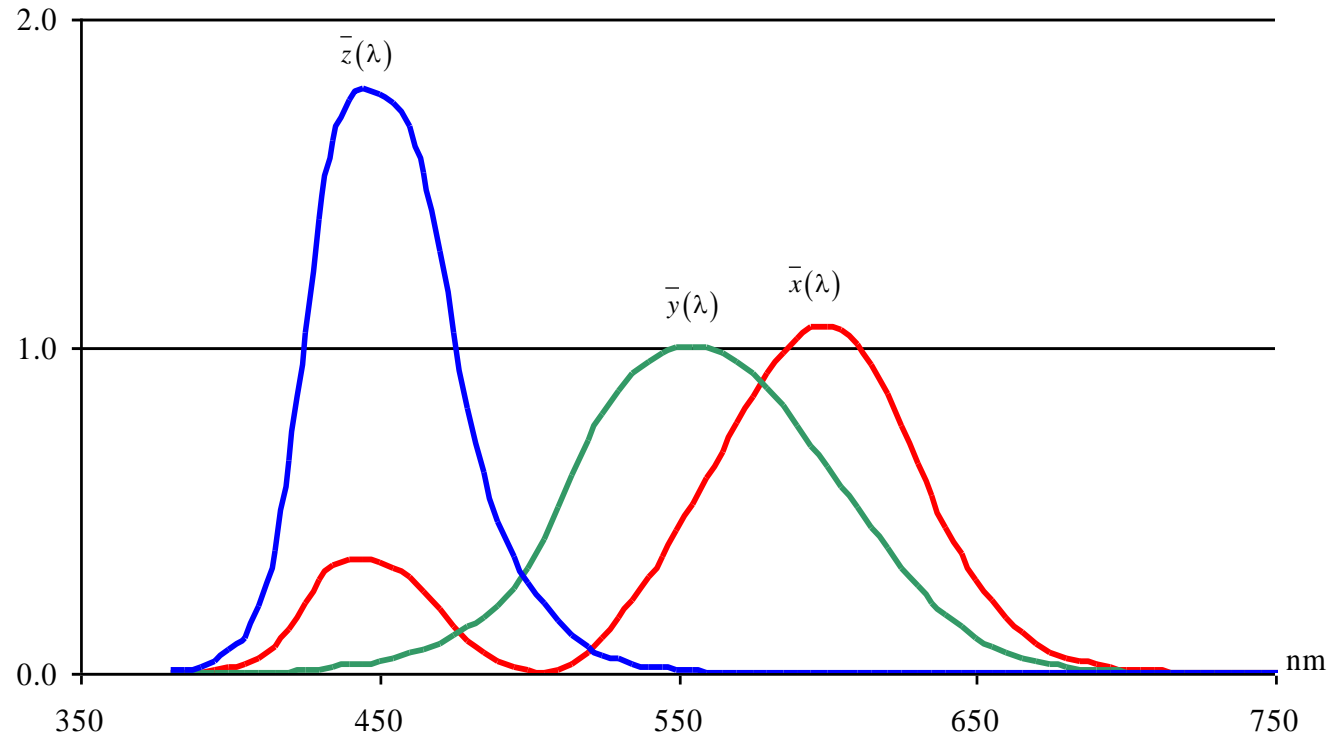
 $X=0$
 $Y=204$
 $Z=153$

 $X=223$
 $Y=223$
 $Z=31$

 $X=127$
 $Y=127$
 $Z=127$

 $X=255$
 $Y=255$
 $Z=255$

 $X=0$
 $Y=0$
 $Z=0$



ДИЈАГРАМ НА БОИ (1931 година)

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

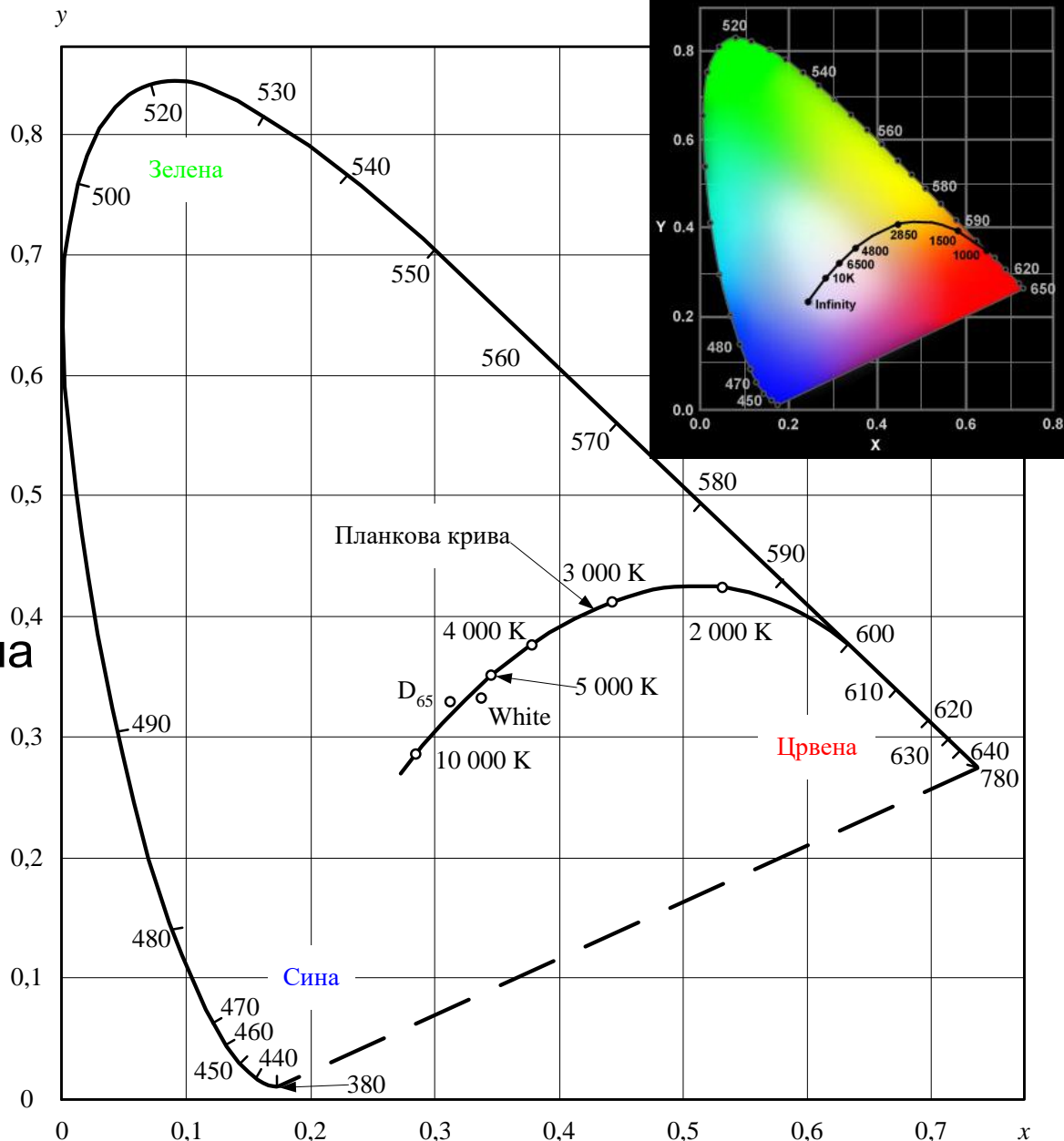
$$z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad z = 1 - x - y$$

Планкова крива –
Идеално црно тело (ИЦТ)
загреано на различна
температура

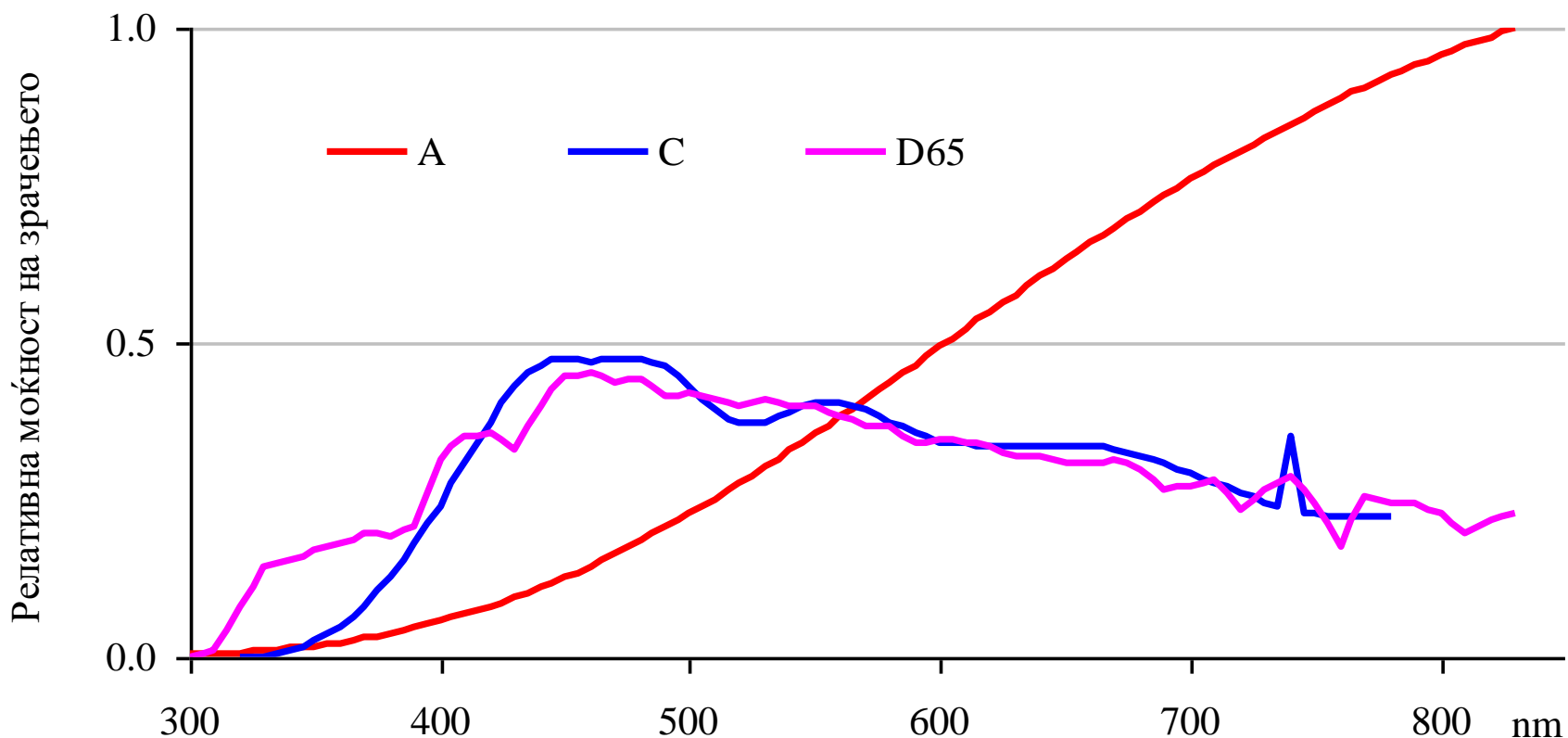
Модифициран во 1960 година
UCS (Unified Color System)
и и v координати

$$u = \frac{4x}{-2x+12y+3}$$

$$v = \frac{6y}{-2x+12y+3}$$



СТАНДАРДНИ ИЛУМИНАТИ НА СИЕ



A – идеално црно тело на температура 2856 K;

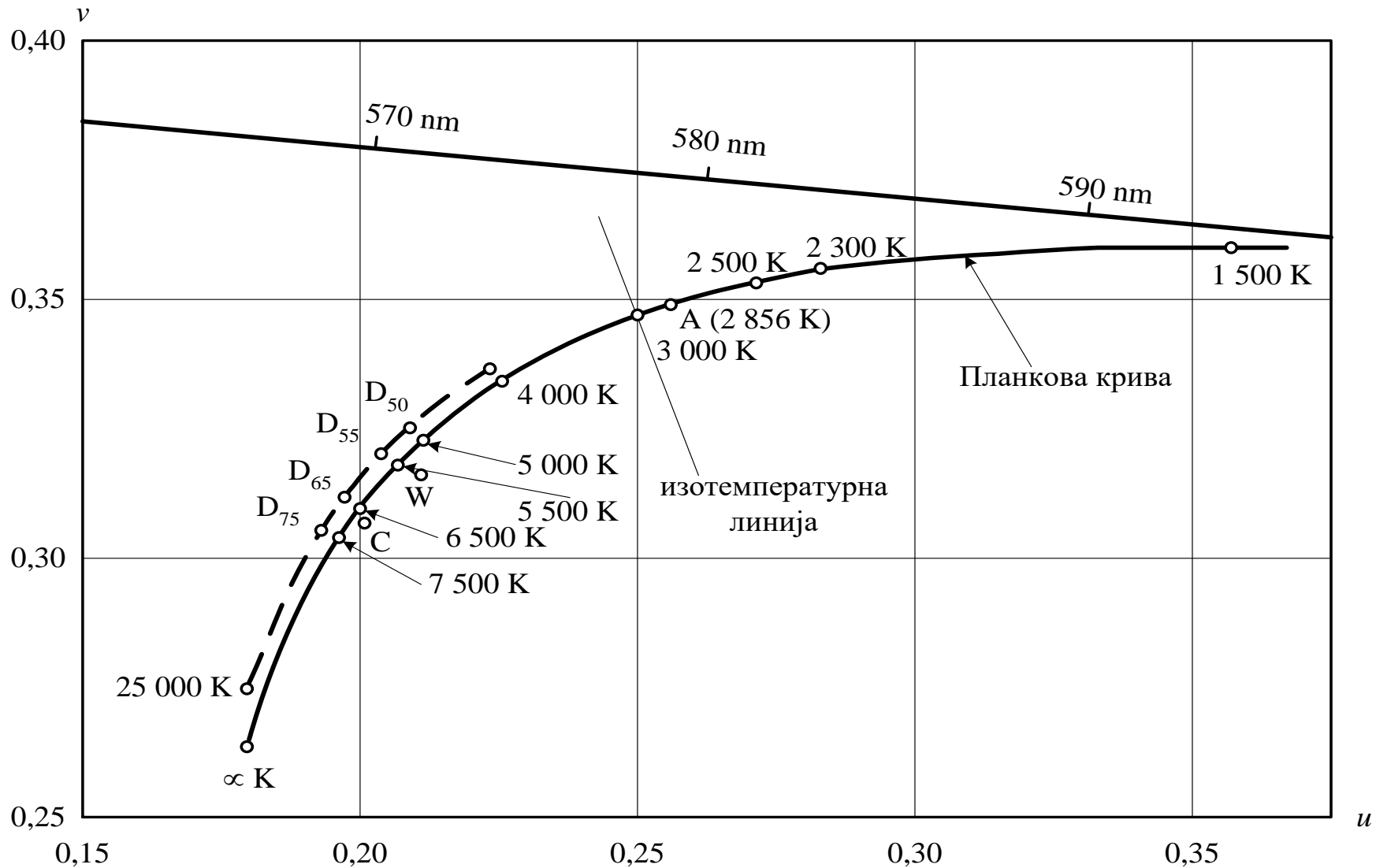
C – лабораториска симулација на просечна дневна светлина;

D65 – дневна светлина при корелирана температура на боја од 6 500 K

ТЕМПЕРАТУРА НА БОЈА (ТБ)

- Температура на боја на еден светлински извор претставува температурата на ИЦТ (изразена во келвини) коешто зрачи светлина со еднаква боја (исти трихроматски координати) како и светлината на набљудуваниот светлински извор
- Температурата на боја на светлинските извори може да се дефинира само за оние извори коишто имаат континуиран спектар на зрачење, сличен на спектарот на ИЦТ
- Таков спектар имаат сијалиците со вжарено влакно; за останатите извори на светлина, трихроматските координати дефинираат точки коишто лежат надвор од Планковата крива
- Температурата на боја на еден светлински извор е големина со којашто се означува бојата на светлината на изворот, но практично ништо не кажува за спектралниот состав на светлината; повеќето таканаречени сијалици за „дневна“ светлина имаат боја со хроматски координати многу блиску до Планковата крива, но имаат спектар на зрачење којшто значително се разликува од спектарот на ИЦТ

ТЕМПЕРАТУРА НА БОЈА (ТБ)



КОРЕЛИРАНА ТЕМПЕРАТУРА НА БОЈА (CCT)

- *Корелирана или најблиска температура на боја (Corelated Color Temperature)* на една сијалица ја означува температурата на ИЦТ при којашто бојата на ИЦТ е најслична на бојата на светлината што ја емитира набљудуваната сијалица.
- *Изотемпературни линии* коишто во UCS дијаграмот претставуваат нормали на Планковата крива за определена температура на боја на ИЦТ.
- Сите извори на светлина чиешто хроматски координати дефинираат точки што лежат на една изотемпературна линија велиме дека имаат иста корелирана температура на боја.

КОРЕЛИРАНА ТЕМПЕРАТУРА НА БОЈА

Светлински извор	Температура на бојата (К)
Парафинска свеќа	1920
Петролеумска лампа	2050
Сијалица со вжарено влакно	2650÷3370
Флуоресцентна сијалица	2700÷6500
Месечина	4150
Сонце (набљудувано над Земјината атмосфера)	6500

Група	Впечаток за бојата	Температура на бојата К	Препорачана примена
1	топол	помала од 3 300	станбени простории, специјални видни задачи и студена клима
2	неутрален	3 300 ÷ 5 300	работни простории
3	студен	поголема до 5 300	високо ниво на осветленост, специјални видни задачи и топла клима

КОРЕЛИРАНА ТЕМПЕРАТУРА НА БОЈА

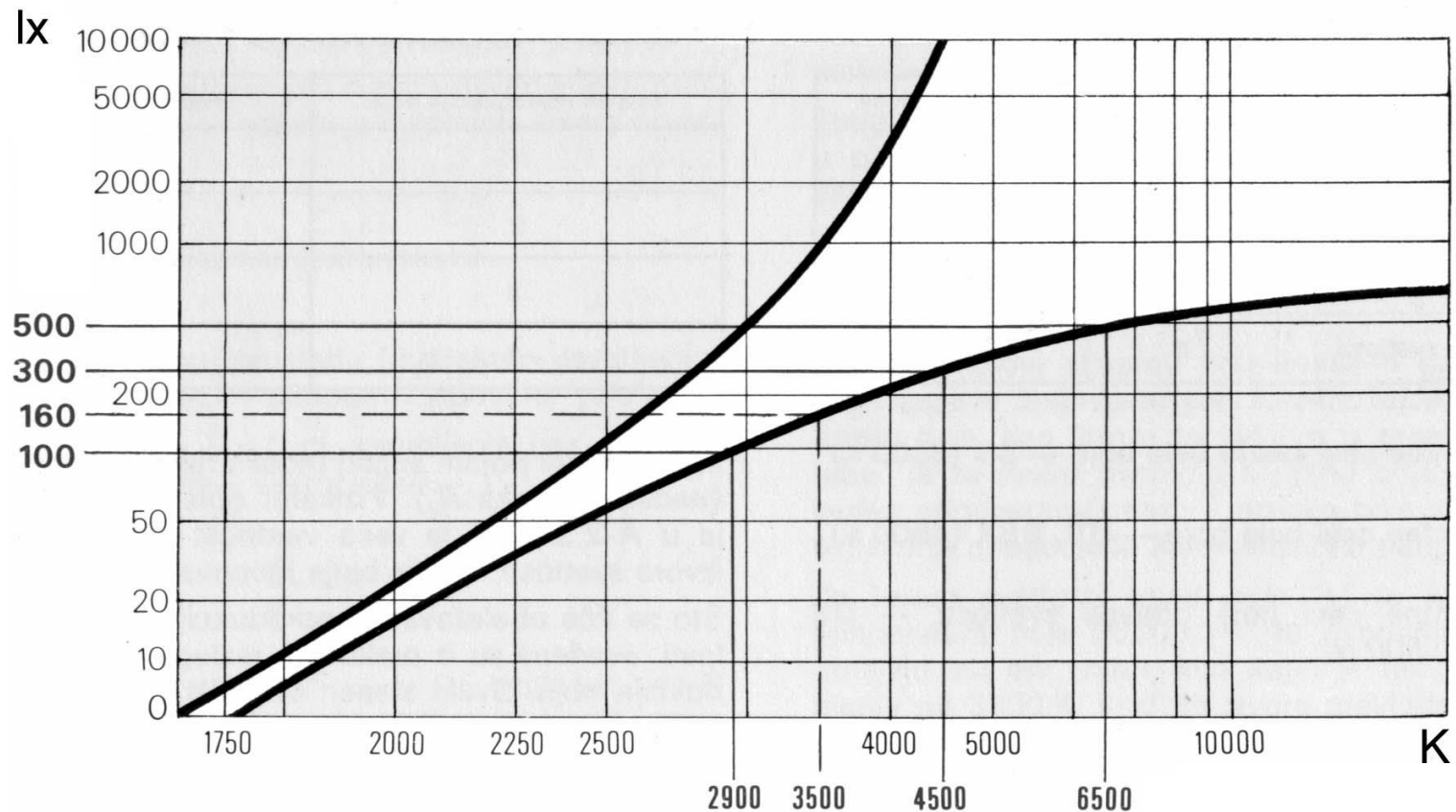
Ако во една просторија се користат различни типови сијалици тогаш се препорачува нивните ТБ да бидат еднакви или многу блиски

Група	Впечаток за бојата	Температура на бојата К
1	топол	помала од 3 300
2	неутрален	3 300 ÷ 5 300
3	студен	поголема до 5 300



КРУИТХОВ ДИЈАГРАМ

- ниска CCT и високи осветлености → впечаток за неприродна околина и пренатрупаност со бои (*overly colorfull*)
- висока CCT и ниска осветленост → впечаток на студена и затемнета околина



ИНДЕКС НА РЕПРОДУКЦИЈА НА БОЈА (ИРБ)

- Мерка за степенот со кој бојата на еден објект, под светлина од определен извор, се поклопува со бојата на истиот објект при употреба на референтен извор на светлина
- ИРБ е големина со која се оценува способноста на изворот на светлина во усогласување на бои, односно во идентификација на идентични бои и разликување на бои што не се идентични
- Се означува со R_a ; најмала вредност 0 (теоретски); најголема вредност 100
- CIE стандардна процедура со осум основни и шест дополнителни тест бои; R_a просечна вредност на индексите за тест боите
- Споредба на ИРБ на две сијалици е коректна само ако тие имаат иста (или приближно иста) ТБ, односно исти три хроматски координати

ИНДЕКС НА РЕПРОДУКЦИЈА НА БОЈА (ИРБ)

Тип на сијалица	Хроматски координати		ТБ (К)	R _a	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
	x	y										
Флуоресцентни сијалици												
CIE F1, дневна светлина	0.313	0.337	6 430	76	69	84	92	73	74	80	82	53
CIE F2, студено бела	0.372	0.375	4 230	64	56	77	90	57	59	67	74	33
CIE F3, бела	0.409	0.394	3 450	57	48	72	90	46	49	59	69	21
CIE F4, топло бела	0.440	0.403	2 940	51	42	70	90	38	41	54	65	11
CIE F7, широк дијапазон на бои	0.313	0.329	6 500	90	89	92	91	91	90	89	93	87
CIE F8, широк дијапазон на бои	0.346	0.359	5 000	95	97	96	91	97	96	93	96	97
CIE F9, широк дијапазон на бои	0.374	0.373	4 150	90	90	93	90	90	89	88	94	89
CIE F10, три тесни дијапазони	0.346	0.359	5 000	81	93	90	53	86	83	74	89	80
CIE F11, три тесни дијапазони	0.380	0.377	4 000	83	98	93	50	88	87	77	88	79
CIE F12, три тесни дијапазони	0.437	0.404	3 000	83	99	95	54	89	88	83	89	68
Останати сијалици												
Метал–халогена со провиден балон	0.374	0.383	4 220	67	59	84	88	63	67	84	67	21
Метал–халогена со флуоресцентна облога	0.388	0.379	3 800	70	64	88	86	66	71	89	67	25
Ксенонска	0.324	0.324	5 920	94	94	91	90	96	95	92	95	96
Живина со висок притисок и провиден балон	0.308	0.377	6 410	18	-9	32	51	7	8	8	47	-4
Живина со висок притисок и флуоресцентна облога	0.405	0.402	3 600	49	44	60	59	45	40	35	69	41
Натриумова со висок притисок	0.519	0.417	2 100	24	15	66	55	-5	14	56	37	-45
Натриумова со низок притисок	0.569	0.421	1 740	-44	-68	44	-2	-101	-67	29	-23	-165
Сулфурна сијалица	0.314	0.405	6 120	76	71	83	87	67	73	83	83	63
Халогена	0.424	0.399	3 190	100	100	100	100	100	100	99	100	100

ИНДЕКС НА РЕПРОДУКЦИЈА НА БОЈА (ИРБ)

Група	R_a	Впечатокот за бојата на сијалиците	Примена	
			Препорачана	Дозволена
1A	90÷100	Топол, неутрален, студен	Усогласување на бои, клинички испитувања, галерии за слики	
1B	80÷89	Топол, неутрален	Станови, хотели, ресторани, продавници, канцеларии, училишта, болници	
		Неутрален, студен	Печатење, боење, текстилна индустрија, индустриски работи со поголеми барања	
2	60÷79	Топол, неутрален, студен	Индустриски погони	
3	40÷59		Тешка индустрија	Индустриски погони
4	20÷39			Тешка индустрија, индустриски погони со многу мали потреби за распознавање на боите

КОНТРАСТ

- Многу значајна карактеристика за квалитетот на сликата за определен објект

Врз основа на изразот (3.75) може да се покаже дека T е пропорционална на сјајноста на растојанието на точката до триаголникот ABC . Триаголник паралелен на триаголникот ABC на правите дефинирани со точката T и темињата A, B, C ќе бидат еднакви на соодветните агли од T и тем A, B, C го исполнуваат претходниот услов во сите просторни агли. Всушност, било кој триаголник дефинирани со точката T и темињата A, B, C просторен агол во однос на точката T како триаголникот $A'B'C'$ од сликата 3.15.б.

Според тоа, осветленоста во точката L сјајност L ќе биде еднаква на осветленоста на предметната површина истата сјајност.

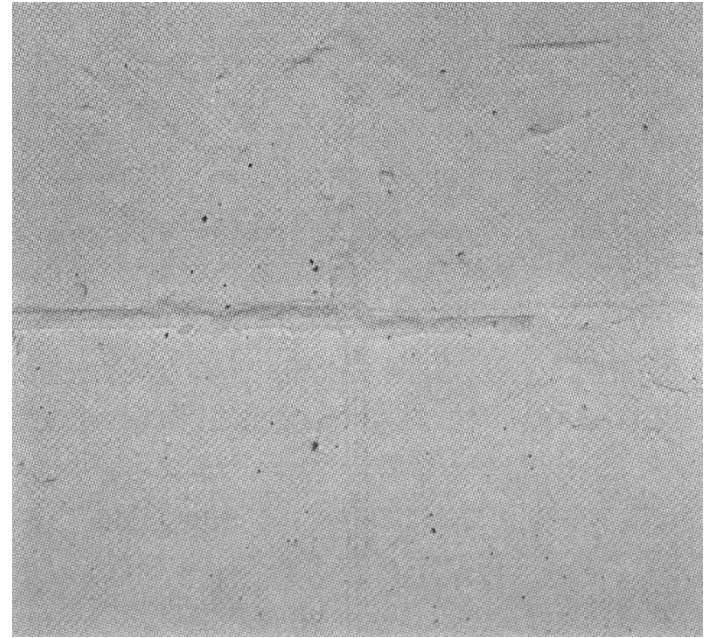
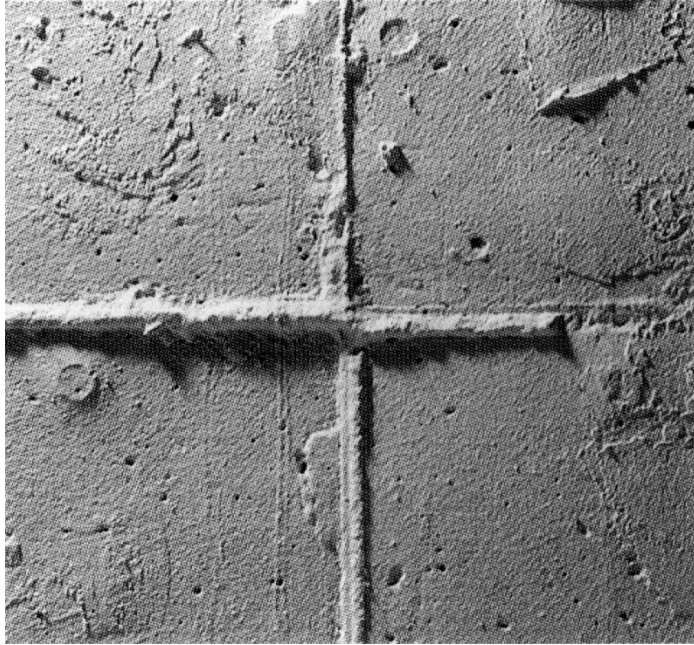
Врз основа на изразот (3.75) може да се покаже дека T е пропорционална на сјајноста на растојанието на точката до триаголникот ABC . Триаголник паралелен на триаголникот ABC на правите дефинирани со точката T и темињата A, B, C ќе бидат еднакви на соодветните агли од T и тем A, B, C го исполнуваат претходниот услов во сите просторни агли. Всушност, било кој триаголник дефинирани со точката T и темињата A, B, C просторен агол во однос на точката T како триаголникот $A'B'C'$ од сликата 3.15.б.

Според тоа, осветленоста во точката L сјајност L ќе биде еднаква на осветленоста на предметната површина истата сјајност.

Контраст на сјајноста

$$L_c = \frac{|L_{\text{заднина}} - L_{\text{предмет}}|}{L_{\text{заднина}}}$$

КОНТРАСТ



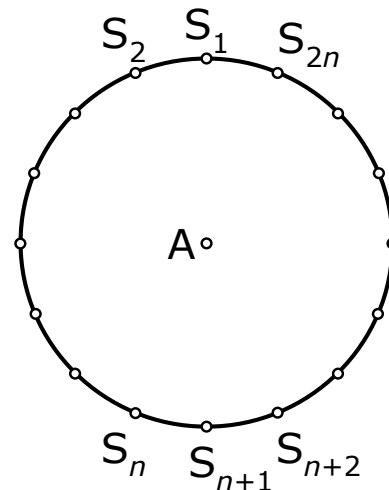
- **Контрастот помага за подобра тродимензионална претстава**
 - се постигнува со различен однос на векторот на осветленоста и скаларот на осветленоста (средна сферна осветленост) во точките од просторот

КОНТРАСТ

- Пример

– Набљудуваме сфера со радиус R чијшто центар е во точката A . На површината на сферата се поставени $2n$ светлински извори. Светлинските извори се распределени по површината на сферата така што постојат n чифтови извори. Изворите од еден чифт се поставени во крајните точки на еден дијаметар на сферата. Во правец кон центарот на сферата, секој од изворите зрачи светлина со еднаква светлинска јачина I . Да се пресметаат векторот на осветленоста и средната сферна осветленост во точката A за два случаја:

- кога точката A е осветлена од сите извори
- кога точката A е осветлена само од еден произволно одбран извор.



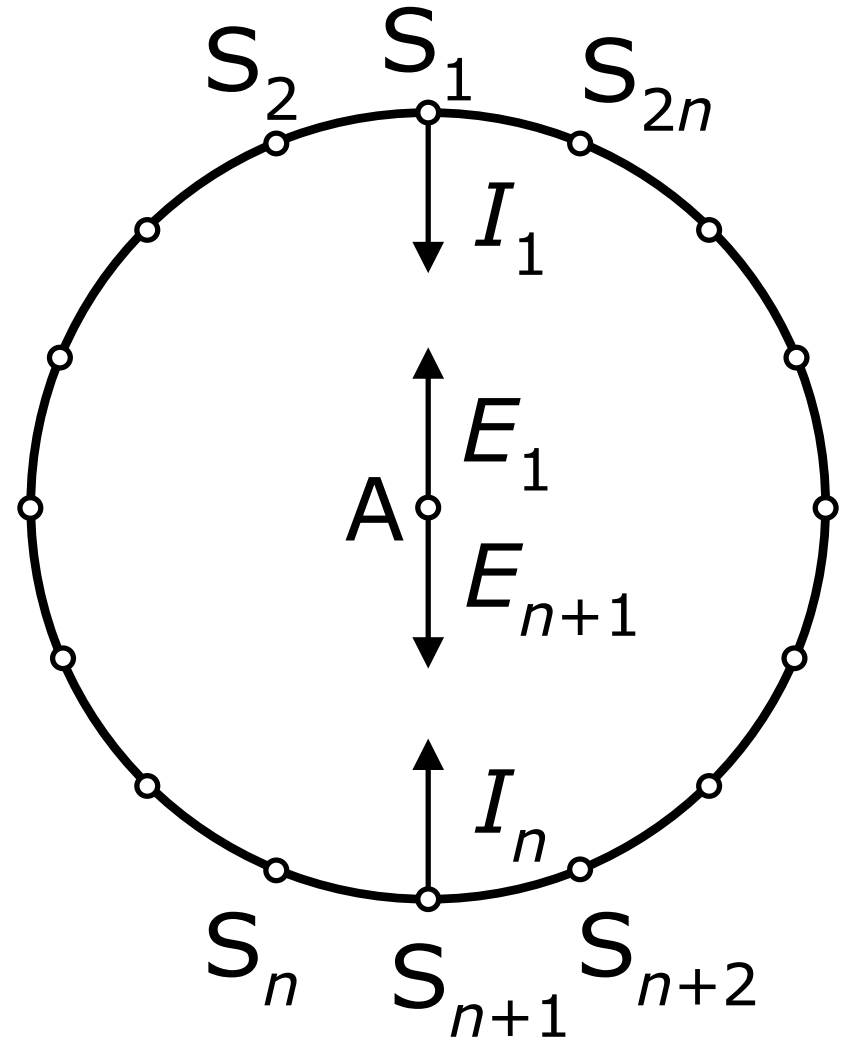
КОНТРАСТ

1. случај (2n извори)

$$E_{\text{вектор}A} = \sum_{i=1}^n \frac{I}{R^2} - \sum_{i=n+1}^{2n} \frac{I}{R^2} = 0$$

$$E_{\text{сферна}A} = \sum_{i=1}^{2n} \frac{I}{4 \cdot R^2} = \frac{I}{4 \cdot R^2} \cdot 2n = \frac{n}{2} \cdot \frac{I}{R^2}$$

$$\frac{E_{\text{вектор}A}}{E_{\text{сферна}A}} = 0$$



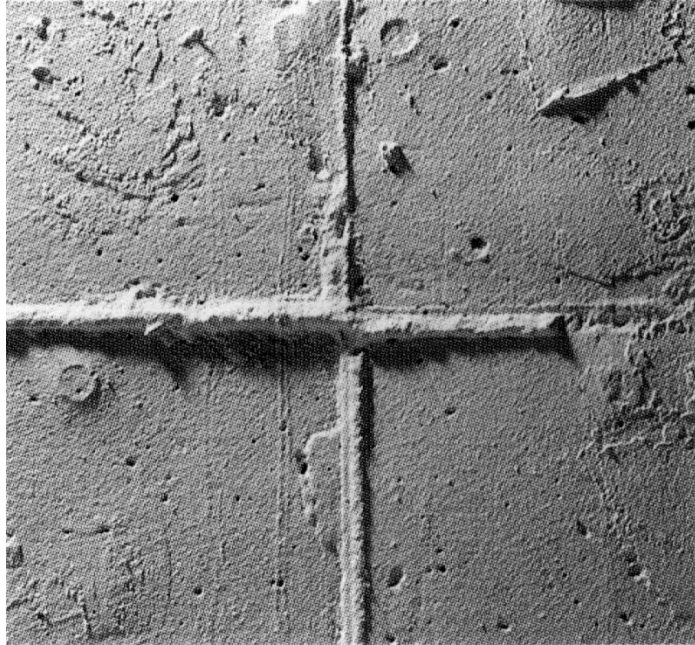
2. случај (1 извор)

$$E_{\text{вектор}A} = \frac{I}{R^2}$$

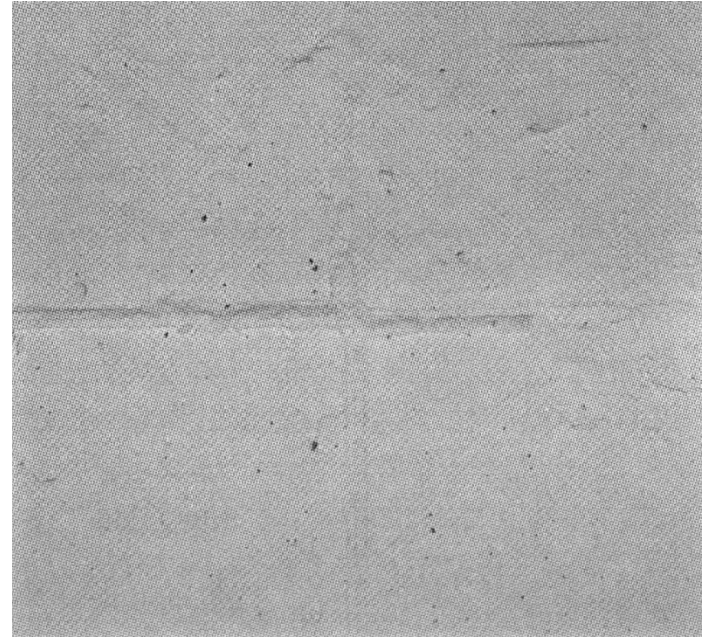
$$E_{\text{сферна}A} = \frac{I}{4 \cdot R^2}$$

$$\frac{E_{\text{вектор}A}}{E_{\text{сферна}A}} = 4$$

КОНТРАСТ



$$\frac{E_{\text{вектор}_A}}{E_{\text{сферна}_A}} = ?$$



$$\frac{E_{\text{вектор}_A}}{E_{\text{сферна}_A}} = ?$$

БЛЕСКОТЕЊЕ

- Блескотење настапува кога во видното поле се наоѓа некој предмет со многу поголема сјајност од сјајноста на останатите делови на видното поле.
- Блескотењето е појава што ја намалува способноста на окото за јасно гледање и создава помали или поголеми тешкотии при гледањето.
- Свртувајќи го постојано вниманието врз себе, блескотењето создава чувство за пречење и замор во сите ситуации кога човекот се занимава со активност (работа) што бара концентрација.
- Степенот на блескотење зависи од сјајноста на околината

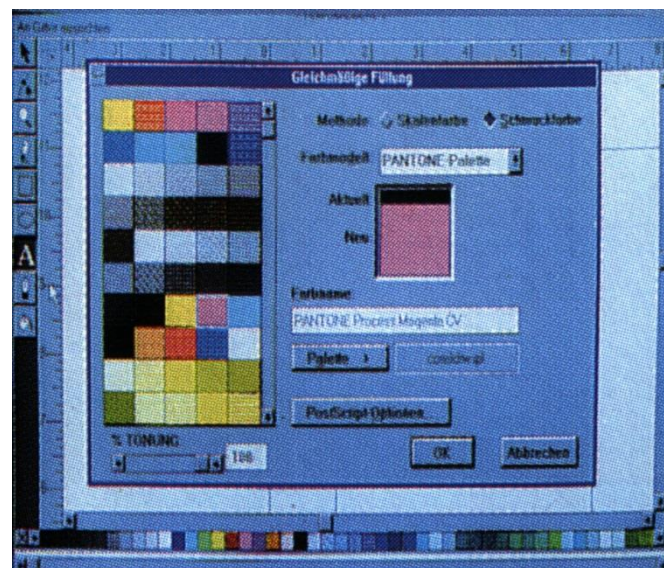
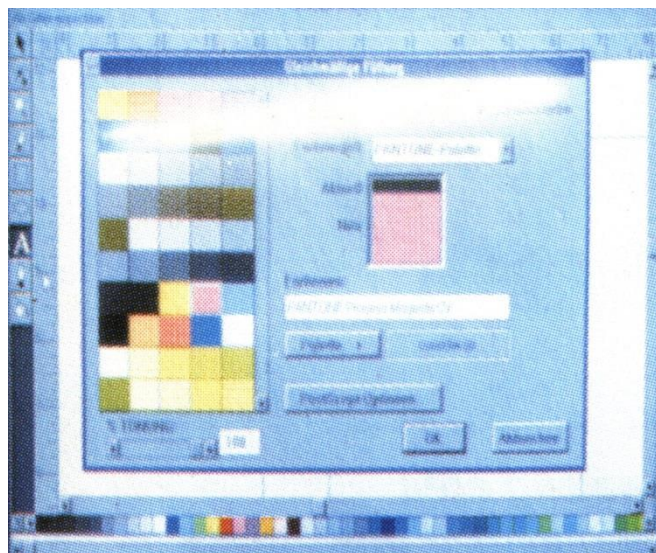
$$L_{\text{околина}} = 10^{-4} \text{ cd/m}^2 \quad L_{\text{предмет}} = 200 \text{ cd/m}^2$$

$$L_{\text{околина}} = 10 \text{ cd/m}^2 \quad L_{\text{предмет}} = 7500 \text{ cd/m}^2$$

БЛЕСКОТЕЊЕ

- Според причините за појава на блескотење
 - директно
 - во видното поле постојат светилки чишто светли делови во правецот на набљудување имаат многу поголема сјајност од сјајноста на околината
 - рефлексно
 - во видното поле постојат површини коишто имаат висок коефициент на одбивање и одбиваат насочено или полудифузно

РЕФЛЕКСНО БЛЕСКОТЕЊЕ



БЛЕСКОТЕЊЕ

- Според последиците разликуваме:
 - физиолошко блескотење (*disability glare*)
 - психолошко блескотење (*discomfort glare*).
- Физиолошкото блескотење предизвикува намалување на видната способност.
 - Тоа намалување обично е привремено, но во случаи на исклучително силни блескотења, особено ако тие не се краткотрајни, можни се и трајни оштетувања на видот
 - Примери на физиолошко блескотење (неможност доволно добро да се распознае набљудуваниот објект) се прикажани на претходните слики
 - ретко се јавува кај системите за осветление на затворени простории, додека е многу присутно кај системите за надворешно осветление

БЛЕСКОТЕЊЕ

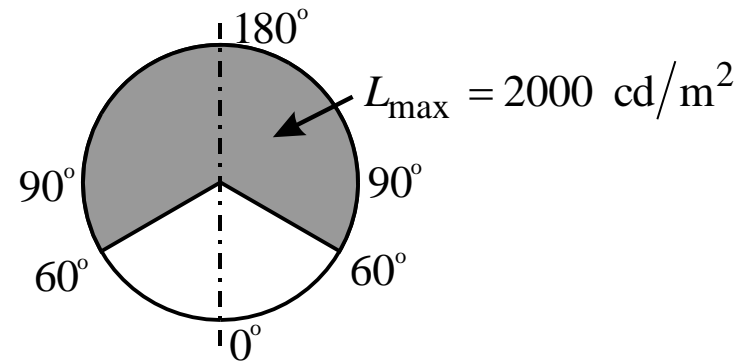
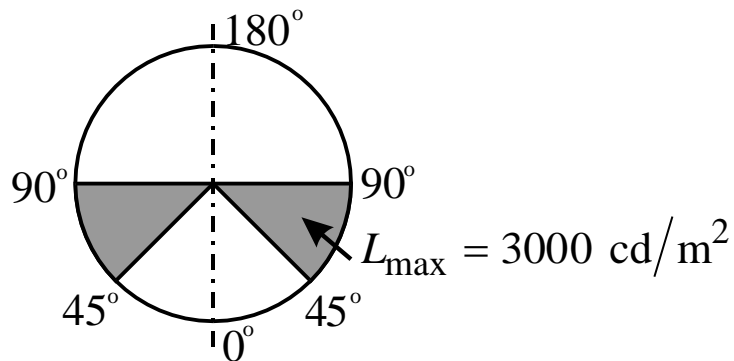
- Психолошкото блескотење се јавува во случаите кога набљудувачот подолго време престојува во просторија во која постои ефект на блескотење (кое и не мора да биде многу силно).
- Се манифестира како субјективно чувство на замор, нервоза и неудобност, но тоа не мора да доведе до намалување на видната способност.

БЛЕСКОТЕЊЕ

- Во осветлението на работни простории, предавални, концертни сали, театарски сали, кино–сали и други слични објекти, треба внимателно да се одбегнат сите можности за појава на блескотење, бидејќи во тие простории секое блескотење се смета за штетно
 - Причината за појава на блескотење, покрај несоодветни светилки или нивното несоодветно поставување, може да биде и распределбата на светлинската јачина на површините од коишто се одбива светлината
- Во простории за разонода и забава (диско клубови, барови и сл.), во соодветна мерка, блескотењето намерно се предвидува.
 - Во овие простории не се работи, туку се забавува и од осветлението не се бара да создаде оптимални услови за гледање, туку да создаде атмосфера за добро и весело расположение.

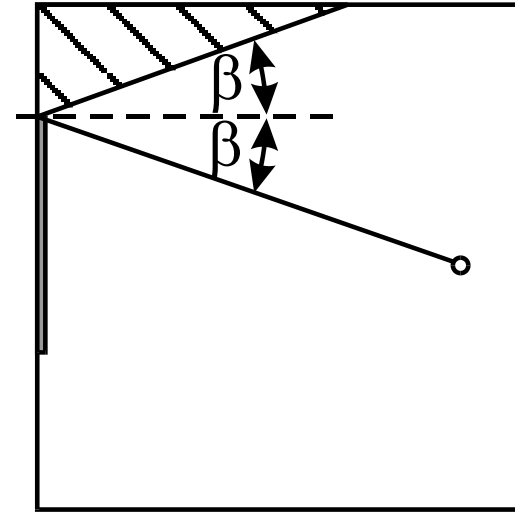
МЕРКИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА ДИРЕКТНОТО БЛЕСКОТЕЊЕ

- користење на извори со помала сјајност или користење на извори чијашто сјајност е ограничена во вообичаените правци на гледање
- соодветна ориентација на изворите во просторот
- поставување на изворите надвор од видното поле или зад соодветни заклони



МЕРКИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА РЕФЛЕКСНОТО БЛЕСКОТЕЊЕ

- распоредување на изворите и/или одбивните површини така што одбиената светлина да не предизвикува блескотење, т.е. правецот на насочено одбиената светлина да не се поклопува со вообичаените правци на набљудување
- користење на одбивни површини што не одбиваат насочено (на пример, матирани површини)
- користење на извори со помала сјајност



ТРЕПЕРЕЊЕ НА СВЕТЛИНАТА

- Како резултат на временските промени на флуксот предизвикани од временската промена на струјата (50 Hz) настануваат појави наречени *бранување на светлината* и *треперење на светлината (flicker)*
- Флуксот може да се менува и поради отстапувањето на временската промена на погонскиот напон од идеалната синусоидална промена како и поради отстапувањето на ефективната вредност на погонскиот напон од номиналниот
- Отстапувањата можат да настанат како последица на фактори надвор од системот за осветление:
 - вклучувања и/или исклучувања на големи електрични извори или потрошувачи
 - постоење електрично блиски електролачни печки или апарати за заварување или енергетски претворувачи

ТРЕПЕРЕЊЕ НА СВЕТЛИНАТА

- Квантитативни мерки за оценка на треперењето на флуksот

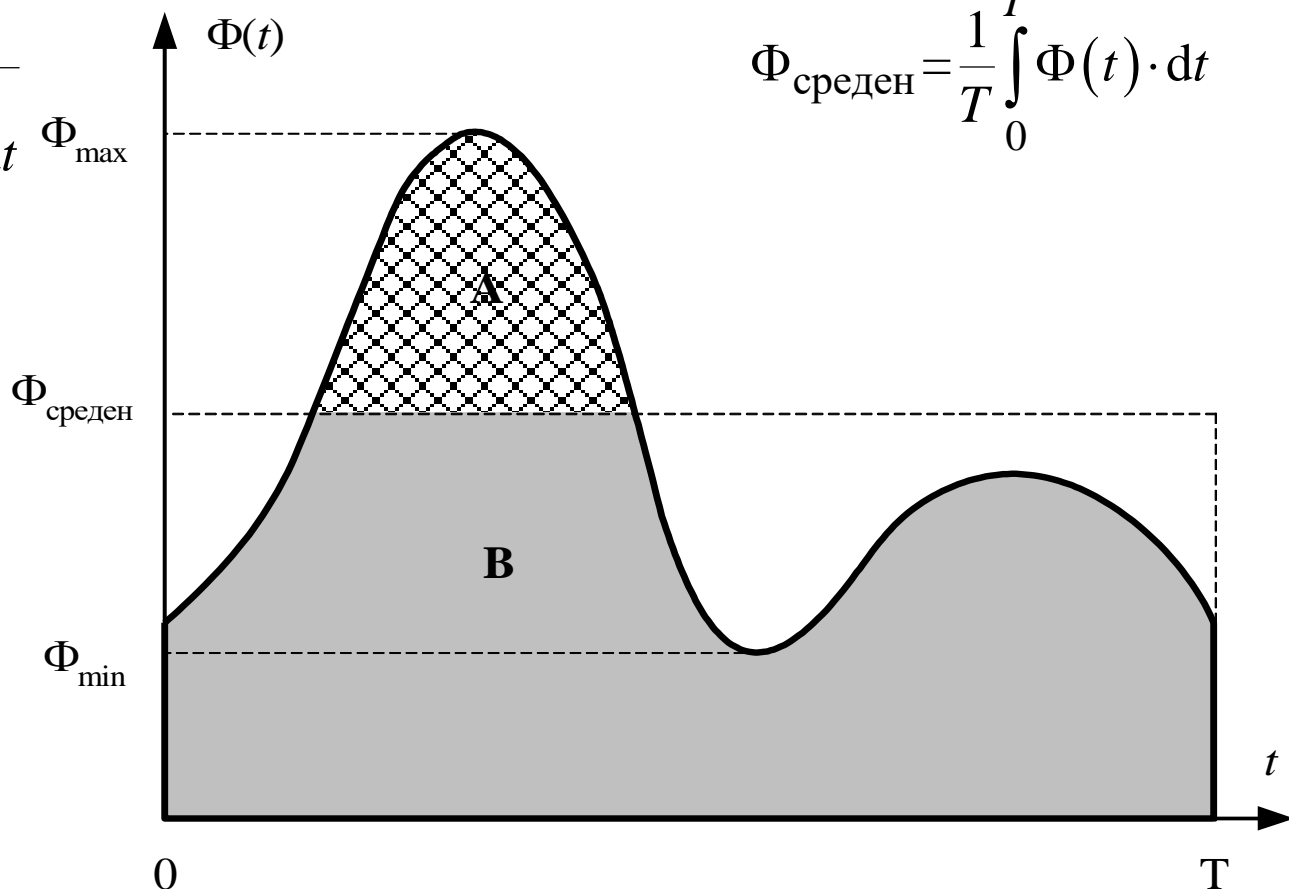
– индекс на треперењето IT

– фактор на бранување FB

$$IT = \frac{S_A}{S_A + S_B} = \frac{S_A}{T \int_0^T \Phi(t) \cdot dt}$$

$$IT = \frac{S_A}{\Phi_{\text{среден}} \cdot T}$$

$$FB = \frac{\Phi_{\text{max}} - \Phi_{\text{min}}}{\Phi_{\text{max}} + \Phi_{\text{min}}}$$



$$\Phi_{\text{среден}} = \frac{1}{T} \int_0^T \Phi(t) \cdot dt$$

ТРЕПЕРЕЊЕ НА СВЕТЛИНАТА И СТРОБОСКОПСКИ ЕФЕКТ

- Треперењето е поизразено кај сијалиците со празнење низ гасови, но и во овој случај тоа не е многу големо
 - Треперењето е најизразено ако светлинскиот извор се наоѓа на периферијата од видното поле, додека е многу малку забележливо ако изворот се наоѓа во средината на видното поле
- Ефектите што треперењето на светлината ги предизвикува кај луѓето се од психолошка природа
 - Постојењето на светлински извори со релативно голем индекс на треперење во видното поле предизвикува психички замор и нервоза
- За предметите што се движат или ротираат може да се стекне погрешна претстава за брзината и/или насоката на нивното движење
 - *стробоскопски ефект*

СТРОБОСКОПСКИ ЕФЕКТ

- Стробоскопскиот ефект е најизразен во оние случаи кога во видното поле се наоѓаат предмети коишто ротираат
 - Во тие случаи, во зависност од брзината на ротација на предметот и индексот на треперење на светлината, може да се стекне впечаток дека предметот ротира со друга брзина, или дека мирува (не ротира) или, пак, дека ротира во спротивна насока
- Погрешната претстава за движењето и/или ротацијата на предметите може да доведе до опасни ситуации по безбедноста на корисниците на системите за електрично осветление
 - елиминацијата или намалувањето на стробоскопскиот ефект е од исклучителна важност во оние случаи каде што постои можност неговата појава да биде причина за несакани последици
- Постојат повеќе начини да се намали треперењето на светлината што ја создаваат електричните сијалици

СТРОБОСКОПСКИ ЕФЕКТ

- Пример

- Набљудуваме светилка со две идентични сијалици со празнење низ гасови. Сијалиците се напојуваат од електрична мрежа со простопериодичен напон и фреквенција $f = 50 \text{ Hz}$. Да го пресметаме индексот на треперење и факторот на бранување на вкупниот флуks од двете сијалици за два случаја
 - струите во сијалиците се во фаза
 - струите во сијалиците се фазно поместени за агол $\pi/2$

$$f = 50 \text{ Hz} \Rightarrow T = 20 \text{ ms}$$

$$IT = \frac{S_A}{\Phi_{\text{среден}} \cdot T}$$

$$FB = \frac{\Phi_{\text{max}} - \Phi_{\text{min}}}{\Phi_{\text{max}} + \Phi_{\text{min}}}$$

СТРОБОСКОПСКИ ЕФЕКТ

1. случај

$$\Phi'(t) = \Phi'_{\max} \cdot |\sin \omega t|$$

$$\Phi'(t) = \Phi'_{\max} \cdot |\sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)|$$

$$\Phi'(t) = \Phi'_{\max} \cdot |\sin(2 \cdot \pi \cdot t/T)|$$

$$\Phi_1(t) = 2 \cdot \Phi'(t)$$

$$\Phi_1(t) = 2 \cdot \Phi'_{\max} \cdot |\sin \omega t|$$

$$\Phi_{\text{среден}_1} = 2 \cdot \Phi'_{\text{среден}} = \frac{4}{\pi} \cdot \Phi'_{\max}$$

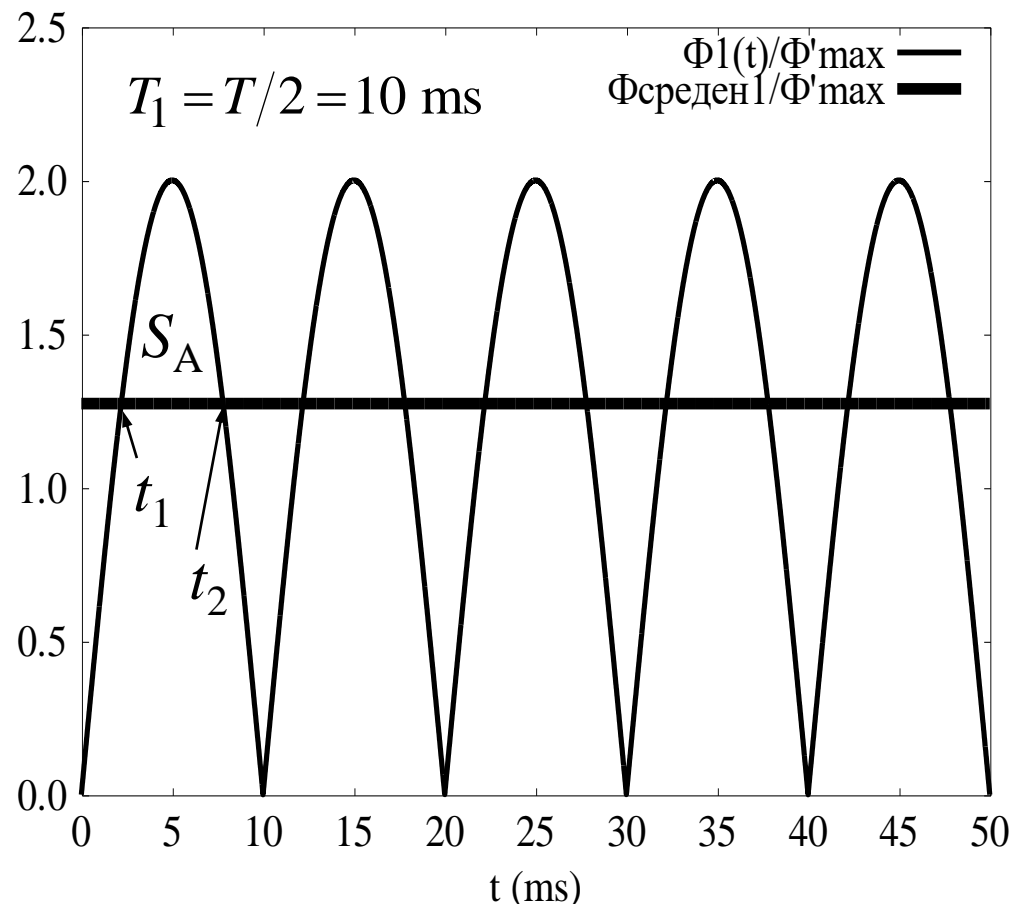
$$IT = \frac{S_A}{\Phi_{\text{среден}} \cdot T_1}$$

$$IT_1 = \frac{1}{\Phi_{\text{среден}_1} \cdot T_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} (2 \cdot \Phi'_{\max} \cdot \sin \omega t - \Phi_{\text{среден}_1}) \cdot dt = \frac{\omega}{2} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \sin \omega t \cdot dt - \frac{t_2 - t_1}{T_1}$$

$$t_1 = \frac{1}{\omega} \cdot \arcsin \frac{2}{\pi} \quad t_2 = T_1 - t_1$$

$$IT_1 = \frac{2}{\pi} \cdot \omega t_1 + \cos \omega t_1 - 1 = 0.2105$$

$$FB_1 = \frac{2 \cdot \Phi'_{\max} - 0}{2 \cdot \Phi'_{\max} + 0} = 1$$



2. случај

СТРОБОСКОПСКИ ЕФЕКТ

$$\Phi_2(t) = \Phi'_{\max} \cdot [|\sin \omega t| + |\sin(\omega t - \pi/2)|] \quad \Phi_2(t) = \Phi'_{\max} \cdot (|\sin \omega t| + |\cos \omega t|)$$

$$IT_2 = \frac{1}{\Phi_{\text{среден}_2} \cdot T_2} \cdot \int_{t'_1}^{t'_2} [\Phi'_{\max} \cdot (\sin \omega t + \cos \omega t) - \Phi_{\text{среден}_2}] \cdot dt \quad \Phi_{\text{среден}_2} = \frac{4}{\pi} \cdot \Phi'_{\max}$$

$$IT_2 = \frac{\omega}{2} \cdot \int_{t'_1}^{t'_2} (\sin \omega t + \cos \omega t) \cdot dt - \frac{t'_2 - t'_1}{T_2}$$

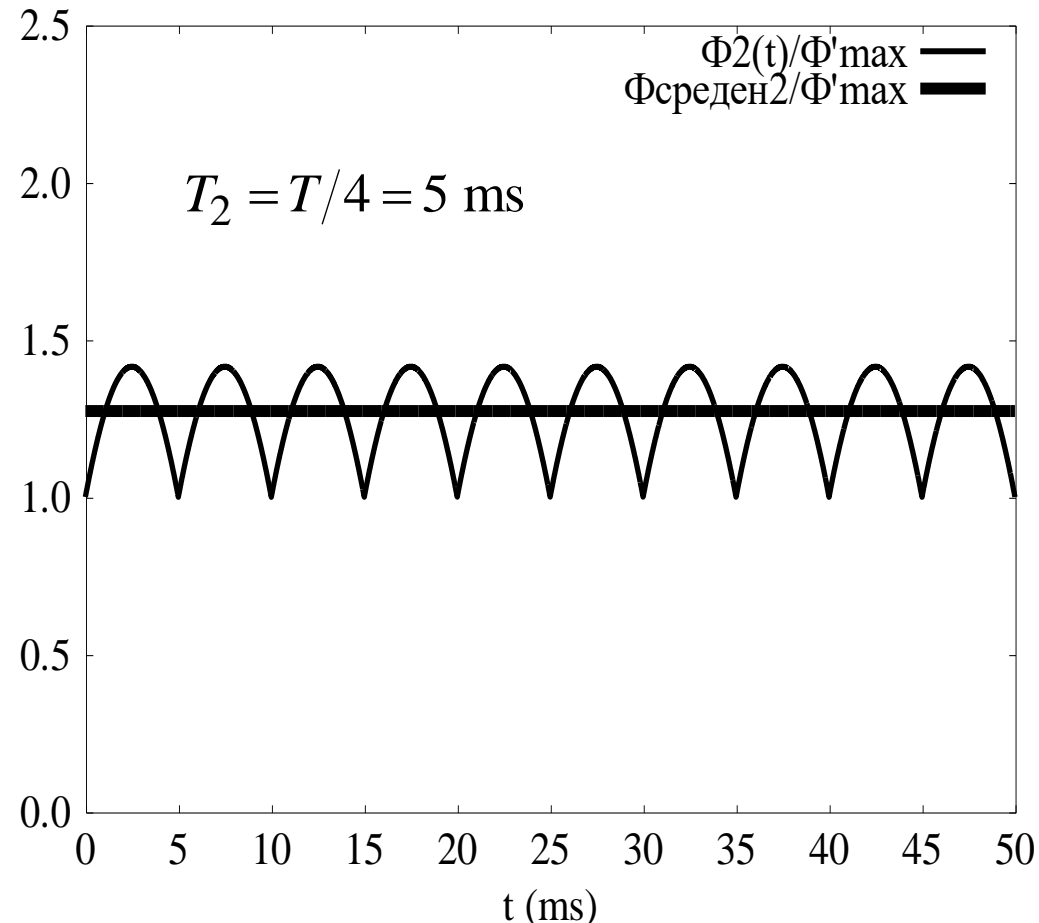
$$t'_1 = \frac{1}{2 \cdot \omega} \cdot \arcsin\left(\frac{16}{\pi^2} - 1\right) \quad t'_2 = T_2 - t'_1$$

$$IT_2 = \frac{4}{\pi} \cdot \omega t'_1 + \cos \omega t'_1 - \sin \omega t'_1 - 1$$

$$IT_2 = 0.0422$$

$$\Phi_{\max_2} = \sqrt{2} \cdot \Phi'_{\max} \quad \Phi_{\min_2} = \Phi'_{\max}$$

$$FB_2 = \frac{\sqrt{2} \cdot \Phi'_{\max} - \Phi'_{\max}}{\sqrt{2} \cdot \Phi'_{\max} + \Phi'_{\max}} = 0.17157$$



НАМАЛУВАЊЕ НА СТРОБОСКОПСКИОТ ЕФЕКТ

- Со фазно поместување на струите во две соседни сијалици
 - поставување на индуктивитет (најчесто) или капацитет во серија со сијалицата (сијалици со празнење низ гасови)
 - ако сијалиците се поврзат на различни фази од трифазниот систем
- Со зголемување на фреквенцијата
 - со зголемувањето на фреквенцијата **индексот на треперење нема да се смени**, но треперењето ќе биде помалку забележливо од окото на набљудувачот