

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKACI ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТТЕСИ

«Матбаа ишлаб чиқариш технологияси ва дизайни» кафедраси



**«Ёруғлик техникаси асослари»**  
курсидан маъруза матни

I қисм

**5540400 – «Матбаачилик»**

**Мутахассислиги бакалавриатура йўналиши учун**

## Аннотация

Ушбу маъруза матни матбаачилик ихтисослиги учун ўзбек тилида тузилган. “Ёруғлик техникаси асослари” курси учун мўлжалланган. Янги ўқув режа бўйича бу курс иккита фанни “Ёруғлик техникаси асослари ” ва “Ранг назарияси” асосларини бирлаштирган ва иккита қисмдан ташкил топган. Биринчи қисмдаги мавзулар нурланиш манбалари , қабул қилгичлар , уларнинг хоссалари, ёруғлик сезувчи материаллар турлари, фотографик жараёнларнинг физик-кимёвий асослари бўйича керакли маълумотлар келтирилган.

**Тузувчилар:** Камалова С.Р., т.ф.н., “Матбаа ишлаб чиқариш технологияси ва дизайни” кафедраси. доценти  
Юнусов Х., 16-08 гуруҳ талабаси

**Такризчилар:** Ешбаева У.Ж., т.ф.н., “Матбаа ишлаб чиқариш технологияси ва дизайни” кафедраси. доценти  
Камилова С.Д., т.ф.н., ТТИТИ директори

ТТЕСИ илмий услубий кенгаши йиғилишида тасдиқланган.  
“ ” \_\_\_\_ 2011 йил \_\_\_\_-рақамли баённома

ТТЕСИ босмахонасида  
\_\_25\_\_ нусхада кўпайтирилган

## 6-маъруза

### Мавзу: Нурланиш қабул қилгичлар ҳақида умумий маълумотлар ва уларнинг нурланиш билан ўзаро таъсирлашуви

Режа:

1. Нурланиш қабул қилгич ҳақида тушунча.
2. Эффе́ктив оқим ва қабул қилгичнинг спектрал сезгирлиги ҳақида тушунчалар

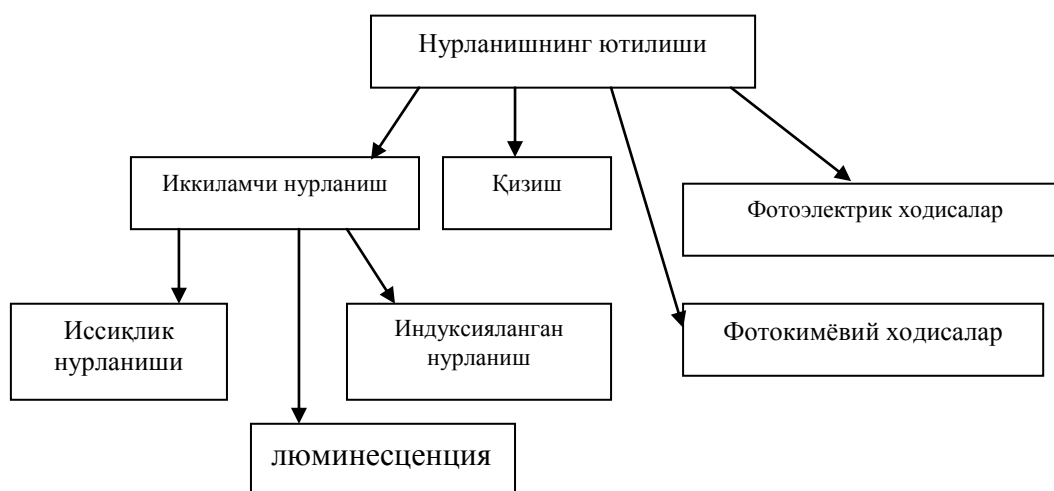
### 3. Фотоактив оқим

#### Нурланиш қабул қилгич ҳақида тушунча.

Оптик нурланиш катта энергияга эга, шунинг учун кўплаб модда ва физик жисмларга таъсир қилади.

Ёруғликнинг муҳит ва жисмларда ютилиши натижасида расм 6,1 да кўрсатилган бир қатор ҳодисалар юз беради.

Расм 6.1 да акс эттирилган ҳодисалар ютилган энергиянинг сифат ўзгаришига ҳамда материал ва жисмларнинг хоссаларининг ўзгаришига олиб келади. Бунда қуйидаги жараёнлар амалга ошади.



Расм 6.1. Оптик нурланишнинг муҳит ёки физик жисм томонидан ютилишида содир бўладиган ҳодисалар.

\* Нурланишни ютган жисм ўзи ҳам нурлана бошлайди. Бунда иккиламчи нурланиш ютилган нурланишга нисбатан бошқа спектрал диапазонга эга бўлиши мумкин. Масалан, ультрабинафша ёруғликда ёритилганда жисм кўринадиган ёруғлик чиқаради.

\* Ютилган нурланиш энергияси худди фотоэффект сингари, электрик энергияга айланади ёки материалнинг электрик хоссаларини ўзгартиради. Бундай ўзгаришлар фотофизик ўзгаришлар деб аталади.

\* Фотофизик ўзгаришнинг бошқа тури – нурланиш энергиясининг иссиқлик энергиясига ўтиши содир бўлади. Бу ҳодиса нурланиш қувватини ўзгартириш учун қўлланиладиган термоэлементларда фойдаланилади.

\* Нурланиш энергияси кимёвий энергияга ўтади. Ёруғликни ютган модданинг фотокимёвий ўзгариши содир бўлади. Ёруғликка сезгир материалларнинг кўпчилигида бундай ўзгариши содир бўлади.

Оптик нурланиш таъсири остида бундай ўзгариш содир бўладиган жисмлар ёруғлик техникасида «ёруғлик қабул қилгичлари» умумий номи билан аталади.

Баъзи нурланиш қабул қилгичлари амалиётда қўлланилади ва уларнинг хоссаларини билиш ёруғлик техникаси ва репродукцион техника учун муҳим.

Нурланиш қабул қилгичларини шартли равишда уч гуруҳга бўлиши мумкин:

1. Инсоннинг кўзи табиий нурланиш қабул қилгичи ҳисобланади.
2. Тасвирларни оптик ёзиш учун хизмат қилувчи ёруғликка сезгир материаллар нурланиш қабул қилгичларининг бутун бир гуруҳини ташкил қилади. Ёзиш анъанавий ёки рақамли услублар билан амалга оширилиши мумкин: проекцион суратга олиш, контактли нусха кўчириш, лазерлар ёки ёруғлик диоди чизгичлари ёрдамида тасвирларнинг элементларини алоҳида-алоҳида ёзиш.
3. Матбаа ускуналарида қўлланиладиган оптик назорат курилмаларининг датчиклари ва ўлчов курилмаларининг: денситометрлар, колориметрлар, спектрофотометрлар ва бошқалар - ёруғликка сезгир элементлари ҳам қабул қилгичлар ҳисобланади.

Ушбу бобдаги маърузаларда ёруғликнинг турли хилдаги қабул қилгичлар билан ўзаро таъсирлашувининг асосий қонуниятлари кўриб чиқилади, ҳамда асосий эътибор ёруғликка сезгир материалларга қаратилади.

### **Эффектив оқим ва қабул қилгичнинг спектрал сезгирлиги ҳақида тушунчалар**

Оптик нурланиш таъсири остида қабул қилгичда фотокимёвий ёки фотофизик ўзгариш содир бўлади ва у тегишли равишда қабул қилгичнинг хоссаларини ўзгартиради. Бу ўзгаришлар қабул қилгичнинг фойдали реакцияси деб аталади.

Бироқ тушган нурланиш энергиясининг ҳаммаси ҳам фойдали реакцияга сарфланмайди. Энергиянинг бир қисми қабул қилгич томонидан ютилмайди ва шунинг учун реакция содир қилмайди. Ютилган энергия ҳам тўлиқ фойдали ўзгармайди. Масалан, фотохимёвий ўзгаришдан ташқари, қабул қилгичнинг қизиши рўй бериши мумкин. Энергиянинг амалда фойдаланиладиган қисми фойдали қисм деб, нурланиш қувватининг (нурланиш оқимининг  $\Phi$ ) амалда фойдаланиладиган қисми эффектив оқим  $P_{эф}$  деб аталади.

Эффектив оқим  $P_{эф}$  нинг қабул қилгичга тушган нурланиш оқимига нисби қабул қилгичнинг ёруғликка сезгирлиги дейилади. Ёруғликка сезгирликнинг физик моҳиятини очиб берувчи формула қуйидаги кўринишга эга:

$$S = P_{эф} / \Phi \quad (6.1)$$

Бунда  $P_{эф}$  ва  $\Phi$  бир хил бирликда ўлчаниши керак, масалан Вт.

Умумий ҳолда

$$S = c \cdot P_{эф} / \Phi$$

Бу ерда  $c$  – пропорционаллик коэффициент, у 1 га тенг ёки қийматда бўлиши мумкин.

$k = 1/c$  бўлган содда кўринишдаги  $P_{эф} = K \cdot S \cdot \Phi$  формулани турли тўлқин узунликларидаги нурланишларга бир хил сезгирликка эга бўлган нотанланма қабул қилгичлар учунгина ишлатиш мумкин. Ўзига тушаётган нурланишни тўлиқ ютувчи мутлоқ қора жисм шундай қабул қилгичга мисол бўла олади.

Нурланиш қувватини ажраладиган иссиқлик миқдори бўйича ўзгартириш учун ишлатиладиган термоэлемент нотанланма қабул қилгич ҳисобланиши мумкин.

Кўпчилик қабул қилгичларда спектрал сезгирлик тўлқин узунлигига боғлиқ бўлади. Шунинг учун юқорида келтирилган формулалардан фақат монохроматик нурланиш учун фойдаланиш мумкин:

$$S_\lambda = c P_{\lambda эф} / \Phi_\lambda \text{ ва } P_{\lambda эф} = k \Phi_\lambda S_\lambda \quad (6.2)$$

$\Phi_\lambda$  ва  $P_\lambda$  қийматлар тегишли равишда монохроматик нурланиш оқимлари ва монохроматик эффектив оқимлар деб номланади,  $S_\lambda$  эса монохроматик спектрал сезгирлик деб аталади.

Қабул қилгичга тушувчи нурланиш учун қувватнинг спектр бўйича тақсимланишини  $\Phi(\lambda)$  ва қабул қилгичнинг спектрал сезгирлигини  $S(\lambda)$  бўлиб, қуйидаги формула бўйича эффектив оқимни ҳисоблаш мумкин:

$$P_{эф} = k \int_\lambda \Phi(\lambda) S(\lambda) d\lambda \quad (6.3)$$

Одатда, ўлчаш қабул қилгичнинг спектрал сезгирлиги ёки ўлчашнинг спектрал диапазони билан чегараланган  $\Delta\lambda$  диапозонга тааллуқли ҳисобланади.

Ёруғлик техникаси ва матбаада қўлланиладиган қабул қилгичларнинг катта қисми чегараланган спектрал сезгирлик соҳасига эга. Масалан, инсон кўзи спектрнинг «кўринадиган» зонасига (400 дан 700 нм гача) фототехник

пенкалар – яқин ультрабинафша ва кўринадиган зоналарга, нусха кўчириш қатламлари эса спектрнинг ультрабинафша ва кўк зоналарига сезгир ҳисобланади.

#### Фотоактиник оқим

Ёруғлик техникаси ва репродукцион техникада эффектив оқимнинг икки туридан фойдаланилади: ёруғлик  $F$  ва фотоактиник  $A$ .

Ёруғлик оқими ҳақида тушунча юқорида берилган эди. Эслатиб ўтамиз, у қуйидаги ифода орқали қувват (нурланиш оқими  $\Phi$ ) билан боғланган:

$$F = 680 \int_{400\text{nm}}^{700\text{nm}} \Phi(\lambda) v(\lambda) d\lambda$$

бу ерда  $\Phi(\lambda)$  – нурланиш қувватининг спектр бўйича тақсимланиши,  $v(\lambda)$  – нисбий спектрал ёруғлик эффективлиги эгри чизиғи (кўриниши эгри чизиғи), 680 – ваттдан люменга ўтиш коэффициент. У нурланиш оқимининг ёруғлик эквиваленти дейилади ва лм/вт ларда ифодаланади.

Агар ёруғлик оқими қандайдир юзага тушса, унинг сирт (юза) зичлиги ёритилганлик дейилади. Ёритилганлик  $E$  қуйидаги формула орқали ёруғлик оқими билан боғланган:

$$E = dF/dQ$$

Бу ерда  $Q$  – майдон,  $\text{м}^2$ . Ёритилганлик бирлиги – люкс (лк).

Ёруғликка сезгир материаллар ва ўлчов қурилмаларининг фотоқабул қилгичлари учун фотоактиник оқим  $A$  дан фойдаланилади. Бу фотоэффектив оқим қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$A = \int_{\lambda} \Phi(\lambda) S(\lambda) d\lambda \quad (6.4)$$

Агар ўлчовлар амалга оширилаётган спектрал диапазон  $\lambda_1$  ва  $\lambda_2$  тўлқин узунликлари билан чегараланган бўлса, фотоактиник оқим учун ифода қуйидаги кўриниш олади:

$$A = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \Phi(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \quad (6.5)$$

$A$  нинг ўлчов бирлиги спектрал сезгирликнинг ўлчов бирлигига боғлиқ. Агар  $S_{\lambda}$  нисбий катталиқ бўлса,  $A$  ваттларда ўлчанади. Агар  $S_{\lambda}$  ўлчамга эга бўлса, масалан  $\text{м}^2/\text{Дм}$ , бу фотоактиник оқимнинг ўлчовига таъсир кўрсатади.

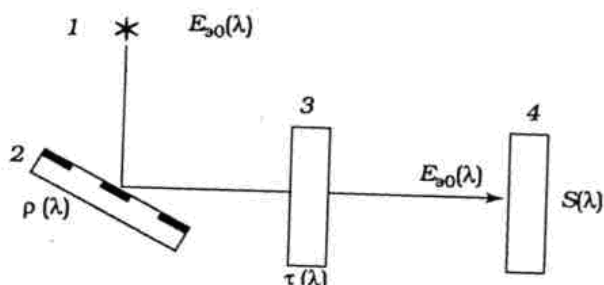
Ёритилаётган юзадаги фотоактиник оқимнинг сирт зичлиги нурланишнинг актиниклиги  $A$  дейилади.

$$A = dA/dQ \quad (6.6)$$

Агар қабул қилгичнинг юзаси бир текис ёритилган бўлса,  $a = A/Q$ . Актиниклик-ёритилганликнинг ўхшашидир. Унинг ўлчов бирлиги  $A$  нинг ўлчовига боғлиқ. Агар  $A$ -Вт,  $a$ -Вт/ $\text{м}^2$ .

$S$  қиймати  $\text{м}^2/\text{Дж}$  да ифодаланадиган ёруғликка сезгир материаллар учун актиникликнинг ўлчови актиникликни нурланишнинг  $E_{30}(\lambda)$ , объектнинг  $\rho(\lambda)$ , оптик муҳитнинг  $\tau(\lambda)$  ва нурланишни қабул қилгичнинг  $S$

$(\lambda)$  спектрал эгри чизиклари (расм 6.2) билан боғлаб турувчи формула орқали аниқланади:



Расм 6.2 Нурланишнинг актиниклиги ҳисоблаш:

1-нурланиш манбаи; 2-аслнуса; 3-оптик муҳит; 4-ёруғликка сезгир материал.

$$a = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{\lambda 0}(\lambda) \cdot \rho(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda \quad (6.7)$$

$E_{\lambda 0}(\lambda) \cdot \rho(\lambda) \cdot \tau(\lambda)$  ни қабул қилгич юзасининг ёритилганлиги  $E_{\lambda}(\lambda)$  билан алмаштирилиб, қуйидагига эга бўламиз.

$$a = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{\lambda}(\lambda) S(\lambda) d\lambda \quad (6.8)$$

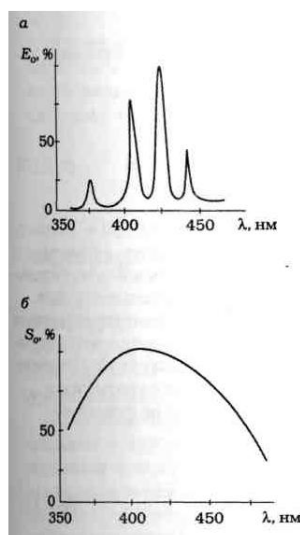
Агар  $E_{\lambda}$  Вт/м<sup>2</sup> да,  $S_{\lambda}$  эса м<sup>2</sup> Дж да ифодаланса, актиниклик  $a$  нинг ўлчови с<sup>-1</sup> бўлади.

Нурланишнинг актиниклиги қанча катта бўлса, нурланишнинг энергиясидан шунча самарали фойдаланилади ва бошқа тенг шароитларда қабул қилгичнинг фойдали реакцияси катта бўлади.

Максимал актиникликка эришиш учун қабул қилгичнинг максимал спектрал сезгирлиги ва нурланишнинг максимал қуввати спектрнинг бир хил зонасига тўғри келиши керак. Ёруғликка сезгир материалларда тасвир олиш учун ёруғлик манбаини танлашда шу қоидага амал қилинади.

Мисол сифатида нусха кўчириш жараёнини кўриб чиқамиз. Босма қолиплари тайёрлашда ишлатиладиган нусха кўчирувчи қатламлар ультрабинафша ва кўк-бинафша нурланишларга сезгир. Кўринадиган спектрнинг бошқа зоналари нурланишга улар таъсирланмайди.

Шунинг учун нусха кўчириш жараёнини амалга ошириш учун спектрнинг ультрабинафша ва кўк зонаси нурланишига бой бўлган металлгалогенли лампалардан фойдаланилади (расм 6.3).



Расм 6.3. Нусха кўчириш жараёни учун ёруғлик манбаини танлаш: а-металлгалогенли лампа нурланишнинг спектрал эгри чизиғи; б-позитив нусха кўчирувчи қатламнинг спектрал сезгирлиги.

### Эффектив оптик коэффицентлар. Нусха кўчирувчи зичлик

Бўялган тасвирларнинг нусхасини олишда ёки бўялган муҳитлар, масалан рангли ёруғлик филтрларидан фойдаланишда кўрсатилган объектларнинг оптик зичлигини билиш етарли эмас. Ушбу муҳит нурланишнинг актиниклиги неча марта камайтиришни ҳисобга олиш керак.

Оптик муҳит орқали ўтган нурланиш актиниклигининг  $a_\tau$  муҳит мавжуд бўлмаганда қабул қилгичга тушадиган нурланиш актиниклиги  $a$  га нисбати ўтказишнинг эффектив коэффиценти  $\tau_{\text{эф}}$  дейилади:

$$\tau_{\text{эф}} = \frac{a_\tau}{a_o} = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{\text{эо}}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{\text{эо}}(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda} \quad (6.9)$$

Қайтаришнинг эффектив коэффиценти ҳам шунга ўхшаш формула бўйича ҳисобланади:

$$\rho_{\text{эф}} = \frac{a_\rho}{a_o} = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{\text{эо}}(\lambda) \cdot \rho(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{\text{эо}}(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda} \quad (6.10)$$

Юқорида келтирилган формулаларда  $E_{\text{эо}}(\lambda)$ ,  $\rho(\lambda)$ ,  $\tau(\lambda)$ ,  $S(\lambda)$  тегишли равишда оптик муҳитлар ёритилганлигининг, қайтариши ва ўтказишининг спектрал тақсимланиши ва қабул қилгичнинг спектрал сезгирлиги эгри чизиғи.

Оптик муҳитнинг эффектив ўтказиш коэффициентига тескари бўлган катталик нурланишнинг муҳит орқали ўтишида унинг актиниклиги неча марта камайишини кўрсатади. У кўп ҳолларда (айниқса ёруғлик филтрларига нисбатан) қарралик деб аталади.

**Назорат саволлари:**

1. Нурланиш ютилиши натижасида қандай ходисалар юз беради?
2. Нурланиш қабул қилгичларини шартли равишда неча гуруҳга бўлиши мумкин?
3. Қабул қилгичнинг фойдали реакцияси деб нимага айтилади
4. Эффектив оқим нима?
5. Мутлоқ қора жисмга изох беринг?
6. Ёруғлик техникаси ва репродуксион техникада эффектив оқимнинг неча туридан фойдаланилади?
7. Ёритилганлик-таърифини келтиринг.