

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ  
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ  
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ  
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ  
ОШИРИШ МИНТАҚАВИЙ МАРКАЗИ**

**“БИОТЕХНОЛОГИЯНИНГ ДОЛЗАРБ  
МУАММОЛАРИ ВА ЮТУҚЛАРИ”**

**МОДУЛИ БЎЙИЧА  
Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А**

**Фарғона**

## МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР .....	2
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	12
III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ .....	15
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАТЕРИАЛЛАРИ .....	88
V. КЕЙСЛАР БАНКИ.....	103
VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ.....	103
VII. ГЛОССАРИЙ .....	107
VIII. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ .....	119

## **I. ИШЧИ ДАСТУР**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ  
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ  
ОШИРИШ МИНТАҚАВИЙ МАРКАЗИ**

**«Тасдиқлайман»  
Минтақавий марказ  
директори Ю.Аҳмадалиев**

\_\_\_\_\_ 2019 йил

**“БИОТЕХНОЛОГИЯНИНГ ДОЛЗАРБ  
МУАММОЛАРИ ВА ЮТУҚЛАРИ”  
МОДУЛИ БЎЙИЧА**

**ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ**

**Қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси йўналиши: Биология**

**Тингловчилар контингенти: Олий таълим муассасаларининг  
профессор-ўқитувчилари**

Модулнинг ишчи дастури Олий ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълими ўқув-методик бирлашмалари фаолиятини Мувофиқлаштирувчи кенгашининг 2019 йил 2 ноябрдаги 1023-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув дастури ва ўқув режасига мувофиқ ишлаб чиқилган.

**Тузувчи:** **Юнусов М.** – ФарДУ доценти, биология фанлари номзоди

**Такризчи:** **М.Шерматов** – ФарДУ доценти, биология кафедраси мудири, биология фанлари номзоди

## Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли қарори ҳамда 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789 – сонли Фармонида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш, соҳага оид илғор хорижий тажрибалар, янги билим ва малакаларни ўзлаштириш, шунингдек амалиётга жорий этиш кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Мазкур дастур ривожланган хорижий давлатларнинг олий таълим соҳасида эришган ютуқлари ҳамда орттирган тажрибалари асосида “Биология” қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналиши учун тайёрланган намунавий ўқув режа ҳамда дастур мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Жамият тараққиёти нафақат мамлакат иқтисодий салоҳиятининг юксаклиги билан, балки бу салоҳият ҳар бир инсоннинг камол топиши ва уйғун ривожланишига қанчалик йўналтирилганлиги, инновацияларни тадбиқ этилганлиги билан ҳам ўлчанади. Демак, таълим тизими самарадорлигини ошириш, педагогларни замонавий билим ҳамда амалий кўникма ва малакалар билан қуроллантириш, чет эл илғор тажрибаларини ўрганиш ва таълим амалиётига тадбиқ этиш бугунги куннинг долзарб вазифасидир. “Биотехнологиянинг долзарб муаммолари ва ютуқлари” модули айнан мана шу йўналишдаги масалаларни ҳал этишга қаратилган.

Ушбу дастурда биотехнологиянинг долзарб муаммолари ва ютуқлари, нанозаррачаларнинг хусусиятлари, нанобиотехнологиянинг йўналишлари, турли биочиплар, нанороботлар ва наночип тизимлари ҳамда уларни яратиш усуллари, нанозаррачаларнинг олишни, биологик фаол моддаларни нанокапсуллаш усуллари, биологик фаол моддаларни фаоллигини аниқлаш усуллари, нанобиотехнологияни халқ хўжалигида ва тиббиётда қўллашни замонавий ҳолати ва муаммолари кабилар баён этилган.

## **Модулнинг мақсади ва вазифалари**

**“Биотехнологиянинг долзарб муаммолари ва ютуқлари” модулининг мақсади:** педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчиларини наноструктурага эга бўлган наномашиналар ва молекулаларнинг баъзи хусусиятларини биотехнологик объект сифатида ҳамда ген, оксил ва ферментлар муҳандислиги усулларидадан микроҳажм даражасида фойдаланишга ўргатишдан иборатдир.

Тингловчилар ушбу фанни ўзлаштириш борасида нанозаррачалар ва наноматериалларни баъзи биологик жараёнларда қўллаш, потенциал биологик ҳавф, нано ва биоструктураларни компьютер орқали дизайнларини яратиш, молекулаларни моделлаш, нано-биоструктураларни бир манъбага жамлаш, наноқурилмалар ва наноишланмалар яратиш, биоматериаллар ва ўргимчаксимонларни тўрига ўхшаш оксиллар асосида биоматериаллар яратиш, турли касалликлар диагностикаси ва баъзи фаол доривор моддаларни керакли манзилга етказиш каби технологик жараёнлар тўғрисида керакли билимга эга бўладилар.

**Модулнинг вазифалари:** “Биотехнологиянинг долзарб муаммолари ва ютуқлари” фанини ўқитишнинг вазифаси, педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчиларига ҳозирги замон нанобиотехнологияси ҳамда уларга чегарадош бўлган фанлар ютуқларига асосланган ҳолда нанозаррачалар асосида янги технологик жараёнлар яратиш ва нанобиотехнология назариясининг асосларидан билим беришдан иборатдир. Ҳозирги кунда бу соҳани жадал суръатларда ривожланиши натижасида, замон талабига жавоб бера оладиган мутахассисларни тайёрлаш талаб этилмоқда. Шу сабабли педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчиларига нанозаррачалардан биотехнологик жараёнларда фойдаланиш йўллари очиқ бериш, замонавий илмий педагогик кадрлар тайёрлашга ёрдам беради ва бу фанни биология ва унга турдош бўлган фанлар соҳаларида педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курсида билим олаётган тингловчиларга ўргатиш замон талабига мувофиқлиги билан ажралиб туради.

### **Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар**

“Биотехнологиянинг долзарб муаммолари ва ютуқлари” курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

#### **Тингловчи:**

- биологиядан: микробиология ва вирусология, генетика, молекуляр биология, биокимё, биофизика, физиология, ботаника ва зоология қонуниятлари ҳақида *билиши* керак;

**Тингловчи:**

- биокимёдан - ферментатив реакциялар механизмлари, ишлаш жараёнлари; хужайра биологиясидан - хужайра тузилиши, хужайрада асосий жараёнларнинг кечиши, хужайраларнинг кўпайиши; молекулар биологиядан - ДНК ва РНК тузилиши, транскрипция, трансляция конунлари, рибосомаларнинг тузилиши, генетик код, структура элементлари ҳақида етарли **кўникмаларига** эга бўлиши лозим;

**Тингловчи:**

- молекуляр биология ва нанотехнологиянинг биргаликдаги кесишувларини тадқиқ қилиш; нанобиотехнологияга оид тажрибаларни олиб бориш**компетенцияларни эгаллаши лозим.**

**Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

“Биотехнологиянинг долзарб муаммолари ва ютуқлари” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий хужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

**Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги**

“Биотехнологиянинг долзарб муаммолари ва ютуқлари” модули мазмуни ўқув режадаги “Биотехнология” ва “Биокимё” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг нанобиотехнологияларни ишлаб чиқиш ва қўллаш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

**Модулнинг олий таълимдаги ўрни**

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар замонавий биотехнологияда нанозаррачаларнинг ўрнини таҳлил этиш, амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

## Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Мавзу номи	Жами аудитория соаги	Аудитория		
			Назарий	Амалий	Кўчма
1.	Нанобиотехнология - биология ва биологиянинг ривожланишини янги босқичи.	4	2	2	-
2.	ДНК молекуласининг структураси ва хоссалари асосида нанобиотехнологиялар.	6	2	2	2
3.	Ген инженерияси усули асосидаги нанотехнологиялар.	6	2	2	2
<b>Жами</b>		<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

### НАЗАРИЙ ВА АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

#### 1-мавзу: Нанобиотехнология - биология ва биологиянинг ривожланишини янги босқичи.

Нанобиотехнология - биология ва биотехнология ривожланишининг янги босқичи. Нанодунёни ташкил қилувчи биомакромолекулалар.

#### 2-мавзу: ДНК молекуласининг структураси ва хоссалари асосидаги нанобиотехнология.

ДНК молекуласининг структураси ва хоссалари асосида нанобиотехнологиялар:

#### 3-мавзу: Ген инженерияси усули асосидаги нанотехнологиялар.

Ген инженерияси усули асосидаги нанобиотехнологиялар. Субхужайра (надмолекуляр) даражада ташкил қилинган тирик системаларнинг нанобиотехнологиялари. Ҳаётнинг прокариот ва хужайрасиз шаклларида, наноконструкциялар ва нанобиотехнологияларда фойдаланиш. Биореакторлар ва биокатализаторлар нанобиотехнологияларда.

### ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади. Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:  
- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;



- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари кўллаш назарда тутилади.

## **АДАБИЁТЛАРҲҲАТИ**

### **I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари**

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. - Т.: “Ўзбекистон”. 2011. - 440 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

### **II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар**

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон. 2018.
5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни кўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимига бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4391- сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5763-сон Фармони.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг

узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиqlаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли Қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли Қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли Қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли Қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли Қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

### **Ш. Махсус адабиётлар**

22. Ишмухамедов Р.Ж., Юлдашев М. Таълим ва тарбияда инновацион педагогик технологиялар.– Т.: “Ниҳол” нашриёти. 2013, 2016. – 279 б.

23. Креативная педагогика. Методология, теория, практика. / под. ред. Попова В.В., Круглова Ю.Г.-3-е изд.–М.: “БИНОМ. Лаборатория знаний”. 2012. – 319 с.

24. Каримова В.А., Зайнутдинова М.Б. Информационные системы.- Т.: Aloqachi. 2017. - 256 стр.

25. Информационные технологии в педагогическом образовании /

Киселев Г.М., Бочкова Р.В. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дашков И.К. 2018. - 304 с.

26. Natalie Denmeade. Gamification with Moodle. Packt Publishing - ebooks Account 2015. - 134 pp.

27. Paul Kim. Massive Open Online Courses: The MOOC Revolution. Routledge; 1 edition 2014. - 176 pp.

28. William Rice. Moodle E-Learning Course Development - Third Edition. Packt Publishing - ebooks Account; 3 edition 2015. - 350 pp.

29. English for academics. Cambridge University Press and British Council Russia, 2014. Book 1,2.

30. Karimova V.A., Zaynutdinova M.B., Nazirova E.Sh., Sadikova Sh.Sh. Tizimli tahlil asoslari.– T.: “O’zbekiston faylasuflar milliy jamiyati nashriyoti”, 2014. – 192 b.

31. Yusupbekov N.R., Aliev R.A., Aliev R.R., Yusupbekov A.N. Boshqarishning intellectual tizimlari va qaror qabul qilish. –Toshkent: “O’zbekiston milliy ensiklopediyasi” DIN. 2015. – 572 b.

32. Mark A Friend, James P Kohn, Fundamentals of Occupational Safety and Health. 2015.

33. Ehud Gazit. Plenty of Room for Biology at the Bottom. An Introduction to Bionanotechnology. Copyright © 2007 by Imperial College Press. Printed in Singapore.

34. Yubing Xie. The Nanobiotechnology Handbook. © 2013 by Taylor & Francis Group, LLC.

35. C.M.Niemeyer, C.A.Mirkin. Nanobiotechnology Concepts, Applications and Perspectives. ©2004 WILEY-VCH Verlag GmbH &Co.KGaA, Weinheim. ISBN 3-527-30658-7

36. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Москва. “МИР”, 1990. 1-2-3 т.

37. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. Москва “Высшая школа” 2000.

38. Н.Н. Иорданский. Эволюция жизни. Москва, «АСАДЕМА», 2001.

39. Корочкин Л.И. Биология индивидуального развития. Москва, «Высшая школа» 2005.

40. Холикназаров Б. Идивидуал ривожланиш биологияси. Тошкент, 2006.

41. Мусаев Д.А., Тўрабеков Ш., Саидкаримов А.Т., Алматов А.С., Рахимов А.К. Генетика ва селекция асослари. Тошкент. “Фан ва технология” 2011.

42. Рахимов А.К. Эволюцион таълимот. Электрон дарслик. Интеллектуал мулк агентлиги. N DGU 04588. Тошкент 2017.

43. С. Neal Stewart, Jr. Plant biotechnology and genetics: principles, techniques, and applications John Wiley & Sons, Inc. 2008.—416 p.

44. Nigel G. Halford. Plant Biotechnology Current and Future Applications of Genetically Modified Crops, John Wiley & Sons Ltd, 2006.—

317 p.

45. Lazarus W, Selley R (2005): Farm Machinery Economic Cost Estimates for 2005, Univ Minnesota Extension Service.

46. Rigo et al. (2002): Genetically Modified Crops in Argentina Agriculture: An Opened Story. Libros del Zorzal Buenos Aires, Argentina.

47. Основные справочные и поисковые системы: LibNet, MedLine, PubMed, Google, Yandex, Rambler и др.

#### **IV. Интернет сайтлар**

48. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги: [www.edu.uz](http://www.edu.uz).

49. Бош илмий-методик марказ: [www.bimm.uz](http://www.bimm.uz)

50. [www.Ziyonet.uz](http://www.Ziyonet.uz)

51. <http://biologymoscow.narod.ru>

52. [www.pedagog.uz](http://www.pedagog.uz)

53. <http://biologymoscow.narod.ru>

54. <http://www.molbiol.ru>

55. [www.Maik/ru](http://www.Maik.ru)

56. [cultinfo/ru](http://cultinfo.ru)

57. <http://www.ctic.purdue.edu/CTIC/Biotech>.

58. <http://www.nysipm.cornell.edu/>

59. [www.Biochemistry.ru](http://www.Biochemistry.ru)

60. [www.Biochemistry.ru](http://www.Biochemistry.ru)

61. [www.nanorf.ru](http://www.nanorf.ru)

62. [www.nsu.ru/asf/phnews/digest/2005/1020/BioNanotech/html](http://www.nsu.ru/asf/phnews/digest/2005/1020/BioNanotech/html).

63. [www.sciam.ru/2004/9/nano](http://www.sciam.ru/2004/9/nano)

64. [www.botan0.ru/?cat=2&id=13](http://www.botan0.ru/?cat=2&id=13)

65. [www.cbio.ru](http://www.cbio.ru)

66. [www.electrospinning.ru](http://www.electrospinning.ru)

67. [www.express-k.kz/show\\_article.php?art\\_id=42460](http://www.express-k.kz/show_article.php?art_id=42460)

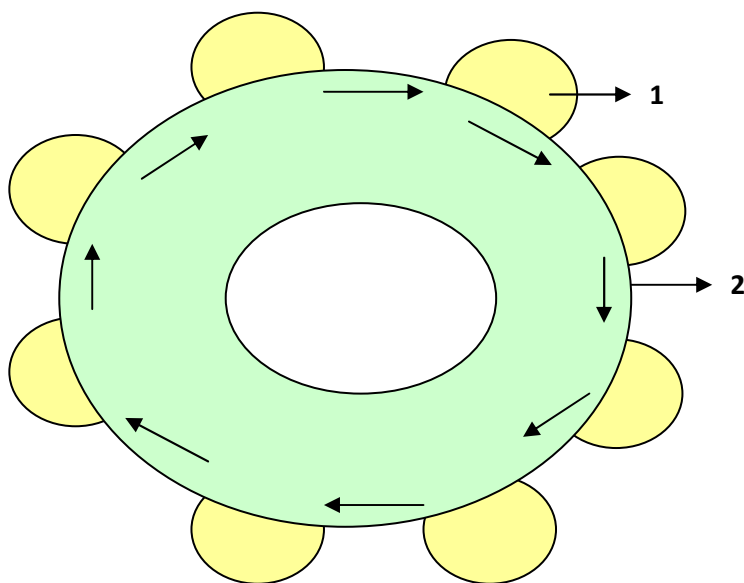
68. [www.foresight.org](http://www.foresight.org)

## II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

### “Давра суҳбати” методи

Айлана стол атрофида берилган муаммо ёки саволлар юзасидан таълим олувчилар томонидан ўз фикр-мулоҳазаларини билдириш орқали олиб бориладиган ўқитиш методидир.

“Давра суҳбати” методи қўлланилганда стол-стулларни доира шаклида жойлаштириш керак. Бу ҳар бир таълим олувчининг бир-бири билан “кўз алоқаси”ни ўрнатиб туришига ёрдам беради. Давра суҳбатининг оғзаки ва ёзма шакллари мавжуддир. Оғзаки давра суҳбатида таълим берувчи мавзунини бошлаб беради ва таълим олувчилардан ушбу савол бўйича ўз фикр-мулоҳазаларини билдиришларини сўрайди ва айлана бўйлаб ҳар бир таълим олувчи ўз фикр-мулоҳазаларини оғзаки баён этадилар. Сўзлаётган таълим олувчини барча диққат билан тинглайди, агар муҳокама қилиш лозим бўлса, барча фикр-мулоҳазалар тингланиб бўлингандан сўнг муҳокама қилинади. Бу эса таълим олувчиларнинг мустақил фикрлашига ва нутқ маданиятининг ривожланишига ёрдам беради.



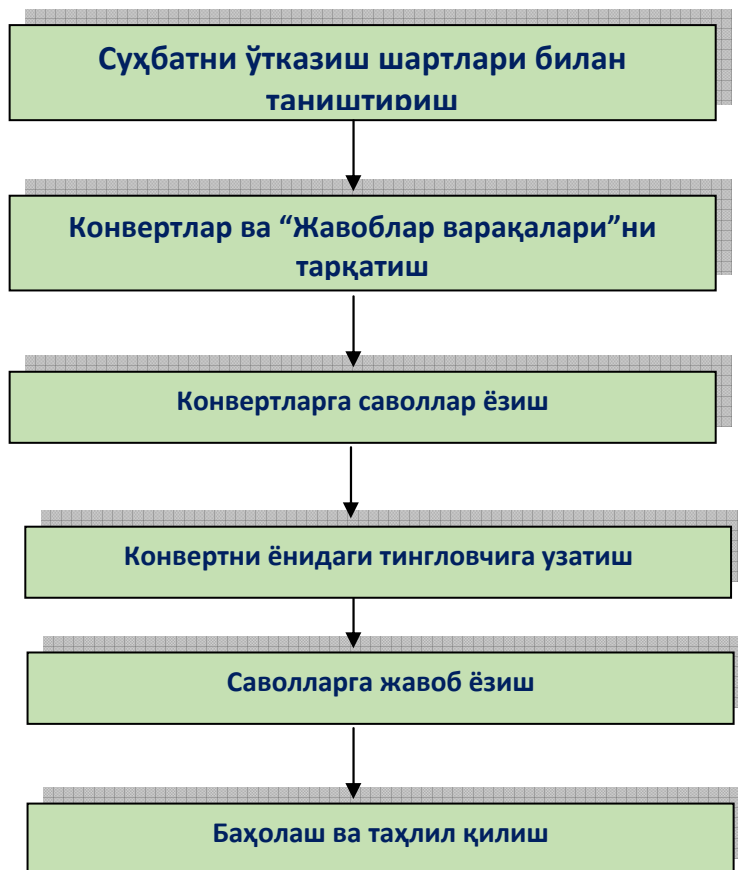
#### Белгилар:

- 1-таълим олувчилар
- 2-айлана стол

### Давра столининг тузилмаси

Ёзма давра суҳбатида стол-стуллар айлана шаклида жойлаштирилиб, ҳар бир таълим олувчига конверт қоғози берилади. Ҳар бир таълим олувчи конверт устига маълум бир мавзу бўйича ўз саволини беради ва “Жавоб варақаси”нинг бирига ўз жавобини ёзиб, конверт ичига солиб қўяди.

Шундан сўнг конвертни соат йўналиши бўйича ёнидаги таълим олувчига узатади. Конвертни олган таълим олувчи ўз жавобини “Жавоблар варақаси”нинг бирига ёзиб, конверт ичига солиб қўяди ва ёнидаги таълим олувчига узатади. Барча конвертлар айлана бўйлаб ҳаракатланади. Якуний қисмда барча конвертлар йиғиб олиниб, таҳлил қилинади. Қуйида “Давра суҳбати” методининг тузилмаси келтирилган



#### **“Давра суҳбати” методининг афзалликлари:**

- ўтилган материалнинг яхши эсда қолишига ёрдам беради;
- барча таълим олувчилар иштирок этадилар;
- ҳар бир таълим олувчи ўзининг баҳоланиши масъулиятини ҳис этади;
- ўз фикрини эркин ифода этиш учун имконият яратилади.

#### **“Тушунчалар таҳлили” методи**

**Методнинг мақсади:** мазкур метод талабалар ёки қатнашчиларни мавзу бўйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу бўйича дастлабки билимлар даражасини ташҳис қилиш мақсадида қўлланилади.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар машғулот қоидалари билан таништирилади;
- тингловчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда);
- тингловчилар мазкур тушунчалар қандай маъно англатиши, қачон, қандай ҳолатларда қўлланилиши ҳақида ёзма маълумот берадилар;
- белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тугри ва тулиқ изоҳини уқиб эшиттиради ёки слайд орқали намоиш этади;
- ҳар бир иштирокчи берилган тугри жавоблар билан узининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

#### **«Хулосалаш» (Резюме, Веер) методи**

**Методнинг мақсади:** Бу метод мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммоли характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Методнинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир хил ахборот берилади ва айни пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида аспектларда муҳокама этилади. Масалан, муаммо ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари бўйича ўрганилади. Бу интерфаол метод танқидий, таҳлилий, аниқ мантикий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда тингловчиларнинг мустақил ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда тизимли баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади. “Хулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустаҳкамлаш, таҳлили қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

### III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

#### 1-мавзу: НАНОБИОТЕХНОЛОГИЯ – БИОЛОГИЯНИНГ РИВОЖЛАНИШИНИ ЯНГИ БОСҚИЧИ.

##### **РЕЖА:**

- 1.1. *Нанобиотехнология ва бионанотехнология. Замонавий биотехнология: ишлаб чиқариш жараёнларидан, даволашнинг янги методларигача.*
- 1.2. *Замонавий биотехнология: антитаналар, ферментлар ва нуклеин кислоталардан фойдаланишга асосланган технологиялар. Бионанотехнология: нанотехнология ва биотехнология чегарасида*
- 1.3. *Тирик системаларнинг тузилишини кўп босқичлилиги.*
- 1.4. *Биомакромолекулалар (биополимерлар): нуклеин кислоталар, оқсил моддалар ва полисахаридлар.*
- 1.5. *Тирик ҳужайраларда оқсилли “наномотор”лар.*

**Таянч иборалар:** *наноструктура, наноҳодиса, субҳужайра, наножарён, нанодунё, нанобиотехнология, фибробластлар, флуоресценция, флуорохромлар.*

#### **1.1. Нанобиотехнология ва бионанотехнология. Замонавий биотехнология: ишлаб чиқариш жараёнларидан, даволашнинг янги методларигача.**

Нанобиотехнология фани ўз тингловчиларига ХХІ асрнинг энг муҳим илмий йўналишлари бўлган биотехнология ва нанотехнологиялар чегарасида пайдо бўлган илмнинг янги йўналиши ҳақида маълумот беради. Бу фан биологиянинг янги йўналишининг фундаментал принциплари, методлари, ривожланишининг кенг истиқболлари ва ишлатилиши ҳақида билим беради. Бу фан бир-бири билан боғлиқ бўлган икки узвий қисм: биологик тадқиқотларда нанотехнологиянинг принципларидан фойдаланишга асосланган-нанобиотехнология, ва молекуляр таниб олиш ҳамда ўз-ўзидан йиғилиш каби биологик принциплар ва ҳодисалардан нанотехнологик вазифаларни ҳал қилишда ишлатиладиган-биотехнология йўналишларни муҳокама қилади.

Агар ХХ аср физика, электроника ва телекоммуникациялар асри бўлган бўлса, биз яшаб турган аср, ХХ асрнинг иккинчи ярмида бошланган биологик инқилоблар (молекуляр биология, ген муҳандислиги, биотехнология) ҳамда ажойиб бир янги йўналиш-катталиги нанометрлар билан ўлчанадиган қурилмалар ва конструкциялар яратиш, уларни ўрганиш ва ишлатишни мақсад қилиб олган нанотехнологиялар асри бўлиши керак. Одатда, ҳажман кичиклаштириш жараёнида, яратилган



технологияларни мукамаллаштириш ҳисобидан машиналарни катталиги (ҳажми) кичиклашиб боради. Аммо бунда, анъанавий ёндашиш “каттадан кичикка” принципи асосида, минатюрзация чегарасига тез етиб олинди. Келажак машиналарини тузилишини асосий принципларидан бири-прототипларини ўлчамини молекулаларга нисбатан кўпайтириш ҳисобланади. Бундай ёндашишдан фойдаланишда, ҳар қандай биологик системаларда кўплаб учрайдиган наномашиналарни тузилишини ўрганиш жуда фойдали бўлади. Ҳақиқатдан ҳам, фақат тирик хужайраларгина ишлаш қобилиятиги эга бўлган молекуляр машиналар жойлашган бўладилар. Шундай машиналарни яратишга нанотехнологиялар ёрдамида эришиш мумкин. Молекуляр двигателлар, ўта сезгир наносенсорлар, ДНК репликацияси ва оксил синтези механизмлари, ҳамда бошқа кўплаб кичик ҳажмли молекулалар -3 млрд. йил аввал пайдо бўлган бактерияларни ўтмишдошлари бўлган ўта содда хужайраларда ҳам бўлганлар. Организм, эволюцион дарахтининг қанчалик юқорида шохиди жойлашган бўлса, уларни наномашиналари шунчалик мураккаб ва кучлироқ бўлади. Аммо, фақат ҳаёт пайдо бўлганидан миллиардлаб йиллар ўтгач, биз техникада, нанотехнологиянинг “таниш” ва “ўз-ўзидан йиғилиш” принципларидан фойдалана бошладик.

Бошқа томондан, нобиологик системалар учун яратилган кўплаб фундаментал ва амалий нанотехнологиялар, мураккаб сенсорлар, тўқима муҳандислиги учун молекуляр каркаслар яратиш ва оксилларни модификацияси ва *in situ* шаротида ДНК модификацияси каби биологик муаммоларни ҳал қилиш учун ҳам жуда қулай.

Нанобиотехнология ва бионанотехнологиялар олдида улкан истиқболлар очилмоқда. Бу фанлар бир-бирлари билан қўшилиши тиббиётда инқилобий ўзгаришларига олиб келиши кутилмоқда. Бу фанлар инсоннинг кўплаб касалликларини бутунлай йўқотиб юборишига хизмат қила олишибашорат қилинмоқда. Яқин келажакда ОИТС, саратон касалликларини даволаш, ўз вақтида полимиелит ёки туберкулёз касалликларни даволашда эришилган ютуқларга тенг бўлиб қолиши башорат қилинмоқда. Одам организмидаги генетик ўзгаришларини, у туғилмасдан аввалроқ тўғрлаш мумкин бўлади. Организмга киритилган нанороботлар, ўта мураккаб жарроҳлик амалиётларини (масалан, мияда)бажариш мумкин. Наномашиналар хужайра даражасидаги вазифаларни ҳал қилиши имконини бериши мумкин. Реал вақтда, тўғридан-тўғри организмда генетик ахборотларни манипуляция қилиш мумкинлиги, кўплаб мисоллардан биридир.

Молекуляр “таниш” принципларидан, классик биологик системалардан, жуда узок бўлган системаларда ҳам фойдаланиш мумкин. Нанотехнологиянинг истиқболли тармоқларидан бири-молекуляр электроника ҳисобланади. Биомолекулаларни ўзаро таниўш имкониятлари ва ўз-ўзидан мураккаб структураларга йиғилиш системаларидан, яқин келажакда ўта аъло модель системалар яратиш мақсадида ишлатилиши

мумкин. Тадқиқотларнинг бу йўналиши, XX асрнинг энг муҳим илмий-муҳандислик соҳаси-кремнийли микроэлектроника билан тўғридан-тўғри боғлиқдир. Биологияга асосланган нанотехнология, “кремний” дунёсининг ҳозирги вақтда маълум бўлган чегараланганлигини олдини олиш имконини бериши мумкин. “Ўз-ўзидан йиғилиш” принципи асосида электрон қурилмаларни “монтаж” қиладиган наномашиналарни пайдо бўлиши, барча электроникани тубдан ўзгартириши мумкинлиги ва катта исикболлар очиши кутилмоқда. Балки, бионанотехнологияда содир бўладиган инқилобий ўзгаришлар, мантиқий фикрлашнинг молекуляр механизмини тушунишга йўл очиб бериши мумкин, бу эса, сунъий интеллектга эга бўлган машиналар яратиш имконини беради.

Аммо, нанобиотехнология ва бионанотехнологиялар асрида, гуллаб-яшнаш билан чўлланиш орасидаги чегара жуда нафис бўлишини ҳам эсдан чиқармаслигимиз керак. Улкан имкониятлардан ўринли фойдаланиш учун жавобгарлик келгусида олимлар ва муҳандисларга юкланади. Бизнинг вазифамиз-илмий инқилоб мевалари, фақат инсон учунхизмат қилишни таъминлашдан иборат. Ҳеч бир илмий ютуқ инсониятни таназзулга юз тутишига ишлатилмаслиги керак.

Биотехнология ва нанотехнологияни бир-бирига яқинлашуви нисбатан яқинда бошланди. Шунга қарамадан, бу жараён жуда яхши натижаларга олиб келди. Энг аввало, классик ва замонавий биотехнологиянинг аослари ва уларни нисбатан “ёш” илмий йўналиш “нанотехнология” билан қандай учрашганликлари ҳақида тўхталиб ўтамиз. “Нанобиотехнология” атамаси – нанокатталикдаги етакчи, малакавийлашганбиотехнологик методлар ва маҳсулотларга нисбатан ишлатилган. Улар реал вақтда ишловчи сезгирроқ ва аниқроқ “Чипда лаборатория” (lab-on-chip) ва наносенсорларга ўхшаган наносистемалар яратишга қаратилган.

Доривор моддаларни ишлаб чиқаришни бошқариш, муҳандислик ва тирик тўқимани регенерацияси учун нано тартибли матрицалардан фойдаланиш каби йўналишларни ўз ичига олади.

“Бионанотехнология” атамаси – биологик қурилиш блокларини ишлатиш, биоспецификлик ва биологик фаоллик асосида яратилган замонавий нанотехнологияларга нисбатан ишлатилади. Бионанотехнологиядан фойдаланиш фақат биология вазифаларини бажариш билан чегараланмайди. Масалан, ДНК олигонуклеотидлари, пептидли нанотрубкалар ва оксилли фибриллалар келажакда бионанотехнологияларида; металл наноўтказувчилар, эса молекуляр электроника ва наноэлектрокимёда ишлатиладиган бошқа наноэлементлар яратиш учун ишлатилишлар мумкин.

Классик биотехнология: биологик фаол моддаларни саноат шароитида ишлаб чиқариш учун биологик системалардан фойдаланилади.

Биотехнология - етук илмий йўналиш XX асрнинг биринчи ярмидаёқ American Heritage Dictionary луғатида, биотехнология атамасини мазмуни

баён қилинган. Бу фанни предмети – “бактериялар, ачитқи замбуруғлари каби микроорганизмлар ёки ферментлар каби биологик моддаларни саноатда ва ишлаб чиқаришда ишлатиш”.

Биологик жараёнлардан саноатда фойдаланиш, масалан, крахмални *Clostridium acetobutylicum* бактерияси ёрдамида бижғиш орқали ацетон олиш, 1916 йилда йўлга қўйилган. *Penicillium notatum* антибиотигини олиш ўтган асрнинг 40-йилларида йўлга қўйилган.

Баъзи олимларнинг фикрича, ботехнологиядан амалиётда фойдаланиш анчагина олдинроқ бошланган. Ачитқи замбуруғлари ва бактериялари ёрдамида пишлоқ тайёрлаш бошланганига бир неча минг йиллар ўтганлиги ҳақида фикрлар билдирилган.

Вақт ўтиши билан биотехнология предметини маъносига ўзгаришлар киритиб борилди. Замонавий биотехнологиянинг лаборатория ва саноат шароитида олиб борилган кўплаб йўналишлари, амалий биологик фанлар доирасида ривожланган бўлса-да, алоҳида илмий соҳа сифатида шаклланмади. Амалиётда, биомолекулалар-доривор моддалар (масалан, оксил табиатли гормонлар ёки антитаналар) дан бошлаб токи маълум биомолекулаларни ўзаро таъсири асосида яратилган янги диагностик воситаларгача, (масалан, антиген-антитананинг ўзаро муносабатига асосланган системаиммунодиагностика тўплами, ёки нуклеин кислоталар кетма-кетлигининг комплементарлиги принципларида яратилган, ДНК микрочиплари) биотехнология деб атаб келинди.

Фармацевтика саноати билан замонавий саноат биотехнологиясининг фарқи, асосан амалиёт билан боғлиқ. Фармацевтика саноати асосан паст молекулали доривор моддалар ишлаб чиқариш билан шуғулланса, замонавий саноат биотехнологияси, функционал оксиллар ва антитаналарга ўхшаган йирик биомолекулали бирикмалар ишлаб чиқариш билан шуғулланади.

Масалан, Amgen деб номланган йирик биотехнологик компаниянинг дастлабки маҳсулоти эритропоэтин (тижорат номи - EPOGEN) оксили бўлган. Тирик организмларда бу оксил эритроцитларни ҳосил бўлишини кучайтиради. АҚШ нинг озиқ-овқат маҳсулотлари ва доривор моддаларини сифатини назорат қилиш бошқармаси (Food and Drug Administration, FAO), 1989 йил бу препаратни касалларни даволаш учун фойдаланишга рухсат берган ва у (эритропоэтин), замонавий биотехнологиянинг биринчи препарати бўлган.

Биотехнологик маҳсулотларга мисол қилиб, рекомбинант одам инсулинини, одам интерферонини, одам ва хўкизни ўстирувчи гормонларни ҳамда терапевтик антитанани кўрсатиш мумкин. Терапевтик антитаналар ишлаб чиқариш, нисбатан янги ва жуда қизиқ соҳа. Аффинлик ва спецификликнинг ажойиб хоссалари туфайли, бундай антитаналар фақат йўналтирилган таъсир кўрсатиб, қўшимча бошқа қисмларга таъсир этмасдан туриб ўз фаолиятини намоён қилади.

Яқинда, AVASTIN номли рекомбинант моноклонал антитана яратилди. Бу антитана, қон-томир эндотелиясини ўстириш фактори билан специфик боғланиб, уни биологик таъсирини ингибирлаб қўйиш хусусиятига эга. Бу препарат, одатдаги кимё терапия методлари билан даволаб бўлмайдиган касаллик, йўғон ичакни “иккиламчи карциномаси” билан оғриган касални даволаш имконини беради.

Одам интерферони - одам организмининг вирусли инфекцияга жавоб беришида асосий рол ўйнайдиган оқсил ва болалар ҳамда ўсмирларни меъёрида ўсишни таъминловчи, муҳим регулятор оқсил - одамнинг ўстириш гормонининг аҳамияти беқиёсдир.

Ҳозирги вақтда доривор модда сифатида ишлатиш мақсадида жуда кўплаб оқсил моддалари текширишдан ўтказилмоқда. Оқсил ва пептид табиатли моддалардан тиббиётда фойдаланишни чегаралаб қўювчи омиллардан бири, уларни оғиз орқали қабул қилиб бўлмаслигидир. Оғиз орқали қабул қилса бўладиган кўплаб паст молекуляр доривор моддалардан фарқли ўлароқ, оқсил ва пептидлар табиатли бирикмалар ошқазон-ичак йўлларида парчланиб кетадилар. Шунинг учун ҳам уларни фақат инъекция орқали қабул қилиш мумкин. Бу эса, уй шароитида ҳар доим ҳам бўлавермайди. Бу муаммони нанотехнологиядан фойдаланган ҳолда ечиш мумкин. Масалан, биомолекуляр доривор моддаларни тери тагига оғриксиз киритиш учун, матрицага ўрнатилган юзлаб, минглаб наношприцлардан фойдаланиш мумкин. Яна бир мисол, наноташувчилардан фойдаланиш ҳозирги пайтда, овқат ҳазм қилиш йўлининг бошланғич қисмидан бузилмасдан ўтиб, фақат ичакда эриб кетадиган ташувчилар синовлардан ўтказилмоқда.

Шунингдек, гематоэнцефалик тўсиқлардан ўтиб, доривор пептидларни миёни шишига етказиб берувчи наноташувчилар яратиш устида ҳам тадқиқотлар олиб борилмоқда. Наноташувчилар биологик (пептидли наносферага ўтказиш) ёки нобиологик табиатли материаллар асосида яратилиш мумкин. Нима бўлганда ҳам, юқорида келтирилган маълумотлар нанотехнологиядан фойдаланиш ҳисобидан биологиянинг ишлаш доирасини кенгайтиришга ёрқин мисол бўла оладилар.

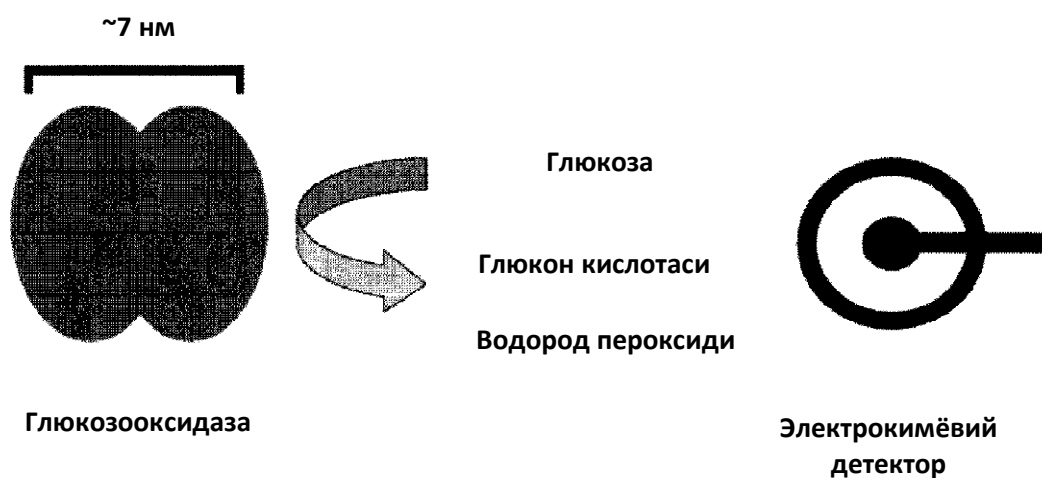
## **1.2. Замонавий биотехнология: антитаналар, ферментлар ва нуклеин кислоталардан фойдаланишга асосланган технологиялар. Бионанотехнология: нанотехнология ва биотехнология чегарасида.**

Диагностик биотехнологиянинг асосий вазифаси – иммунокимёвий анализ, ферментатив реакциялар каби биокимёвий методлар, ҳамда РНК ва ДНК технологиялари ёрдамида биологик материалларни сифат ва миқдорий аниқлашдан иборат. Наноконструкциялар ёки бошқа наноҳажмга эга бўлган заррачалардан фойдаланиш шунга ўхшаш диагностик методларни сезгирлигини ва спецификлигини оширади.

Имунокимёвий анализ асосида яратилган ва диагностика мақсадида ишлатиладиган нанотехнологик маҳсулотларга, мисол қилиб аёлларда

хомиладорликни аниқловчи тест қоғозлар (улар хорионик гонадотропин деб аталадиган одам гормонини ўта кам миқдорда сезувчи антитаналар сақлайдилар); гепатит ва ОИТС ни сезувчи биокимёвий тўпламларни кўрсатиш мумкин. Уларни барчаси, диагностикани самарадорлигини, молекуляр таниб олишга хос бўлган юқори даражадаги аффинлик ва спецификлик билан боғлиқ. Микроскопик молекуляр “нишон” лар ва уларнинг “детекторлари” ни ишлаш принципларини яхши ўрганиш орқали, таниб олиш принципларидан диагностиканинг ҳар хил вазифаларини ечиш мақсадида фойдаланиш мумкин. Бундай методларни сезгирлигини ошириш, диагностикада жуда кам миқдорда нусхалар фойдаланиш имконини беради. Масалан, қоннинг энг асосий компонентларидан бири бўлган – глюкозани миқдорини аниқлаш учун, кичик бир томчи қон кифоя бўлади. Керакли қонни эса, ҳозиргидек миллилитрлаб эмас, нанолитрда олиш етарли бўлади ва бу иш наношприцлар ёрдамида бажариладиган бўлади. Ушбу мавзунини давом эттириб, қондаги глюкозани миқдорини электрокимёвий реакция ва наноэлектрод тутувчи чип ёрдамида ўлчовчи наноқурилмага автоматик дозаторлар улаб, қонга керакли вақтда, керакли миқдорда инсулин киритиб туришни ташкил қилиш мумкин эканлиги ҳақида фикр қилиш мумкин. Агар шундай система ташкил қилинса, у ошқозон ости безини ўткир диабет (1-тип) ёки хроник диабетда (2-тип) йўқотган функцияларини қисман бажариш мумкин бўлади.

Ферментатив реакциялардан дагностикада фойдаланишнинг натижаси сифатида, ҳозирги вақтда кенг тарқалган, глюкозооксидаза ферменти катализ қилувчи реакцияга асосланган шахсий глюкометрлар яратилганини кўрсатиш мумкин. Глюкозооксидаза ферменти глюкозани глюкон кислотаси ва водород пероксидига оксидлайди. Кейинги моддани электрокимёвий аниқлаш натижасида сигнал генерацияга учрайди ва рақамлангандан сўнг, глюкометр дисплейига чиқади.



1.1-расм. Ферментатив реакция ва электрокимёвий детектор ҳамкорлигида қон таркибидаги глюкозани аниқлаш. Глюкозани глюкозооксидаза билан оксидлаганда, водород

*пероксиди ҳосил бўлади ва уни концентрациясини электрохимёвий детектор ёрдамида аниқланади. Бундай сенсорни фермент молекуласини ўлчамигача (<10 нм) кичиклаштириш мумкин*

Бу, биотехнология ва электроника ютуқлари асосида гибрид ферментатив-электрон интерфейс яратишга ёрқин мисол бўла олади. Нанобиотехнологиядан, шунга ўхшаган детекторларни миниатюр русумларини яратиш кутилмоқда.

ДНК технологияларига мисол қилиб, биологик нусхаларни нималарга тегишли эканлигини етарли даражада сезгирлик билан аниқлаб берувчи ва бугунги кунда криминалистикада кенг ишлатиладиган полимераза занжирли реакцияни келтириш мумкин.

Нуклеин кислоталарни ўзаро таъсирини спецификлигига асосланган яна бир метод – бу, ДНК – чиплар ёки ДНК – микроматрицалар. Бу технология бирданига минглаб, ҳатто ўн минглаб генларни экспрессиясини ўрганиш имконини беради. ДНК – чиплар, нафақат фундаментал тиббиётда ишлатилиши, балки келгусида шахсий тиббиётга ҳам йўл очиб бера олади.

Бу метод, нанотехнологиялардан фойдаланиш ҳисобидан янада мукамаллаштирилиши мумкин. Масалан, реакцияларни “чипда лаборатория” (lab-on-chip) ишлатиб микроҳажмда олиб бориш орқали. Бундай ёндашиш, тадқиқот учун зарур бўлган ДНК ёки РНК нусхаларини ҳажмини анчагина камайтириш имконини беради. Методларни сезгирлигини ошириш, айниқса криминалистика ва ўта хавфли касалликларни эрта диагностикаси учун жуда фойдали бўлади. Жуда муҳим бўлган тадқиқот йўналишлари қаторида атроф-муҳитни мониторинги ва қурол сифатида ишлатиладиган моддалар ва биологик агентларни аниқлашни киритиш мумкин.

Юқорида келтириб ўтилганидек, нанобиотехнология-нисбатан ёш илмий соҳа. Нанотехнология-ўлчами нанометрлар (1/1000000000 метр) билан ўлчанадиган системалар ва қурилмалар асосида яратиладиган ёки яратилган технологиялардир. Нанотехнологиянинг предмети бўлиб, молекуляр системалар ва молекуляр йиғилмалар (квант нуқтага ўхшаган), ўз-ўзидан ташкил бўладиган қурилмалар ва машиналар хизмат қиладилар. Бу системаларнинг барчаси шартли равишда “кичикдан каттага” деб аталадиган ёндашишни бир қисми деб ҳисобланади. Мана шундай ёндашиш доирасида молекуляр “таниб олиши” ва “ўз-ўзидан йиғилиш” жараёнлари асосида нанокомпонентлардан, мураккаб машиналар, қурилмалар ва ускуналар яратилди.

Нанотехнологияда молекуляр “таниб олиш” ва “ўз-ўзидан йиғилиш” принципларини амалга оширишда биология ва биологик системалардаги таниб олиш жараёнларини аҳамияти катта. Биомолекулалар ва надмолекуляр комплекслар, табиий қурилиш блоклари бўлиб, улар тайёр “таниб олувчи модуллар” ва бутун системалар (масалан, рибосомалар – мураккаб оқсил йиғувчи линия) вазифасини бажарадилар.

Ҳатто нисбатан мураккаброқ тузилган структуралар: ҳайвон ва ўсимлик вируслари, бактериялар (микроб вируслари) ҳам наноконпонентлардан ташкил топган. “Кичикдан каттага” принципида йиғиладиган структураларни йиғилишини биологик таниб олиш бошқариши мумкин.

Юқори даражада спецификликка ва бирданига (тўсатдан) ҳосил бўлиши туфайли биологик молекулалардан йиғилиш мураккаб органик ва ноорганик наномашиналар ва наножиҳозларни автоматик монтажда “ақлли каркас” (smart scaffold) вазифасини бажариш мумкин.

<sup>1</sup>“Каттадан кичикка” ёндашишнинг йўналишларидан бири-УФ литография жараёнини тўхтовсиз мукаммаллашиб бориши ва кейинчалик уни янада мукаммал бўлган технология билан алмаштириш ҳисобланади. Шундай мукаммаллашган технологиялардан бири, электрон-нурли литография ёки фокусланган ионли тўпламлар асосида яратилган литография. 2006 йилга келиб, микроэлектронли компонентлар тайёрлашда ишлатиладиган литографик жараёнлар, 193 нм тўлқин узунлигига эга бўлган УФ нурлар ишлатиш ҳисобидан 90 нм ли сезгирликка етган. Бундан ҳам қисқа тўлқинли радиациядан фойдаланиш, сезгирликни 45 нм га етказиш, ёруғлик нурларини электронли нурлар билан алмаштириш эса, янада кўпроқ сезгирлик (20 нм) га эришиш мумкинлигини кўрсатган.

Ҳеч шубҳа йўқки, қандай ёндашишдан “каттадан кичикка” ёки “кичикдан каттага” принципларидан фойдаланишдан катъий назар, бу методлар биотехнологияда катта революцияга олиб келиши муқаррар. Масалан, биологик нусхаларни ҳажмини анчагина кичиклашувига олиб келувчи миниатюризация усули, тиббиёт муолажаларини соддалаштириш ва беморнинг ҳаётини енгиллаштиришга олиб келади. Бу йўл ягона эмас. Нафақат ўлчови, балки шу ўлчов натижасида ҳар хил вазифаларни бажара оладиган мураккаб наномашиналар яратилган.

Биотехнология ва нанотехнология чегарасида яратилган методларни сезгирлиги анъанавий методларга нисбатан ўнлаб, юзлаб маротабага ошиши аниқланган. Дастлабки саратон хужайрасини бирданига аниқлаш имконияти, ҳавони ифлослантирувчи ва ҳаво таркибида портловчи моддаларни жуда кам миқдорини аниқлаш усуллари яратилиши, тиббиётда, экологик мониторингда, терроризмдан муҳофаза қилишда, кимёвий ва биологик қуролларни олдини олишда тубдан кўрилмаган натижаларга олиб келиши муқаррар<sup>1</sup>.

### **1.3. Тирик системаларнинг тузилишини кўп босқичлилиги.**

Тирикликни бошланғич босқичи (энг чуқур босқичи) молекуляр босқич ҳисобланади. Бу босқични структура – функционал бирлиги бўлиб, биомолекула ёки биополимерлар (нуклеин кислоталар, оксил моддалар,

---

<sup>1</sup>Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London: «Imperial College Press», 2007. 1-8 p.

полисахаридлар молекулалари) ҳисобланадилар. Бу босқичда, ҳаёт ва фаолиятни энг муҳим жараёнлари амалга ошади: ирсий ахборотларни сақланиши ва узатилиши, модда ва энергия алмашинуви, нафас олиш ва бошқалар. Биомолекулалардан надмолекуляр структуралар шаклланади.

**Субхужайрали босқич (даражаси)**, молекуляр ва хужайра босқичлари орасидаги ўтувчи босқич ҳисобланади. Бу босқичнинг бирлиги – тирик системанинг надмолекуляр структуралари ҳисобланади (элементар биологик мембрана, органоидни суб бўлакчалари, органоидлар). Бу босқичда содир бўладиган ҳаётий жараёнларда намоён бўлади.

**Хужайра босқичи (даражаси)** – хужайраларга, мустақил организмлар (бактериялар, простейшийлар) ҳамда, кўп хужайрали организмларни хужайралари сифатида қараш босқичи ҳисобланади. Хужайралар, биосинтез, озикланиш, нафас олиш, ривожланиш, кўпайиш ва ҳ.к. хусусиятларга эга бўлганлиги туфайли, улар тирик табиатни ташкил бўлишида асосий структура бўлиб хизмат қиладилар.



*1.2-расм. Ҳаётни ташкил бўлиш босқичларининг молекуляр (ўнгда), субхужайравий (ўртада) ва хужайравий (чапда) кўринишидаги биологик структуралар.*

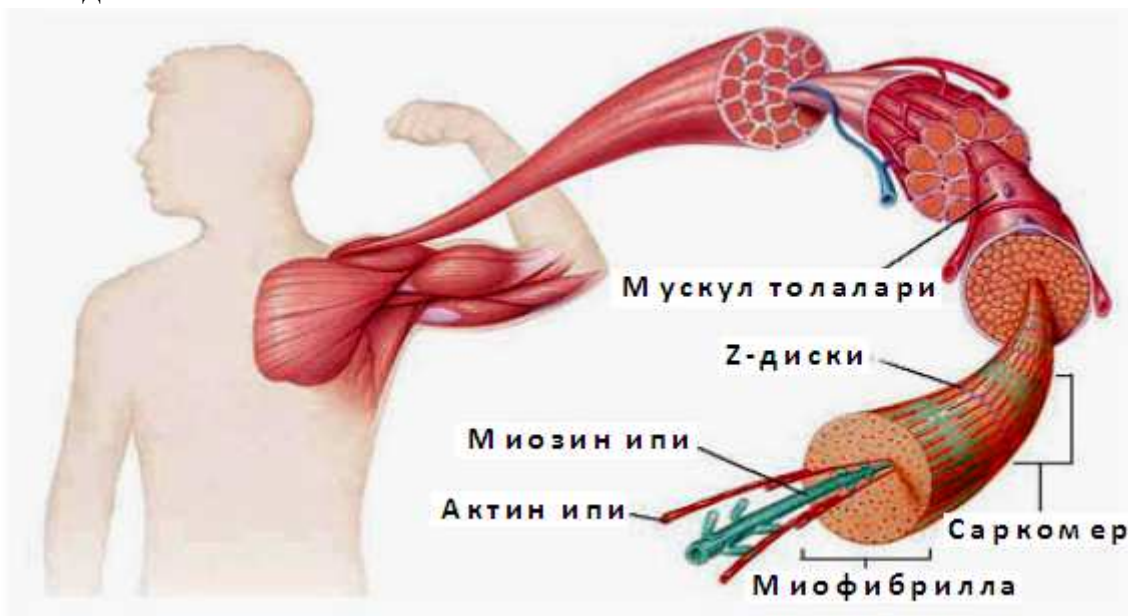
**Тўқима босқичи.** Бу босқич, эволюция жараёнида, кўпхужайралик ва хужайраларни специализацияси (дифференциацияси) пайда бўлганлиги сабабли, келиб чиқди. Унинг структура – функционал бирлиги – тўқима. Тўқима – келиб чиқиши, функциялари, жойланиши ва кўп ҳолатларда тузилиши ҳам бир хил бўлган хужайраларни ва уларни ҳосилаларини тўплами ҳисобланади. Тўқима даражасида (босқичида), янги ҳосил бўлган



хужайраларни специализацияси, хужайрадан ташқаридаги структураларни шаклланиши, ривожланиши, фаолият кўрсатиши ва тўқималарни регенерацияси (қайта тикланиши) содир бўлади.

**Орган босқичи (даражаси)** – мураккаб, кўп тўқимали тирик система эканлиги билан характерланади. Бу босқични структура – функционал бирлиги – орган. Орган, организмни бир бўлаги бўлиб, у маълум шаклга эга ва ўзига специфик бўлган функцияни бажаради. Органлар биринчи навбатда, умумий функцияга ёки организмдаги биологик ролига қараб, органлар системасини ташкил қиладилар.

Тирикликни система даражасидаги организациясининг структура – функционал бирлиги, органлар системаси ҳисобланади. Ўз навбатида биологик роли ёки функцияси ўхшаш бўлган органларни бир-бири билан боғлайди.



*1.3-расм. Ҳаётни ташкил бўлишини тўқима (мушак толалари), орган (мушаклар) ва системали (мушак системаси – скелет мускулатураси) даражадаги биологик структуралар.*

Худди мана шу тартибда, организмда қон айланишини таъминланади. Қон айланиш системаси, юрак, қон – томирлар каби органлардан ташкил топган.

**Организм (даража) босқичини вакили** – тирик организмлар ҳисобланади. Бу босқични структура функционал бирлиги сифатида, тирик организмга, ҳаётни барча кўриниши ва хусусиятлари хос. Бу босқичда, организмни ўсиши ва ривожланиши, ташқи муҳит омиллари таъсирига мослашуви, худди ягона бир бутундай намоён бўлади.

**Популяцион (даража) босқич.** Бу босқични эволюцион жараёнга киритилган вакили сифатида мустақил деб кечирувчи организмларни

минимал гуруҳи хизмат қилади ва уларни популяциялар деб юритилади. Бу босқични структура функционал бирлиги – популяция бўлиб, бир вақтнинг ўзида у эволюциянинг элементар бирлиги ҳам ҳисобланади. Алоҳида организмларни популяцияга тўпланиши, уларни мослашувини яшаб қолишларини, кўпайишини, умуман олганда эволюциядаги ўрнини таъминлайди.

**Тур (даражаси) босқичи** – мустақил яшовчи организм (особ) ларни популяциядан кейинги, улардан баланд турадиган бирлашмаси – биологик турлар билан вакилланган. Популяциялар қатори, тур – табиатда микроэволюция жараёнини ниҳоясига етказди.

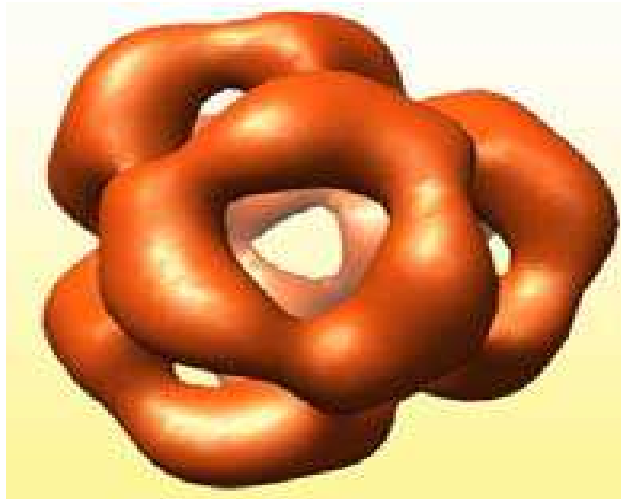
**Биоценотик даражани (босқични) структура** – функционал бирлиги, ҳар хил турларни ўзаро бир-бирига боғлиқ бўлган ҳамжамияти – биогеоценозлар (экосистемалар) шаклланган. Биогеоценоз – бир-бирлари билан ўзаро боғлиқ бўлган организмлардан (биогеоценозлардан) ташқари, атроф муҳитни абиотик омилларини ҳам ўзига қўшиб олади.

**Биосфера (даражаси) босқичи** (структура – функционал бирлиги биосфера), тирик материяни энг юқори даражали организациyasi ҳисобланади. Бу босқичда, моддаларни ва энергияни барча биогеоценотик алмашинуви, ягона биосфера (глобал) алмашинувга бирлашади.

**“Наноструктуралар”, “Наноходисалар”, “Наножарёнлар”, ва “Нанотехнологиялар” тушунчаси.** Наноструктуралар – катталиги (ўлчами) 1 дан 100 нанометргача бўлган объектлар (манъбалар). (Нанометр – метрни миллиарддан бир бўлаги,  $10^{-9}$ м). Наноструктуралар, на фақат инсонлар яратган энг кичик манбалар, балки улар энг майда қаттиқ материаллар бўлиб, уларни алоҳида ажратиб олиш, ҳатто улардан баъзиларини манипуляция қилиш ҳам мумкин.



*1.4-расм- ДНК ни икки занжирли молекуласи.*



1.5-расм. Оқсил молекуласи - тирик системада энг кўп тарқалган наноструктуралар (катталиги 4-50нм).

Наномасштаб жуда ноёб, чунки нанодунёни элементларни фундаментал хусусиятлари, уларни размери билан шунчалик боғлиқки, бундай боғлиқлик бошқа бирор масштабда сезилмайди. Молекуляр даражада, атомларни, молекулаларни ва наноконплексларни ўзларини тутишлари билан боғлиқ бўлган, янги физик-кимёвий хусусиятлар пайдо бўлади. Биологик наноструктураларга масалан, катталиги 4-50нм оралиғида бўлган оқсил молекулаларини киритиш мумкин. Қалинлиги 1-2 нм га тенг бўлган ДНК молекулаларини ҳам, уларни узунлиги бирнеча миллиметрга тенг бўлишига қарамасдан, наноструктурага киритиш мумкин. Тирик организмлардан, ҳаётни хужайрасиз шакли бўлган вирусларни нанодунёга киритиш мумкин. Вирусларни катталиги 10-200 нм оралиғида ётади.

Нанобўлакчалар яратиш технологиясида, моддаларга ишлов беришни бир-биридан табора фарқ қилувчи икки ёндашув маълум:

–“**Тепадан пастга**”, яъни физик жисмларга механик ёки бошқа хилдаги таъсир кўрсатиб, уларни катталигини (ўлчамини - размерини) нанометрга тушириш;

–“**Пастдан тепага**”, яъни йирикроқ нанообъектларни “пастроқ қаторда” турган элементлардан (атомлар, молекулалар, биологик хужайраларни структурали бўлаклар ва ҳ.к) йиғиш.

Наноструктуралар (нанобўлакчалар) иштирокида бажариладиган жараёнлар **наножараёнлар** деб аталади. Тирик организмдаги энг асосий наножараён – оқсил биосинтези.

**Тирик системаларни молекуляр ва субхужайра тузилиши– нанодунё даражаси сифатида. Тирик системани молекуляр даражадаги тузилишини белгиловчи структураларни энг асосийлари биомакромолекулалар ёт биополимерларни молекулалари ҳисобланадилар.** Улар, нуклеин кислоталари, оқсил ва полисахаридлар молекулаларидан иборат. Бу молекулалар размери каттароқ бўлган,

надмолекуляр биологик структуралар (нанокомплекслар) ҳосил қилиш хусусиятига эгалар.

Надмолекуляр биологик структуралар:

–Оқсиллар, нуклеин кислоталар, карбонсувларни макромолекулалари ва уларни комбинациялари (мураккаб оқсиллар, нуклеопротеидлар ва ҳ.к);

–Регулятор молекулалар (гормонлар, ферментлар, медиаторлар, хилма-хил биологик фаол моддалар);

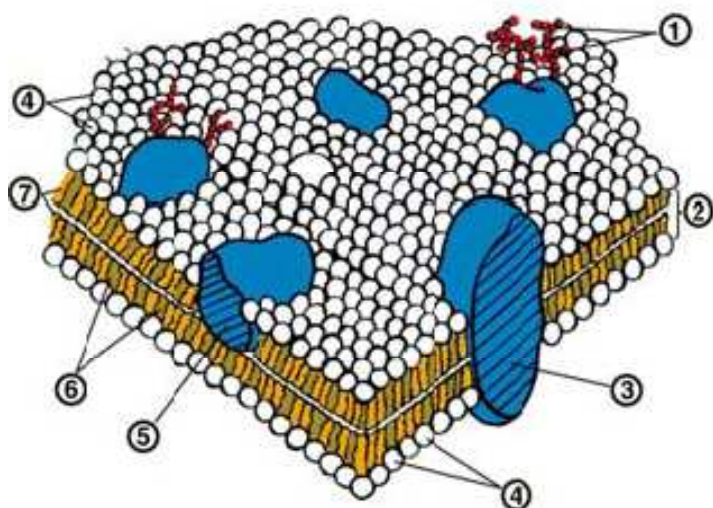
–Сув, ёғ ва бошқа моддаларни молекулалари;

–Ионлар;

–Мустаҳкам ионлар ва сув молекулаларидан ташкил топган атом-молекуляр комплекслар, ҳамда хужайраларни юқорида келтириб ўтилган органик моддаларнинг молекулалари ёрдамида ҳосил бўлади.

Атом-молекуляр комплекслар таркибидаги молекулаларни ва ионларни биргаликдаги хоссалари, жуда ҳам ўзига хос (специфик, яъни махсус) аммо, ҳозирча яхши ўрганилмаган. Мана шунга ўхшаган надмолекуляр нанобиокомплексларни ҳосил бўлиши, фаолият кўрсатиш ва парчаланиши, баландроқ – надмолекуляр ёки субҳужайрали даражада ўтади. Бунда, биологик мембраналар алоҳида ўрин тутаяди. Биологик мембраналар, барча тирик организмлар хужайрасида плазмалеммалар ва кўплаб бошқа органоидлар шаклланишида иштирок этадилар.

Бу хусусиятларни ўрганиш ва назорат қилиш, бир дунё функционал молекулалар қурилмалар очишга имкон беради. Улар, бутун дунёда жадаллик билан ривож топаётган нанобиотехнологияни предмети ҳисобланадилар.



1.6-расм. Биологик мембраналарнинг чизмаси.

1-мураккаб оқсиллар-гликопротеинларни углевод (карбонсув) занжири; 2-липидларни биомолекуляр қавати; 3-трансмембраналик оқсил; 4-липид молекулаларини гидрофил қисми; 5-ярим интегралланган оқсил; 6,7-липид молекулаларини гидрофоб қисми.

**Нанодунёни ўрганишда ишлатиладиган микроскоплар. Ёруғлик микроскопи.** Кўплаб ҳайвон ҳужайраларини ўлчами-10-20мкм га тенг. Бу одам кўриши мумкин бўлмаган ҳар қандай бўлакчадан 5 марта кичик (одамни кўзи, тўғридан –тўғри, катталиги 100 мкм га тенг бўлган буюмни кўра олади).

**Ҳайвон ҳужайрасини оддий ёруғлик микроскопи орқали кўриш мумкинми?** Ёруғлик микроскопида кўриш мумкин бўлган энг кичик структура, рухсат этилган ораликни энг қисқаи билан ( $d_0$ ) белгиланади. Оралик- асосан ёруғлик тўлқини ( $\gamma$ ) нинг узунлигига боғлиқ. Бу боғлиқлик, қуйидаги формула билан изоҳланади:

$$D_0 = 1/2 \gamma$$

**Эслатма:** микроскопни кўрсатиш имконияти:  $d_0 = 0,61 \gamma / n \sin Q$  формуласи орқали ҳисобланади.

Бу ерда  $\gamma$  –ишлатилган ёруғликни тўлқин узунлиги (оқ ранг учун 0,53 мкм қабул қилинган),  $n$  – муҳитни синиш коэффиценти. Бу нухани объектив линзасидан ёки конденсатордан ажратиб туради (одатда, ҳаво ёки ёғдан);  $Q$  -объективни оптик ўқ билан объективга тушадиган энг кўп нур орасидаги бурчак.

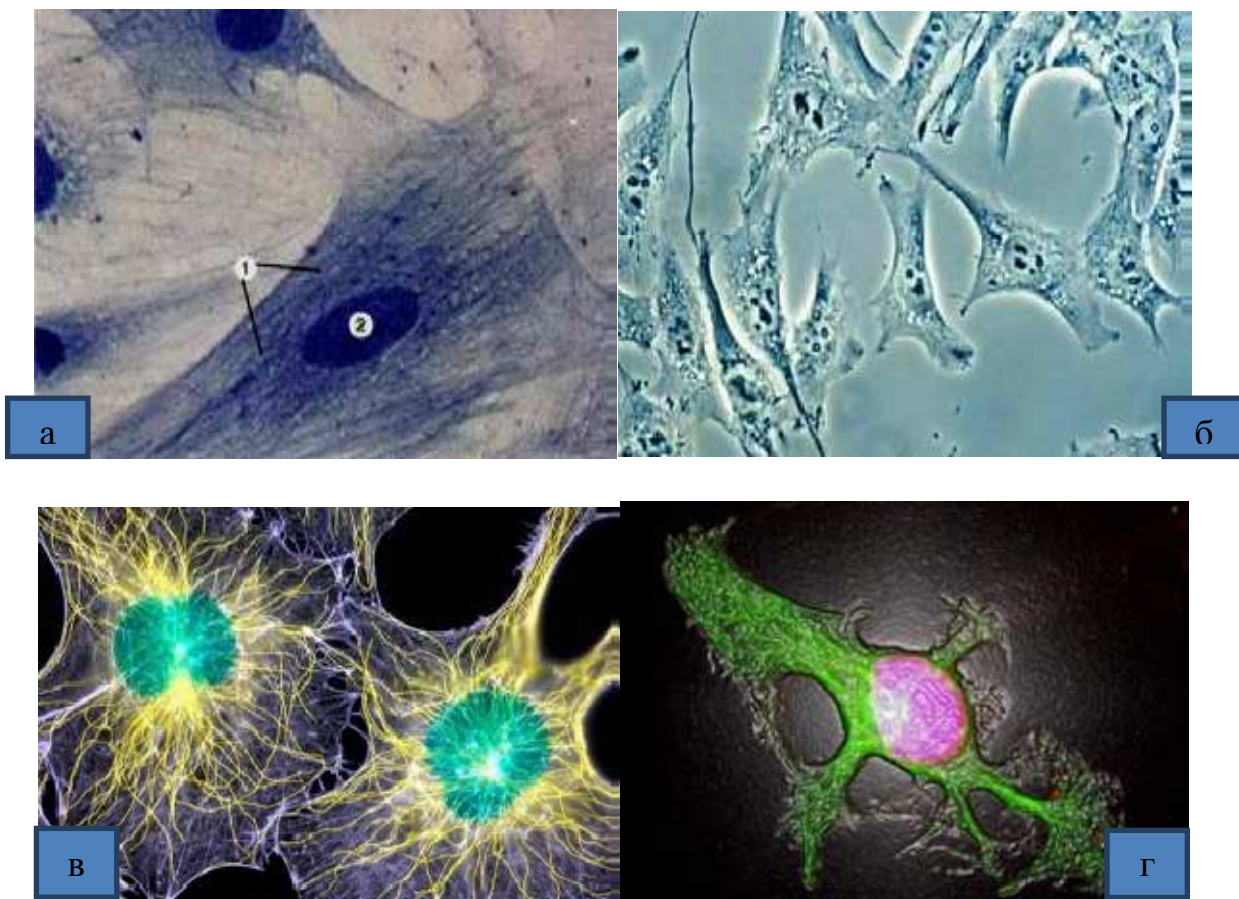
Одатда, ёруғлик микроскопларида, ёруғлик манбалари сифатида кўриш спектридаги (400-700 нм) ёруғлик ишлатилади. Шунинг учун микроскопни максимал кўрсаткичи 200-350 нм (0,2-0,35 мкм) дан ошмайди. Демак, размери бирнеча микрометрга тенг бўлган ҳайвон ҳужайраларини одатдаги ёруғлик микроскопи ёрадамида кузатиш мумкин. Аммо, тирик организмларни ҳужайралари, рангсиз ва тиниқ бўладилар. Шунинг учун ҳам табиий ҳолатда ҳужайралар ёруғлик микроскопида кўринмайди. Шундай экан, ҳайвон ҳужайрасини қандай қилиб микроскопда кўриш мумкин?

Ҳужайраларни кўзга кўринарли қилишни ҳар хил йўллари маълум.

**Биринчидан,** ҳар хил бўёқлардан фойдаланиб бўяш ( $6^a$ -расм). Масалан, ишқорий бўёқлар (гематоксилин, азур) ҳужайрани нордон компонентларини ядрони (нуклеин кислоталарини) специфик бўяйдилар. Нордон– бўёқлар эса. (эозин) ишқорий реакцияга эга бўлган ҳужайра структуралари (цитоплазманинг оксиллари) билан боғланиб ранг берадилар.

**Иккинчидан,** ёруғлик микроскопиясининг хилма-хиллиги ҳам ҳужайраларни кузатишга ёрдам беради. Шулардан бири – фазо – контрастли микроскопия методи, тирик бўлмаган ҳужайрани кузатиш имконини беради. Бўялмаган структураларни контрастлиги, микроскопга уланадиган кўшимча оптик системалар ҳисобидан кўчаяди. Контрастликни кўтарилиши, ёруғликни ўтаётган хилма-хил синдирадиган ҳужайра структураларини кузатиш имконини беради.





1.7-расм. Фибробластлар. а) ёруғлик микроскопияси ёрдамида олинган сурат (1-актинли микрофиламенлар, 2-ядро)  $\times 1000$  (минг марта катталаштирилган); б) фазо – контрастли микроскопия  $\times 500$ ; в) иммунофлуоресцентли микроскопия (микротрубкалар сариқ рангга бўялган)  $\times 980$ ; г) конфокален микроскопия  $\times 1000$ .

Тирик хужайраларни кузатишни иккинчи йўли, бу **флуоресцент микроскопия усули**. Бу усул, қатор моддаларни қисқа тўлқинли нур таъсирида ёруғлик бериш (флуоресценацияланиш) хусусиятига асосланган. Кўплаб пигментлар, витаминлар, гормонлар ва қатор бошқа моддалар, хужайрага қисқа тўлқинли нур туширилганда, ўз-ўзидан (спонтан) флуоресценцияланиш хусусиятига эгалар. Худди шундай хусусиятга тирик организмларни барча хужайралари ҳам эга, аммо кўп ҳолатларда бу воқеялик жуда ҳам кучсиз намоён бўлади. Бундай ҳолатларда, кўплаб хужайралар ичидаги структураларни кузатиш учун иккаламчи ёки наведенной флуоресценциядан фойдаланилади. Бу эса, хужайрага олдиндан махсус флуорохромлар (флуоресцеин, родамин ва х.к) билан ишлов беришни талаб қилади.

Флуорохромлар антителаларни молекулалари билан боғланишлари мумкин, бу эса уларни фақат маълум макромолекулалар билан танлаб боғланувчи юқори специфик реагентлар сафига қўшиб қўяди.

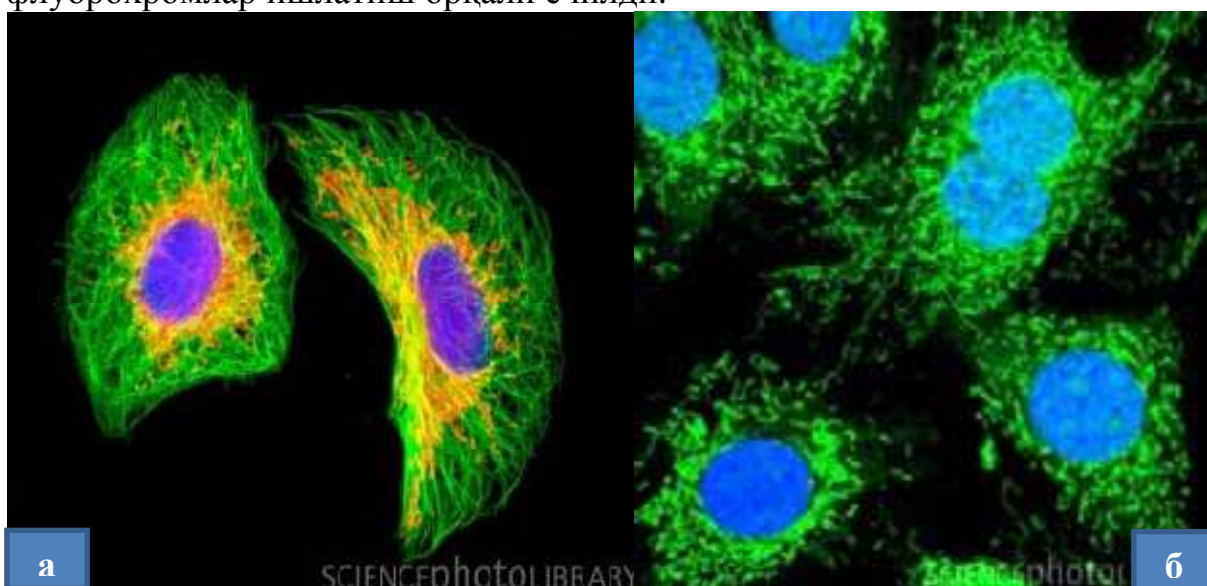
Флуоресценцияни бу турини **иммунофлуоресценция** деб аталади. Бунда, аввал оксилга (масалан тубилинга) антитана сақлаган специфик зардоб олинади. Тозаланган антитаналар кимёвий йўл билан флуоресцент

микроскоп ёрдамида, (текшириладиган объектда) хужайрада оксилни локализациясини флуорохромни нур бериши орқали ўрганилади.

**Ёруғлик микроскопидан фойдаланиб, объектни учўлчовли кўринишини аниқлаш мумкинми?** Одатда, ёруғлик микроскопияси унчалик катта ёруғлик бера олмайди. Бу эса, ўрганиладиган объектни учўлчовли кўринишини аниқлаш имконини бермайди. Бу муаммо, конфокалли сканирловчи ёруғлик микроскопи яратилиши билан ижобий ҳал қилинган. Бунда нур берувчи сифатида, лазер нуридан фойдаланилган, Бу нур, бирин-кетин препаратни бутун қалинлигини сканер қилиш имконини беради. Объектни зичлиги ҳақида информация, сканирлашни ҳар-бир линияси бўйлаб, компьютерда узатилади, ва бу ерда (компьютерда) махсус дастур ёрдамида, объектни ҳажмдор учўлчовли тасвири реконструкция бўлади. Одатда, бундай кузатишлар учун, флуорохромлар билан бўялган объектлар ишлатилади. Конфокалли микроскоп хужайрани шакли, цитоскелети, ядро ва хромосомани структуралари ҳамда хужайра ичидаги органеллаларни жойланиш характери ҳақида ахборот тўплаш имконини беради.

Биологияда ишлатиладиган флуорохромларни кўпчилиги, қуйидаги бирикмаларга кирадилар. Уларни камчиликлари қуйидагилардан иборат: 1- паст даражада фотостабиллик; 2- бирнеча объектларни бирвақтда кўриш учун ҳар хил бўёқлардан фойдаланиш зарурияти; 3- бу бўёқларни флуоресценциясини кучайтириш учун тегишли бўлган ёруғлик манбаларини танлаш зарурияти.

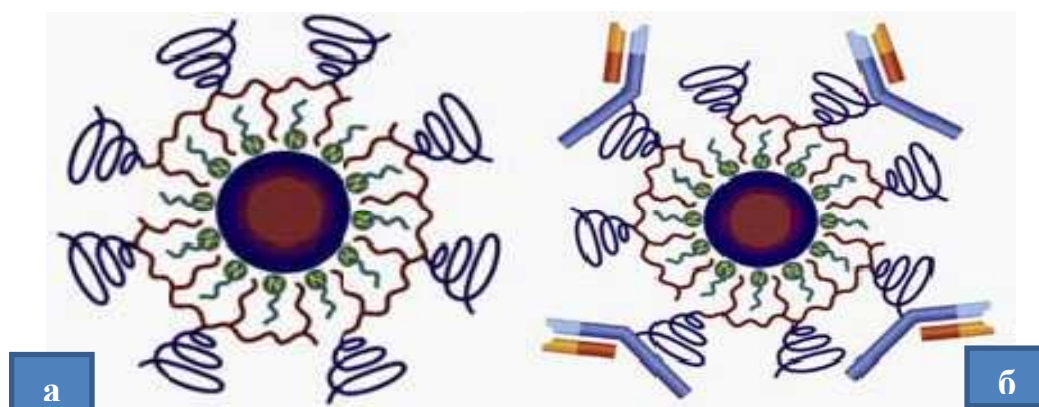
**Органик флуорохромларни бу камчиликларини қандай қилиб йўқотиш мумкин?** Бу муаммони, квант нуқталари ёки ноорганик флуорохромлар ишлатиш орқали ечилди.



*1.8-расм. Конфокалли микроскопия: а-буйракни эпителиал хужайралари, × 1000 (митохондрия тўқ сариқ рангда), б- одамни иши хужайралариHela×1000 (митохондриялар яшил ранга бўялган).*

Квант нуқталар – яримўтказгич нанокристаллар ҳисобланадилар. Биологик тадқиқотларда **CdSe**ни**ZnS** билан қопланган**ZnS** квант нуқталарни оксидланишига чидамлилигини оширади ва флуоресценцияни интенсивлигини бирнеча мартага оширади.

Нанокристалларни размерини ўзгартириб, оптик спектрни хоҳлаган жойига ўрнаштирилган, флуоресценцияга эга бўлган флуорохромни олиш мумкин. Аммо,**CdSe/ZnS** ни нанокристалларини биологик системада ишлатиш, уларни жуда паст бўлган гидрофиллиги учун, ишлатилиши чегараланган. Квант нуқталарини солюбилизация қилиш (сувли муҳитга ўтқазиш) методларидан бири, уларни сиртида полимер қават ҳосил қилиш ҳисобланади. Кейин бундай полимерга антителалар боғлаш мумкин бўлади. Бу эса, ўз навбатида нанокристаллни биологик мишенга специфик ва юқори даражада танлаб боғлаш имконини беради.

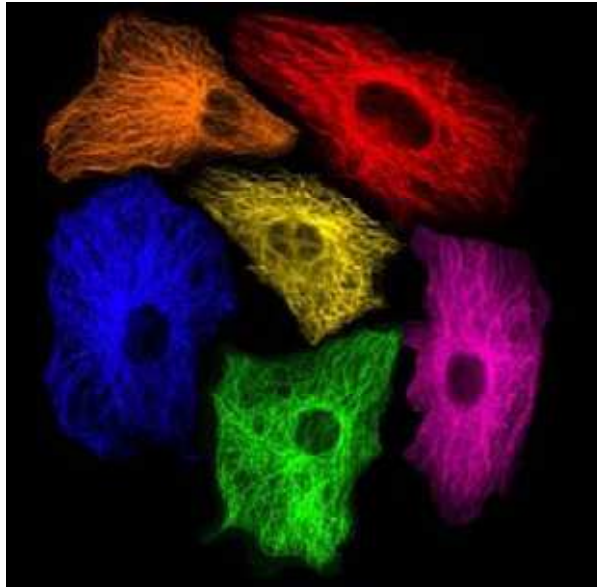


1.9-расм. Квант нуқтани тузилиш чизмаси. а) полимер билан қопланган; б) антителолар билан қопланган. 1- ядро (CdSe), 2-ZnS қават (оболочка), 3 – полимер, 4 – антитела (антитана).

Ҳар хил размерга эга бўлган квант нуқталар, кенг диапазонли оптик спектрли (ультрабинафшадан – яқин инфрақизил областгача) нурларни юта оладилар. Бу эса, бир манба ёрдамида, нанокристалларни ҳар хил рангга кириб товланишини таъминлайди.

**Нанокристаллар** органик флуорохромларга қараганда, юқорироқ фотостабилликка ва қисқа спектрли флуоресценцияга эгалар. Нанокристалларни юқори даражада фотостабиллиги (бу хусусият, органик флуорохромларга нисбатан бирнеча даража баланд), уларни конфокалли микроскопияда ишлатиш имконини беради. Бунда, узоқ вақт давомида (соатлаб, хатто бирнеча кунлаб), реал вақт режимда, ҳужайра ичида ўтадиган жараёнларни кузатиш имконини беради.





*1.1.-расм. Фибробластларда, квант нуқталар ёрдамида  $\alpha$  - тубулин оқсиллини топилиши. Конфокал микроскопия.*

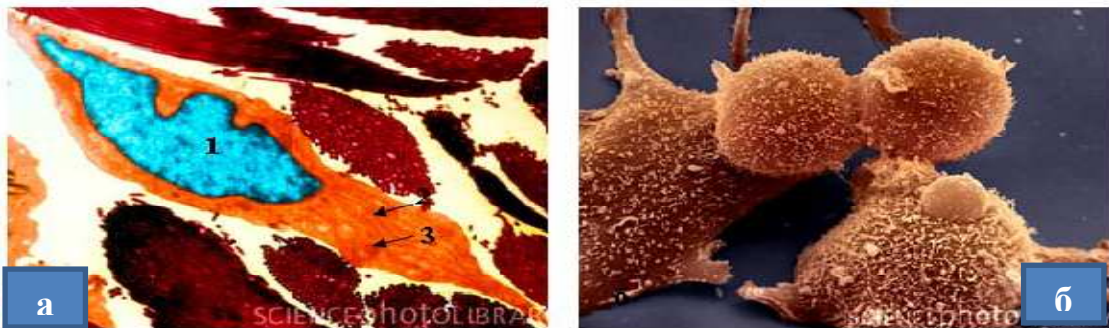
**Электрон микроскопия.** Электрон микроскопияда, жуда тўлқин узунлигига эга бўлган электронлар оқимидан фойдаланилади. 50 кВли кучланишда, электромагнит тебранишларни тўлқин узунлиги 0,0056 нм ни ташкил қилади. Бу шароитларда, назарий ҳисоблаб чиқилган, максимал оралик – 0,002 нм га тенг бўлиши мумкин. Бу, ёруғлик микроскопига нисбатан 100000 мартаба кичик. Демак, электрон микроскопни кўриш имконияти, ёруғлик микроскопига қараганда, 100000 марта каттароқ. Замонавий электрон микроскоп катталиги 0,1-0,7 нм га тенг бўлган жисмни кўра олади, агар биологик объект бўлса, бу рақам 2 нм атрофида бўлади.

Ҳозирги вақтда, биологияда трансмиссион (ёритиб кўриш) ва сканирловчи электрон микроскоплардан кўпроқ фойдаланилади. Трансмиссион электрон микроскоп ёрдамида, ўрганиладиган объектни иккаламчи тасвири олинади.



1.11-расм. Биологик тадқиқотларда ишлатиладиган трансмиссион (ёритиб кўрувчи) электрон микроскопларни кўриниши.

Трансмиссион электрон микроскопияда, биологик объектларни ультранафис (юпқа) кесмаларидан (қалинлиги, 0.1 мкм га тенг бўлган) фойдаланилади ва уларни контрастлиги оғир металллар ёки уларни тузлари ёрдамида кучайтирилади .



1.12-расм. Фибробластни ёритувчи (а) ва сканирланган (б) электрон микрофотографиялар: 1 – ядро, 2 – эндоплазматик тўрнинг дондор (гранула) каналлари, 3 – лизосома  $\times 10000$ .

**Электрон микроскопия ёрдамида объектни фазовий тасвирини олиш мумкинми?** Бундай кузатишларни олиб бориш учун сканирловчи электрон микроскоп яратилган. Объекти тасвири шаклланишида, объект қайтарган электронлар қатнашадилар. Бунинг учун, объектни сиртини электрон ўтказадиган қилиш керак. Кўп ҳолатларда бу, нусха сиртига нафис металл порошокларини пуркаш орқали энг катта устуворлик томони – катта аниқликка эгаллиги ҳисобланади. Аммо уни кўриш

имконияти (биологик объектлар учун 3-5 нм га тенг), трансмиссион электрон микроскопга нисбатан анча паст.



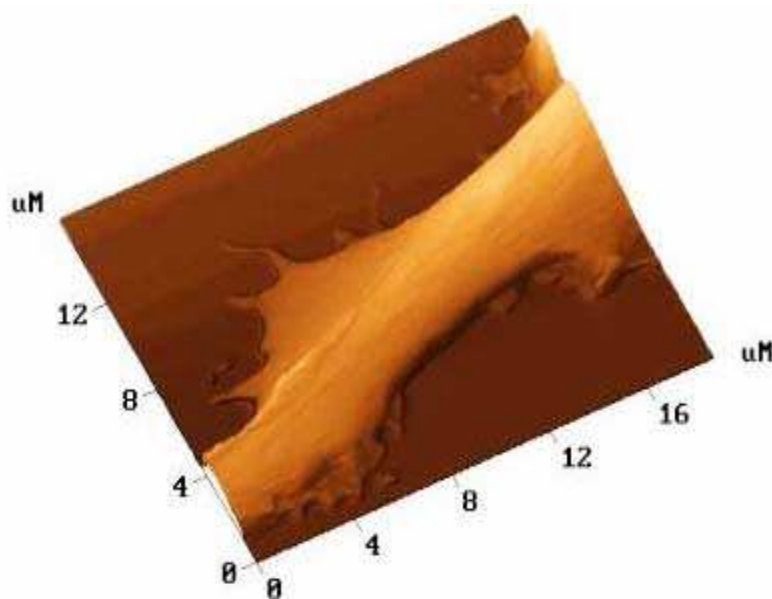
1.13-расм. Хужайра органондларини трансмиссион (а) ва сканирланган микрофотографиялари: 1 – митохондрия кристаллари. 2- митохондрия матриксидаги гранулалар; 3- Гольджи аппарати, 4- эндоплазматик тўрнинг каналлари × 20000.

Сканирловчи электрон микроскопияни камчилиги, объектга металллар кукуни билан ишлов бериш заурлиги, бу эса, хужайра қобиғидаги баъзи структураларни тасвирини аниқ чиқмаслигига олиб келади. Бундан ташқари, тадқиқот учун тайёрланган нусхаларни хужайралари ўлиб қоладилар.

**Биологик структураларни, табиий ҳолатга яқинроқ бўлган шароитда кузатишни қандай таъминлаш мумкин?** Бу муаммо, сканирловчи зондли микроскоп яратилиши билан ўз ечимини топди. Бу микроскоп ўзини кўриш имкониятлари бўйича электрон микроскопдан кам эмас.



1.14-расм. Сканирловчи –зондлимикроскоплар, ўқув – илмий лабораторияларда.

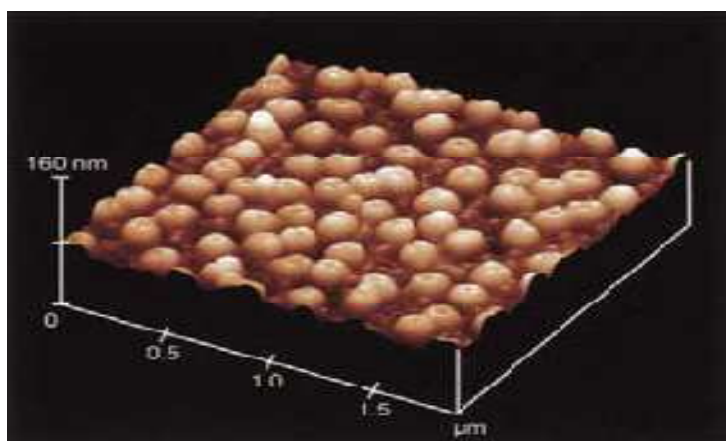


<sup>2</sup>1.15-расм. Сканирловчи –зондлимикроскоп ёрдамида олинган фибробластларни бир қисмини тасвири.

**Атом-куч микроскопия.** Замонавий биологик тадқиқотларда атомли-куч микроскопиядан кенг фойдаланиб келинмоқда. **Бу микроскопни ўзига хос томони нима?** Атом-кучли микроскопни ишлашини асосида, зондни ўрганиладиган объектни сирти билан содир бўладиган ўзаро таъсирни ҳар хил турларидан фойдаланиш ётади. Улар орасида, Ван-дер-Ваальс кучлари, электростатик, капиллярли, кимёвий ўзаро муносабатлар ва бошқалар бор. Бу метод нухани мураккаб йўллар билан тайёрлашни талаб қилмайди, хусусан электрон микроскопияда ишлатиладиган объектни контрастлигини металл ёрдамида оширишни кераги йўқ. Бу усул нухаларни нафақат ҳавода, балки суюқликда ҳам ўрганиш мумкин. Атомли-куч микроскопияни устуворлиги, уни кўриш имкониятлари: у, атомлар ва молекулалар даражасида учламчи тасвирни олиш имконини беради.

<sup>2</sup>Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009.56-74 p.





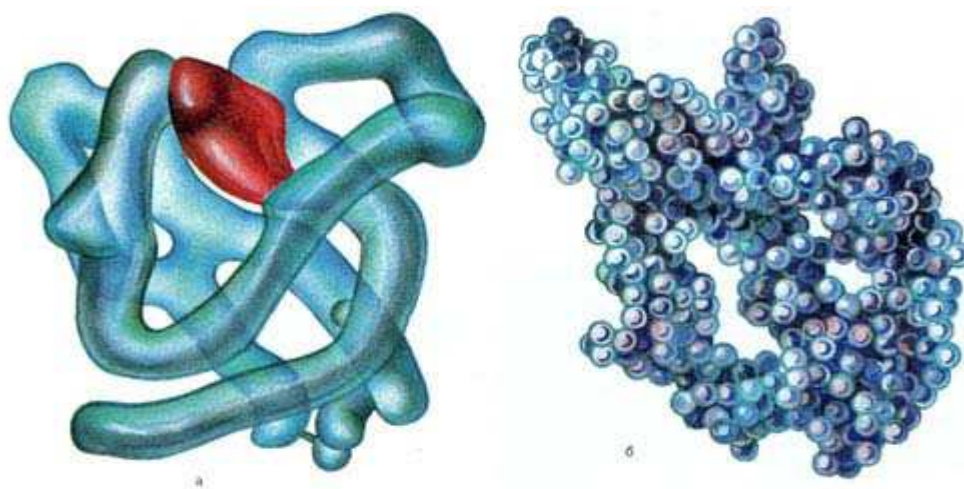
1.16-расм. Атомли-куч микроскоп ёрдамида ядро оқсилларни комплексини кўриниши.

### Нанодунёни ташкил қилувчи биомакромолекулар.

Тирик системани молекуляр даражада ташкил бўлишида асосий ролни биомакромолекулар (биополимерларни молекулалари) бажарадилар. Бу молекулаларни ўзи нима? Биомакромолекуларни ўзига хос бўлган структуралари ва хусусиятлари қандай?

**Биомакромолекула** –бу биополимерларни кўплаб қайтариладиган бирликларидан тузилган жуда катта молекуласидир.

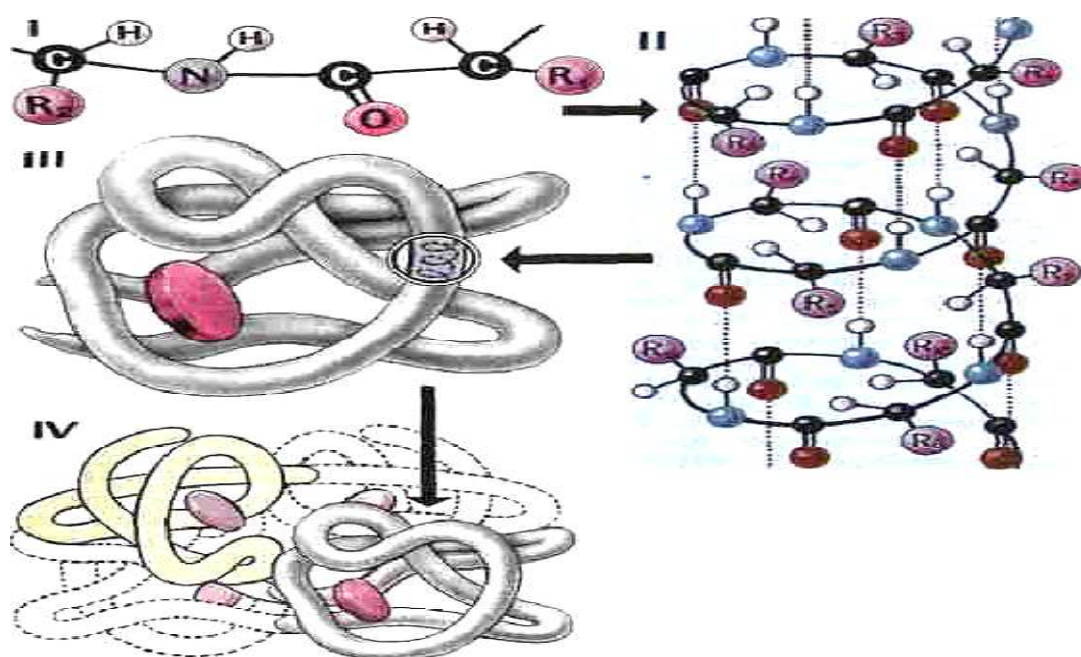
Нуклеин кислоталарининг молекулалари (ДНК ва РНК), генетик информацияни ташувчилари бўлиб, уларсиз тирик ҳужайраларни ҳаёт кўриши ва кўпайиши мумкин эмас. Оқсиллар, ҳужайрада кечадиган хилма-хил кимёвий реакцияларни катализ қилувчи ферментларни асосини ташкил қилади. ДНК, РНК ва оқсиллар, генетик информация учун жавоб берадиган ва уларни устида ҳар хил операцияларни бажарувчи: (нусхаланиш, сақлаш, ўзгариш, санаш, бажариш) биомакромолекулар системасини ташкил қиладилар.



1.17-расм. Полимер занжир (гемоглобинни полипептид занжири; ўнг томонда полипептид занжирни бир бўлаги).

Макромолекулаларни 3 типи фаолият кўрсатади: **оксиллар, нуклеин кислоталар ва полисахаридлар**. Улар учун маномерлар бўлиб, тегишли равишда аминокислоталар, нуклеотидлар ва моносахаридлар ҳисобланадилар.

**ДНК - хужайрада генетик информацияни ташувчи ва сақловчи сифатида.** Ҳаётни тўхтовсиз давом этиши ва аجدоддан авлодга ўтиши, наслий (генетик) информацияни ташувчисиз мумкин эмас. Фақат мана шу ташувчи туфайли тирик организмни тузилиши, ривожланиши ва ҳаёт фаолияти аجدодлардан, авлодларга ўтади. Генетик информацияни асосий ташувчиси ДНК ҳисобланади. Вирусларда бу ролни ДНК билан бир каторда РНК ҳам бажаради.



1.18-расм. Гемоглобин оқсиллини молекуласини шаклланиш босқичлари: I – мономер молекулаларидан аминокислоталардан полипептидлар ҳосил бўлиши; II – ўнг қайрилган полипептидли альфа-спирални ҳосил бўлиши; III - альфа-спирални глобулага жойланиши; IV – 4 та полипептидли глобуладан гемоглобин молекуласини шаклланиши.

**ДНК нима? ДНК (дезоксирибонуклеин кислота) – маномерлар – нуклеотидлардан шаклланидиган полимер (полинуклеотид).** ДНК молекуласи – молекуласи ўнг томонга қайрилган 2 комплементар полинуклеотид занжирчалардан ташкил топган макромолекулалардир. ДНК спираллини қалинлиги 1- 2 нм, узунлиги – 3,4 нм бўлади.

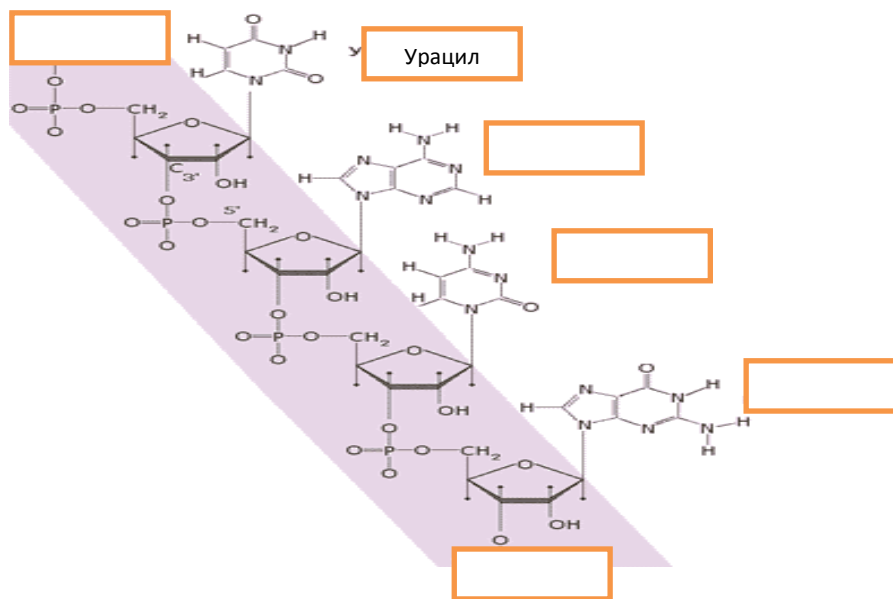
Полинуклеотидли занжирлар, комплементар азотли асослар, аденин – тимин, гуанин- цитозин орасидаги водород боғлари билан ушлаб турилади. Табиат қандай қилиб, генетик информацияни ёзиш муаммосини ҳал қилганлиги, кишида ҳаяжон уйғотади. Бутун дунё кутубхоналарида сақланадиган информациялардан ҳажман кўпроқ бўлган информацияни табиат бор-йўғи 4 та ҳарфда тўплаганлигига қойил қолмасдан бошқа иложи йўқ.

Генетик информация ДНК да алфавитни 4 та ҳарфи (А,Г,Т,Ц) билан ёзилган ва 4 типдаги азотли асослар (аденин, гуанин, тимин,цитозин) сақлаган нуклеотидларни кетма-кетлиги орқали акс эттирилган. Бир хил оқсил (РНК) молекуласини кодловчи, ДНК ни бир бўлагини ген деб аталган. Генетик информация, полипептид молекулаларидаги аминокислоталар кетма-кетлигини белгилайди ва шу орқали оқсил молекуласини бирламчи структурасини белгилаб беради. ДНК ҳужайрани ядросида (ядро ДНК си ёки хромосома ДНК си) ва цитоплазмада (ядродан ташқаридаги ДНК) жойлашади.

Цитоплазма органоидларини ДНК си (хлоропластлар, митохондрийлар) ядродан ташқарисидаги ёки цитоплазматик ДНК деб номланади. У, кўпроқ аналитик линияси орқали узатилувчи ирсий информацияни ташийти.

РНК структурасининг ўзига хослиги ва унинг сайёрамизни энг қадимги наносаноатидаги роли.Тирик организмлар нуклеин кислоталар ДНК билан бир қаторда РНК (рибонуклеин кислота) ҳам сақлайдилар.

РНК билан ДНК орасидаги фарқ нимада?Энг аввало, икки жанжирли ДНК дан фарқли улароқ, РНК бир занжирдан иборат бўлган макромолекула



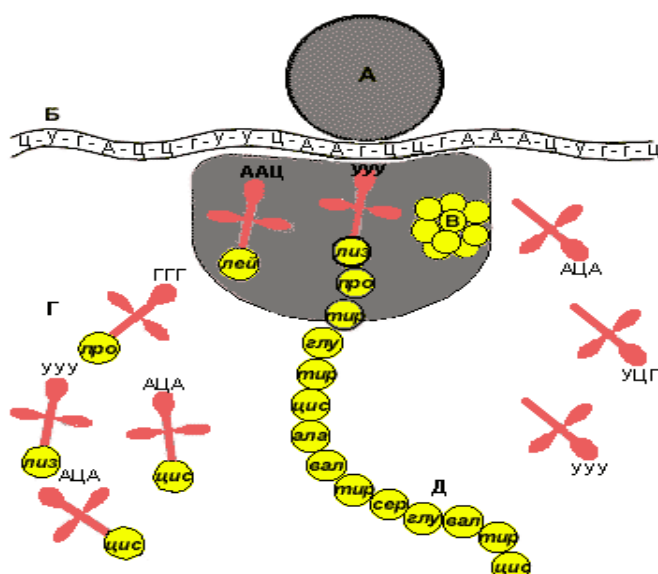
1.19-расм. РНК нинг кимёвий структураси

РНК, ДНК ни молекуласида синтез бўлади ва ДНК занжирларидан бирини участкасини комплементар нусҳаси ҳисобланади. РНК ни кимёвий таркибини ўзига хослиги шундан иборатки, РНК ДНК молекуласидаги тимин ўрнига урацил деб номланган азотли асос сақлайди. Бу иккала макромолекуларни яна бир фарқи, ДНК да нуклеотид таркибида дезоксирибоза бўлса, РНК да рибоза жойлашади. Молекулаларни катталиги, ҳужайрада жойланиши ва функциялари бўйича фарқланадиган РНК ни ҳар хил типлари маълум. Пастмолекуляр оғирликка зга бўлган –

транспорт РНК (тРНК), хужайрадаги умумий РНК сини 10 % ини ташкил қилади.

Генетик информацияни реализацияси даврида, ҳар бир тРНК маълум аминокислотани ўзига боғлаб олади ва рибосомага яъни оксил синтез бўладиган жойга ташиб боради.

Рибосомали РНК (рРНК) хужайра РНК ларини 85 % ни ташкил қилади. рРНК, рибосомалар таркибига кириб, структурали функцияни бажаради. Бундан ташқари, рРНК рибосомани фаол марказини шаклланишида қатнашади. Рибосомани фаол марказида, оксил биосинтези жараёнида аминокислоталар молекулалари орасида пептид боғлари ҳосил бўлади. Информацион ёки матрицали РНК (мРНК, мРНК), хужайрада синтез бўладиган барча турдаги оксилларни синтезини дастурлайди.



1.20-расм. Рибосомада (А), полипептид биосинтези жараёнида (Д) иштирок этадиган матрицалик РНК (Б) ва транспорт РНК (Г) лар

Рибосомалар ер юзида, бундан 3 млрд йиллар олдин пайдо бўлган, энг қадимги нанофабрика деб тан олинган. Одам организми ўзида мана шунга ўхшаган нанофабрикаларни бирнеча юз триллионларини сақлайди. Рибосомаларда, хужайра ядросидаги иРНК олиб келаётган лойиҳаларни нусхалари асосида, организм учун зарур бўлган оксилларни барчаси синтез бўлади.

### Рибонуклеин кислоталарни хилма-хиллиги ва функциялари.

Рибонуклеин кислоталар номлари	Хужайрадаги миқдори, %	Функциялари
Транспорт РНК (т РНК)	10	Маълум аминокислотани ўзига боғлаб олиб, рибосомага етказиб беради.
Рибосомали РНК (рРНК)	85	Рибосома таркибига кириди,



Информацион ёки матрицали (и РНК, м РНК)	5	структура функцияни ҳамда рибосомани фаол марказини шаклланишида иштирок этади.  Хужайрадаги барча кўринишдаги оксилларни синтезини дастурлайди.
--	---	--

**Оксил моддаларни тузилиши ва функциялари.** Ҳаёт – “оксил моддаларни фаолият кўрсатиш усули”. **Нима сабабдан оксиллар хужайрада ва бутун организмда энг кўп тарқалган молекулалардан бири бўлди?** Бу саволга жавобни, улар бажарадиган функцияларни кўпқирралигидан ахтариш керак. Оксиллар бажарадиган функцияларни асосийлари сифатида куйидагиларни келтириш мумкин: пластиклик (курувчилик), каталитик (ферментатив), транспортлик (ташувчилик), гормонал, ҳимоя қилувчилик, ҳаракатга келтирувчилик, устун ва шакл берувчилик, энергетик, рецепторлик (сезгирлик), захиралик, антибиотиклик, токсинлик.

Мана шундай, функцияларни кўпқирралиги, оксилларни структураси ва хусусиятлари билан боғлиқ. Улар нималардан иборат? Оксил молекулаларини кимёвий структуралари қандай? Оксил молекулалари фазода қандай тузилган?

**Оксил молекулари – полимерлар.** Уларни мономерлари – аминокислоталар. Табиатда 100 га яқин аминокислоталар бор. Шулардан фақат 20 таси тирик организмларни оксиллари таркибига киради. Аминокислоталар энг камида битта амина (-NH<sub>2</sub>) ва битта (-COOH) гурпуага эгалар. Оксил молекуласини шакллантираётганда, аминокислоталар бирин кетин, бир-бирлари билан пептид боғлари билан боғланадилар. Пептид (ковалент, азот–углерод) боғи – бир аминокислотани аминогуруҳи билан, иккинчи аминокислотани карбоксил гуруҳи орасидаги ўзаро таъсир натижаси сифатида ҳосил бўлади. Аминокислоталар бир-бирлари билан пептид боғлари орқали боғланиб, ҳар хил узунликга эга бўлган пептидлар (дипептидлар, тетрапептид ва ҳ.к) ҳосил қиладилар. Кўплаб аминокислоталарни ўзаро боғланишидан полипептид ҳосил бўлади. Оксилларни кўпчилиги, юқори молекулали полипептидлар ҳисобланадилар. Уларни таркибида юздан бир неча мингга яқин аминокислоталар бўлиши аниқланган.

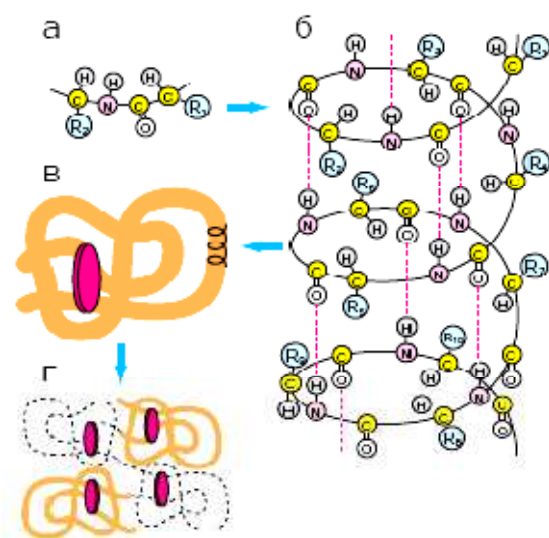
**Полипептид занжири** таркибидаги аминокислоталарни кетма-кетлиги, оксилни бирламчи структурасини ташкил қилади. Оксил молекуласини шакли, хусусиятлари ва функциялари, уларни бирламчи структураларига боғлиқ. Аммо, бирламчи структура билан оксил молекуласини шаклланиши тугамайди.

**Оксилларни структурасини шаклланиши қандай қилиб ниҳоясига этади?**

**Иккаламчи структура** – полипептид занжирини ўнг томонга қараб буралган  $\alpha$ -спиралдан шаклланади. Бу структура ҳар хил аминокислоталарни – CO – NH – группалари орасида шаклланган водород боғлари натижасида келиб чиқади.

Кўп оксилларда полипептид занжирлар қийшайиб, ўзига хос равишда ўралади ва нотўғри думалоқ структурага – глобулага айланади. Мана шундай тартибда оксилни учламчи структураси шаклланади. Глобулани мустақамлиги аминокислоталарни радикаллари орасида шаклланадиган ҳар хил боғлар (дисульфид, ион, водород ва гидрофоб) билан таъминланади.

Олигомер (мультимер) оксиллар **тўртламчи структурага** эга бўладилар.



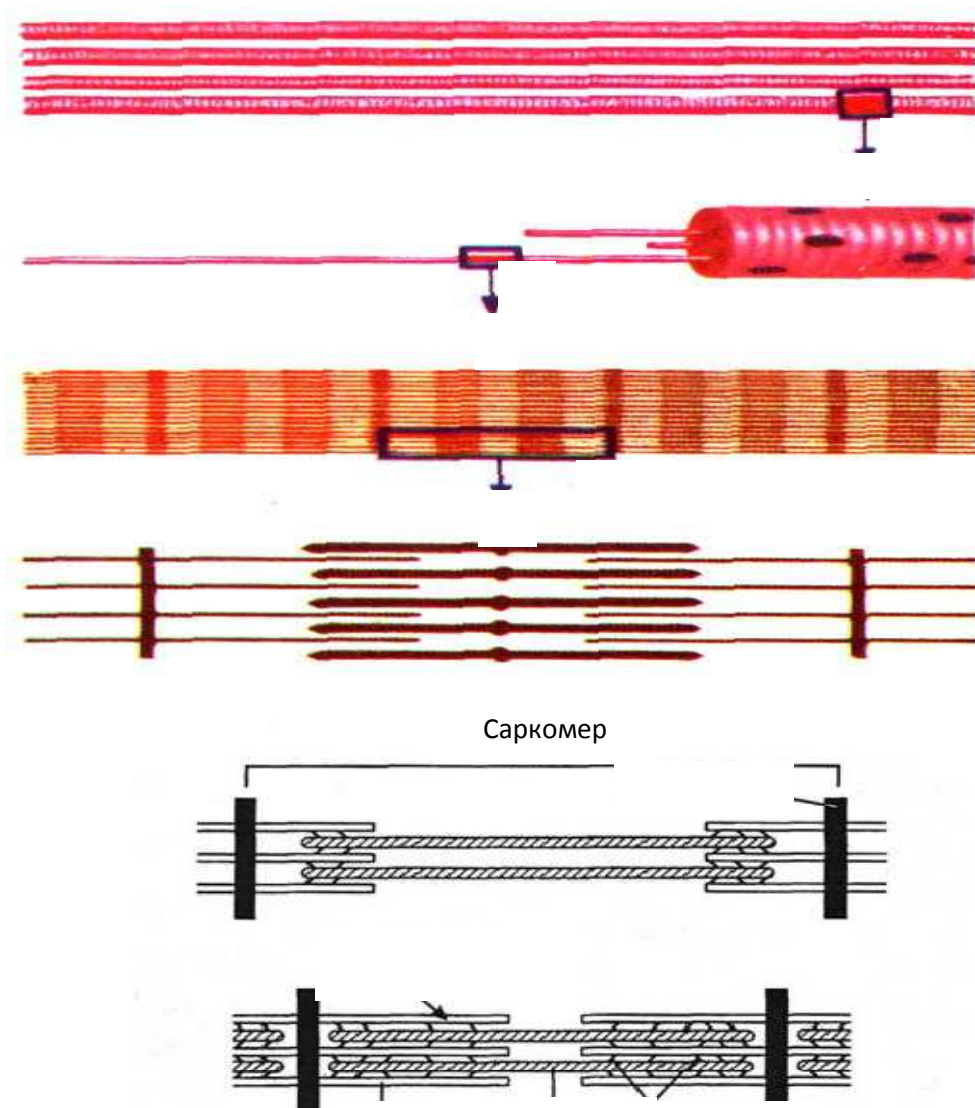
1.21-расм. Гемоглобин молекуласини бирламчи (а), иккаламчи (б), учламчи (в) ва тўртламчи (г) структураларини бирин-кетин шаклланиши

Бундай оксиллар бир неча полипептид боғларидан иборат бўладилар. Полипептидлар ўзаро гидрофоб ўзаро муносабатлар, ҳамда водород ва ион боғлари орқали боғланадилар.

### 1.5. Тирик ҳужайраларда оксилли “наномоторлар”.

Ҳозир яшаб турган организмларда табиат 3,5 млрд. йил аввал конструкция қилган наномоторлар ишлаб турганига ишониш қийин. Оксилли “моторлар” ҳужайрада содир бўладиган табиий наножаараёнларда иштирок этадилар. Масалан, ҳужайрадаги энергияни универсал манбаи бўлган АТФ ни синтези оксилли наноструктура – АТФ – синтаза ферменти иштирокида ўтади. Бу фермент – биргаликда ишловчи иккита роторли наномоторлардан тузилган механик усқурмадир. Моторлардан чиқадиган механик энергия, АТФ молекуласини синтезида ишлатилади.

Роторли моторлардан ташқари, тирик организмларни хужайраларида юздан кўпроқ наномоторлар, учрайдилар. Бу наномоторлар тўғри чизикли ҳаракатни таъминлаб турадилар. Улар, хужайраларни ҳар хил қисмларида жойлашган бўлиб, бир-бирларидан функциялари билан фарқ қиладилар. Баъзи наномоторлар бирнеча юзлаб қадамлардан иборат бўлган мураккаб таъсирларни амалга оширадилар, баъзилари эса, фақат биргина таъсирини бажаришга мўлжалланган. Оксилли моторлар бир-бирларидан нафақат таъсири билан, балки оғирлиги билан ҳам фарқ қиладилар. Ҳозирги вақтда, оксилларни уч катта сигментига: миозин, динеин, кинезин га кирувчи тўғри чизикли ҳаракатланувчи моторлар жадаллик билан ўрганилмоқда. Миозин оқили 1864 йилда, очилган бўлсада, фақат XX асрнинг иккинчи ярмига келиб, уни механик энергияни ишлатиши аниқланган. **Миозин молекуласи**, оддий механик кўл бўлиб у, бир хил ҳаракатланишни амалга ошириб, кейин ҳаракат жараёнидан чиқиб кетади.



1.22-расм. Мушакларни қисқартириш схемаси, унда миозин оқили асосидаги, тўғри чизикли ҳаракатланувчи оқсилли мотор иштираётган этади: 1 – мушак толалари; 2 –

*мушак толасининг махсус органоидини фрагменти – миофибриллар; 3 – миозин молекуласи*

Расмни пастки (оқ - қора) қисмида миозинни молекуласини актин молекулаларига нисбатан  $1/2$  доира тўғри чизикли ҳаракати шундай акс эттирилганки, молекулаларни бир-бирларини вақтинчалик боғлар кўприкчалар ҳосил қилиб “қоплаши кўпаяди”.

**Кинезин оксилни икки қўлли наноробот сифатида қараш мумкин. Бу қўллар ёрдамида, у йўлбоши бўйича ҳаракатланади. Йўлбоши – оксил кетма-кетлиги ҳисобланади. Бу кетма-кетлик, охирида полярланган. Кинезин бўйлаб манфий полюсдан мусбат полюсга қараб ҳаракатланади. Кинезинли нанороботлар ҳар хил типдаги хужайраларда катта миқдорда учрайдилар.**

Бактерияларда, масалан ичак таёқчасида механик оксилли наноқурилмаларни яна бир қизиқ мисоли учрайди.



*1.23-расм. Ичак таёқчаси. E. Coli ҳаракатга келтирувчи усқурма – хивчинлар – роторли наномоторлар ҳисобланадилар*

Бу механик роботлар гуруҳи бўлиб, улар ўзларини, “қўл – оёқларини” ҳаракатланиши ёрдамида хужайрани сузиб юришини таъминлайди. Бундай роботларни размерларининг диаметри тахминан 45 нм. Уларни фаолияти ҳаётий муҳим функцияни таъминлайди, чунки, унчалик қулай бўлмаган муҳитдан яхшироқ муҳитга ҳаракатланиш ичак таёқчасига ўхшаган организмларни тирик қолишини таъминлаб беради. Олимларни аниқлашларига кўра, механик роботларда ҳаракатга келтирувчи асосий усқурма роторли наномоторлар ҳисобланар экан. Бунда, роботларни таркибига бошқа қизиқ механизмлар, масалан, бўлакчаларни ҳисобга олувчилар, ўлчовли усқуналар ва ҳ.к. Бу роботларни структурасини ўрганиш учун кўп ишлар қилиш керак, энг аввало бундай

нанороботларни шакллантирадиган 20 хил оқсиллар қандай ўзаро муносабатларга киришини аниқлаш зарур.<sup>3</sup>

### **Назорат саволлар:**

1. Нанобиотехнология нима?
2. Нанобиотехнологиянинг нанотехнологияга нисбатан ўзига хослиги нимада?
3. Наноструктуралар нима билан характерланади?
4. Наномасштабни (нанодунё элементларини) ноёблиги нимада?
5. Наножараёнлар ва наноходисалар нима?
6. Биомакромолекулалар нима?
7. Сизга таниш бўлган биомакромолекулаларни мономерларини характерлаб беринг.
8. Ҳужайрада генетик ахборотларни сақлаш ва ундан фойдаланиш учун жавобгар макромолекулалар нималар?
9. ДНК молекуласининг тузилишини тушунтириб беринг.
10. Геном нима?
11. “Кичикдан каттага” ва “каттадан кичикка” принципларини мисоллар билан тушунтириб беринг.
12. Молекуляр “таниш” ва “ўз-ўзидан йиғилиш” нима?

### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London.: «Imperial College Press», 2007.181 p.
2. Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.:«Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009.363 p.
3. К.Давранов., Б.Алиқулов. Нанобиотехнология. Тошкент, 2015. 312 б.

---

<sup>3</sup>Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London.: «Imperial College Press», 2007.51 p].

## 2-мавзу: ДНК МОЛЕКУЛАСИНИНГ СТРУКТУРАСИ ВА ХОССАЛАРИ АСОСИДА НАНОБИОТЕХНОЛОГИЯЛАР.

### **РЕЖА:**

- 2.1. *Нанобиотехнологияда ишлатиладиган ДНК нинг хоссалари. ДНК нинг ўз-ўзидан иккиланиши (ауторепликация).*
- 2.2. *Нуклеин кислоталарини гибридизацияси ва амплификациясининг амалий аҳамияти.*
- 2.3. *ДНК ва оқсиллар асосида яратилган конструкциялар.*
- 2.4. *Биочиплар ва уларни ДНК структурасини ўрганишида ишлатилиши.*

**Таянч иборалар:** ампликон, амплификация, ауторепликация (репликация) днк, биочип, гибридизация, денатурация ДНК (днк денатурацияси), имплантант, полимераза реакция (занжирли полимераза реакцияси)

### **2.1. Нанобиотехнологияда ишлатиладиган ДНК ни хоссалари. ДНК ни ўз-ўзидан иккиланиши (ауторепликация).**

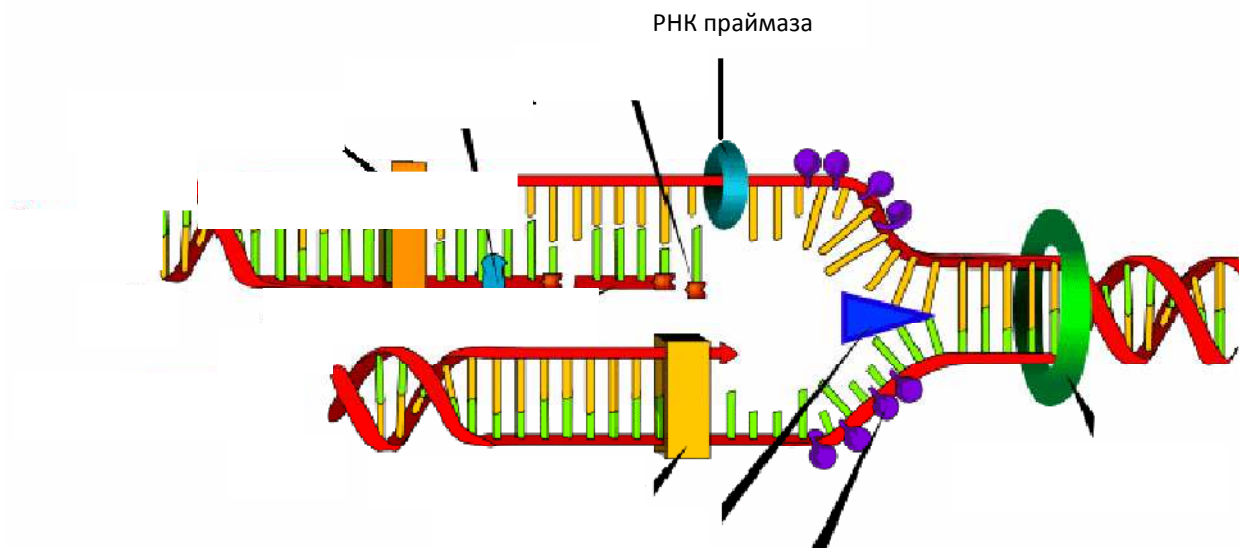
Тирик организмларни икки асосий хусусияти: – ирсият ва ўзгарувчанлик, ДНК ни нодир хоссаларига асосланади. Хўш, ДНК ни бу хоссалари нималар?

Биринчидан, **ДНК молекуласи ўз-ўзидан тикланиш хусусиятига эга.** Ўз-ўзидан иккиланиш йўли билан ўзини-ўзи тиклай оладиган ягона биологик макромолекула – бу ДНК молекуласидир. Мана шу хусусияти туфайли ДНК – ҳаётни барча хужайрали шаклларида ирсий ахборотларни ташишдек ўта масъулиятли вазифани бажаради. Иккинчидан, **ҳар хил турларни ДНК молекулалари, гибридация учраш имкониятига эга** – ҳар хил турларининг ДНК занжирини бўлакчалари ягона иккизанжирли ДНК молекуласига йиғилиши мумкин.

ДНК ни бу хусусиятлари, нанотехнология муаммолари билан шуғулланадиган тадқиқотчи ва муҳандисларни эътиборини ўзига тортмасдан қолмади. Албатта, ДНК ни нафақат тирик хужайраларда, балки ундан ташқарида, яъни лаборатория шароитида (in vitro) ҳам намоён бўлаётган бундай хусусиятлари билан барчани хайратга солмасдан кўймайди. Бундай хусусиятни асосида, жуда қаттиқ кетма-кетликда содир бўладиган жараёнлар ва ҳодисалар ётади. Бу жараён ва ҳодисаларни моҳиятини тушунмасдан туриб, уларни моделлаш ҳамда in vitro ва ишлаб-чиқариш шароитида қайтариш мумкин эмас.



Тирикликнинг ўз-ўзидан қайта тиклаш муаммосини табиат қандай қилиб ечди? Қандай қилиб, ДНК молекуласи, ўзини-ўзи қайта тиклаши мумкин, бошқача қилиб айтганда, қандай қилиб она молекула, қиз молекулани пайдо қилиши мумкин? Мана шу ўз-ўзидан қайта тикланишни асосида, **ДНК ни ўз-ўзидан иккиланиши (ауторепликация) ётади.** У қуйидагича амалга ошади.



2.1-расм. ДНК ни ўз-ўзидан иккиланиши (ауторепликация)

Махсус ферментлар (топоизомераза ва хеликаза) ДНК ни дастлабки (она) молекуласини тарқатадилар ва икки полипептид занжирга ажратадилар. **Она ДНК ни ҳар бир занжири, ДНК-полимераза ферменти ёрдамида, ДНК ни янги ёки занжирини еғиш учун матрица бўлиб хизмат қилади.**

ДНК-полимеразани ўзига хос хусусияти шуки, у қиз ДНК ни синтезини нулдан бошлай олмайди. ДНК-полимераза, полинуклеотид занжирини 3<sup>1</sup>-учи бўш бўлганда, уларга нуклеотидлар қўша (улай) олади. Шунинг учун аввал бошқа фермент-РНК-праймаза, РНК-затравка куради ва ундан кейингина, ДНК-полимераза қиз занжирини узайтиради (ўстиради). Бунда, битта қиз занжир, (етақчи) тўхтосиз синтез бўлиб туради. Бошқа қиз занжир (қулок), майда фрагментлардан (оказаки фрагментларидан) еғилади. Шундан кейин, **ДНК ни битта қиз ва битта она занжири уланиб, ДНК ни қиз молекуласини ҳосил қилади.**

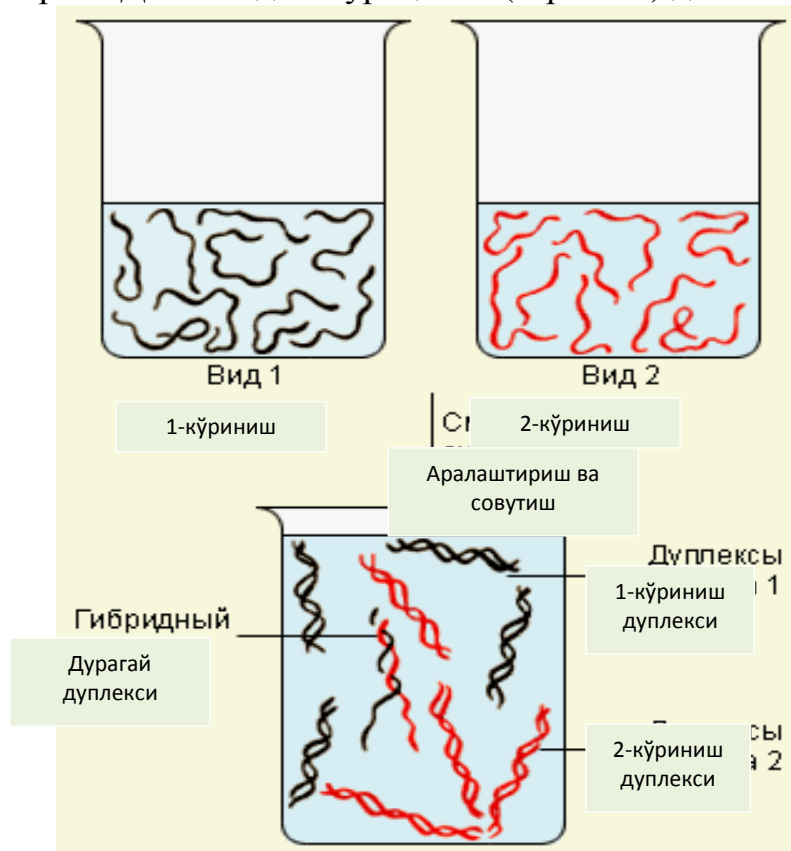
Ниҳоят, тузилиши она ДНК дан фарқ қилмайдиган икки қиз икки занжирли молекулалар пайдо бўлади. Уларни ҳар бири, дастлабки, она ДНК дан молекуласини бир занжиридан ва битта янги синтез бўлган қиз занжиридан ташкил топган бўлади. Бир авлоддан, кейинги авлодга она ДНК молекуласидан фақат биргина занжир ўтадиган, ДНК репликациясини механизми, ярим консерватив механизм деб ном олган.

## 2.2. Нуклеин кислоталарини гибридизацияси ва амплификациясининг амалий аҳамияти.

ДНК молекуласининг иккинчи уникал хусусияти – гибридизацияланиш қобилияти – унинг структурасини ўзига хослигига асосланган). **Ҳар хил турлар (организмлар) ДНК молекуласини алоҳида занжирлари қўшилиб, ягона иккизанжирли ДНК молекуласини ҳосил қилишига гибридизация деб аталади.**

Агар ҳар икки занжирдаги нуклетидларни ҳаммаси бир-бирига тўлиқ комплементар бўлса, қўшилиш енгил ва тез ўтади. Агар, комплементарлик тўлиқ бўлмаса, занжирларни бир-бирига қўшилиши ва икки занжирли (дуплекс) молекула ҳосил қилиш секинлашади. Мана шу қўшилишни тезлигини баҳолаш асосида, дастлабки занжирларни комплементарлик даражаси ҳақида хулоса қилинади.

Барча тирик организмларда фақат иккизанжирли ДНК фаолият кўрсатганлиги сабабли, **“қаерда ва қандай шароитда ДНК ни битта занжири ҳосил бўлиши бўлиши мумкин?”** – деган савол пайдо бўлади. **in vitro** (пробиркада) шароитидаги экспериментларда ДНК ни алоҳида занжирлари олинган. ДНК молекуласини буфер эритмасида эритиб 100 °С да қиздирилганда, комплементар асослар орасидаги водород боғлари узилади ва ДНК молекуласи икки алоҳида полинуклеотид занжирга ажралади. Бу жараён ДНК ни денатурацияси (“эриши”) деб ном олган.

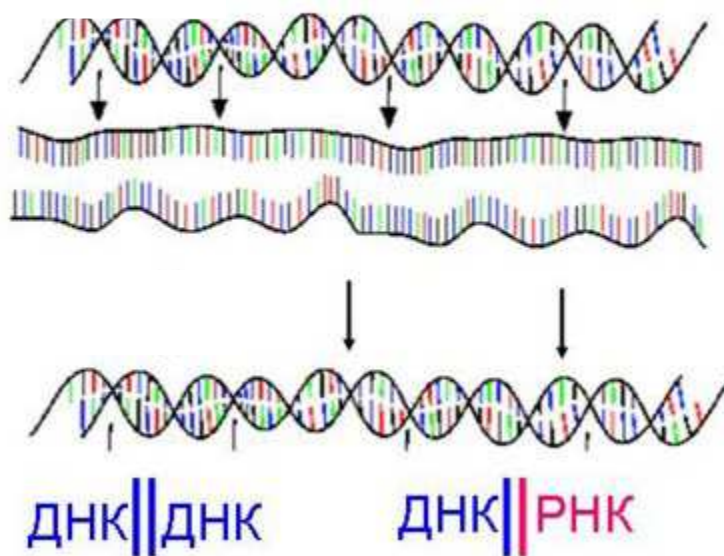


2.2-расм. ДНК молекуласини гибридизацияси бўйича ўтказилган тажриба схемаси



Икки ҳар хил типга мансуб бўлган ДНК занжирларини арлаштиргандан кейин, эритмани совутиб, 65 °С да ушлаб турилса, занжирлар бошқадан бир-бирлари билан қўшилиб, иккизанжирли ДНК ҳосил қиладилар. Иккиламчи спирални қайтарилиши (гибридизацияси, ёки бу жараённи “отжиг” деб аталган) содир бўлади. Бунда, ҳам гибрид молекулалар (дублекслар), ҳам ҳар бир дастлабки турга специфик бўлган молекулалар ҳосил бўладилар. **Бир занжирли ДНК ни отжигининг тезлигини анализ қилиш орқали, дастлабки ДНК молекулаларини орасидаги фарқни ва ўхшашликни баҳолаш мумкин.**

Мана шу метод асосида “ДНК-ДНК” типдаги дуплексларни ва “ДНК-ДНК” типдаги бирикмаларни шакллантириш мумкин. ДНК/РНК гибридизацияси натижаларини анализ қилиш, У. Гилбертга, генни мозаик тузилишини кўришга ёрдам берди, бу эса, XX-асрда молекуляр биологияда қилинган йирик янгилик сифатида тан олинди.



2.3-расм. ДНК гибридизациясининг схемаси

**ДНК ни бу икки уникал хусусиятлари: ўз-ўзидан иккиланиш ва гибридизациядан амалиётдан қандай фойдаланиш мумкин?** Ҳозирги вақтда бу хусусиятлар куйидаги соҳаларда ишлатилмоқа:

- ДНК да маълум нуклеотид кетма-кетликка эга бўлган нуклеотидлар (генлар) сонини топиш учун;
- Ҳужайрада битта генни (ягона генни) борлигини юқори аниқликда кўрсатиб бериш учун;
- Ҳужайрада матрица РНК сини алоҳида турларини аниқлаш учун;
- Муртак ривожланиши давомида генларни сайлов фаоллигини ўрганиш учун;

–ДНК да саналадиган (транскрипция бўладиган) ва саналмайдиган (транскрибция бўлмайдиган) нуклеотидларни кетма-кетлигини аниқлаш учун;

ДНК ни репликацияланиш ва гибридизацияланиш имкониятлари асосида, олимлар ДНК ни амплификация (кўп маротаба нусхаланиш) методини ишлаб чиқишга эришдилар ва бу метод амалиётда кенг ишлатилиб келинмоқда.

ДНК ни структурасини аниқлаш (нуклеотид кетма-кетлигини), биология, тиббиёт, қишлоқ хўжалиги, археология, палеонтология, криминалистикада кундан-кунга кенг ишлатилиб келинмоқда. ДНК структурасини аниқлаш махсус лаборатория методлари ёрдамида олиб борилади ва тадқиқот объекти сифатида, бир организмдан ажратиб олинган катта миқдордаги ДНК ни талаб қилади.

**Агар тадқиқотчи ихтиёрида атиги бир неча ёки битта ДНК молекуласи бўлса, нима қилиш керак?** 1983 йилгача ДНК ни структурасини аниқлаш муаммоси ҳал қилинмаган эди. Ўша (1983) йили, америкалик олим, К. Мюллис бу муаммони, ДНК ни уникал хусусиятлари: ўз-ўзидан иккиланиш ва гибридизациядан фойдаланиб, ҳал қилишга эришди. К. Мюллис –**Полимераза занжирли реакцияни (ПЦР–полимеразная цепная реакция) амалга оширди ва бу реакция асосида ДНК молекуласни “нусхаланиш” методи яратилди.** Бу методни илмий номи нуклеин кислоталарини амплификация (нусха сонини кўпайтириш) методи деб аталади. Бу метод билан бир неча соат давомида, молекулаларни (генлар ДНК бўлаклари) миллионлаб нусхаларини олиш имкони туғилди. Нусхалар сони кўпайгандан кейин, уларни оддий лаборатория методлари ёрдамида ўрганиш осонлашади.

Америкалик олим яратган ПЦР методларини эслаб ўтишга уриниб кўрамиз. Биринчи масала, бу методни амалга ошириш учун қандай бирламчи (дастлабки) компонентлар тайёрлаш кераклигини аниқлаш. Бундай компонентларга қуйидагилар киради:

1) ДНК – матрица – ДНК молекуласи ёки унинг қисми (бу, вирус ёки бактерияни атиги биргина ДНК молекуласи бўлиш мумкин);

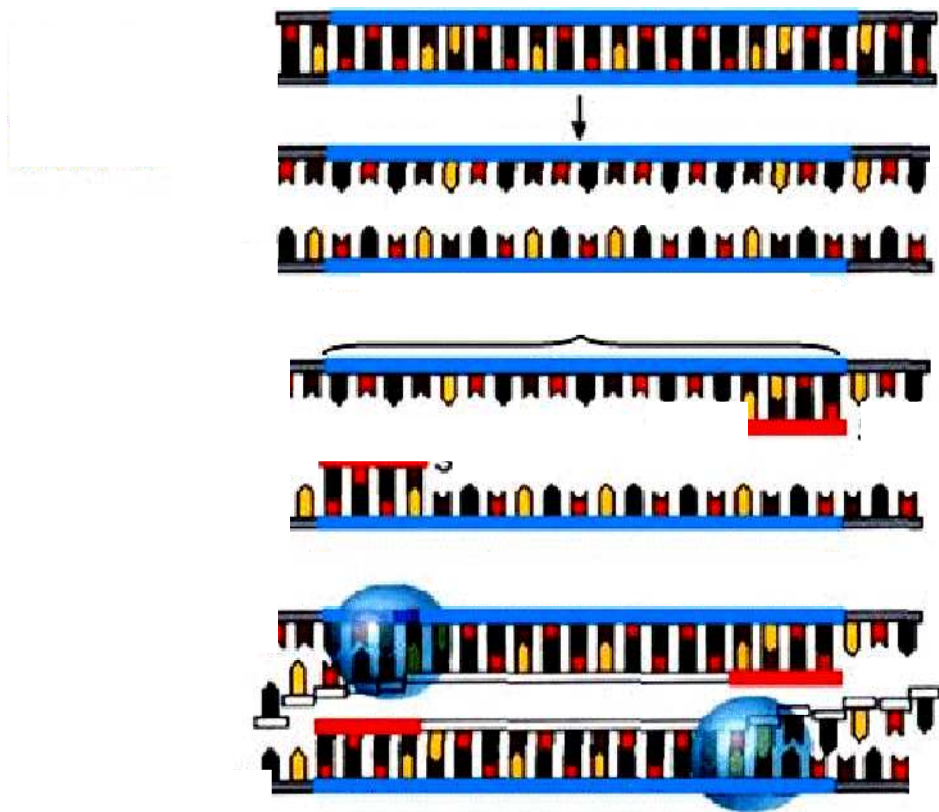
2) Праймерлар (20-30 жуфт нуклеотиддан ташкил топган, унчалик катталиқ бўлмаган фрагментлар). Бу праймерлар, ўрганиладиган генни охиридаги нуклеотидлар кетма –кетлигига комплементар бўлиш керак. Праймерлар икки мақсадга хизмат қиладилар: биринчидан, эркин 3<sup>1</sup>-учли кетма-кетлик тағдим қилиб, ДНК – полимеразани ишга тушириб юборади; иккинчидан, ферментни ДНК ни нусхаланишга танланган участкаси доирасидагина ишлашга мажбур қилади, ферментни фаолиятини икки томондан чегара мажбур қилади, ферментни фаолиятини икки томондан чегаралаб қўяди;

3) ДНК ни янги комплементар занжирини синтез қилиш учун материал ҳисобланган нуклеотидлар аралашмаси;

4) ДНК – полимераза ферменти;

5) Буфер эритмалар ( $Mg^{2+}$ , сақлаган реакция муҳит, бу муҳит ферментни фаоллигини ушлаб туриш учун керак).

Яна савол туғилади: қандай қилиб, юқорида келтириб ўтилган компонентлар аралашмасидан 4-5 соат орасидан биргина ДНК молекуласидан триллионлаб нусха олиш мумкин? Полимераза – занжирли реакция, бир-бирига ўхшаган кўплаб циклар (қайтаришлар) кўринишида ўтади. Ҳар бир цикл 3 босқичда ўтади.



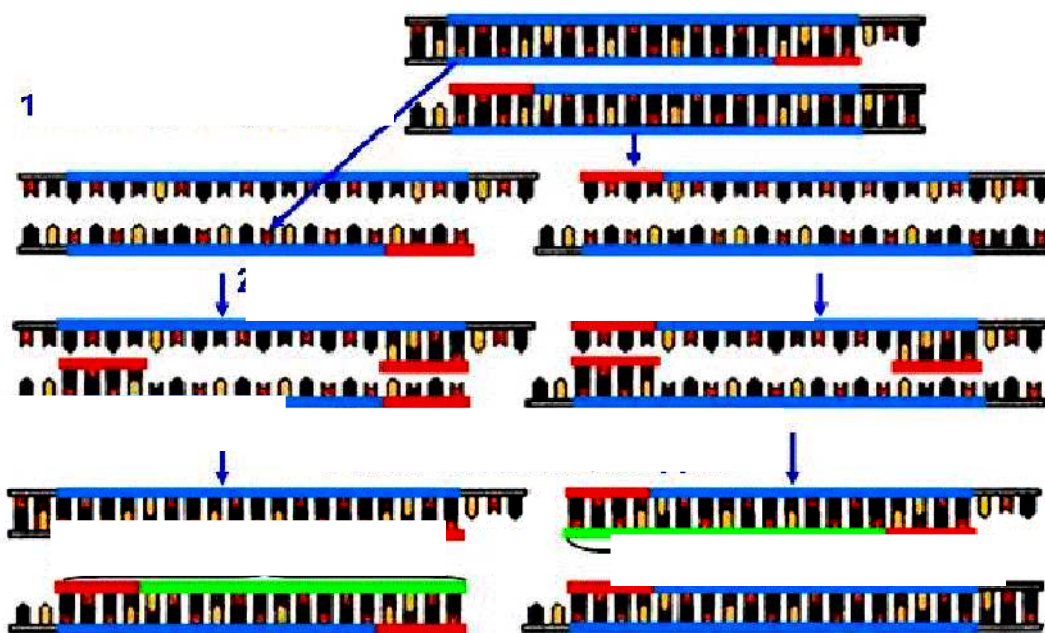
2.4-расм. ПЦР нинг биринчи циклининг схемаси

1–босқич. ДНК ни денатурацияси (қўш боғли спирални, алоҳида полинуклеотидлар занжирига ажралиши). Бу жараён  $93-95\text{ }^{\circ}\text{C}$  да 30-40 секунд давом этади. Юқори ҳарорат таъсирида азотли асослар орасидаги водород боғлари узилади ва ДНК занжирлари ажралади.

2–босқич. Праймерларни боғлаш (гибридизация). Ҳарорат пасайтирилади ва праймерлар ўрганиладиган генлар чегарасидаги ўзига комплементар бўлган ДНК участкаси билан боғланадилар. Гибридизация вақти – 20 дан 60 секундгача.

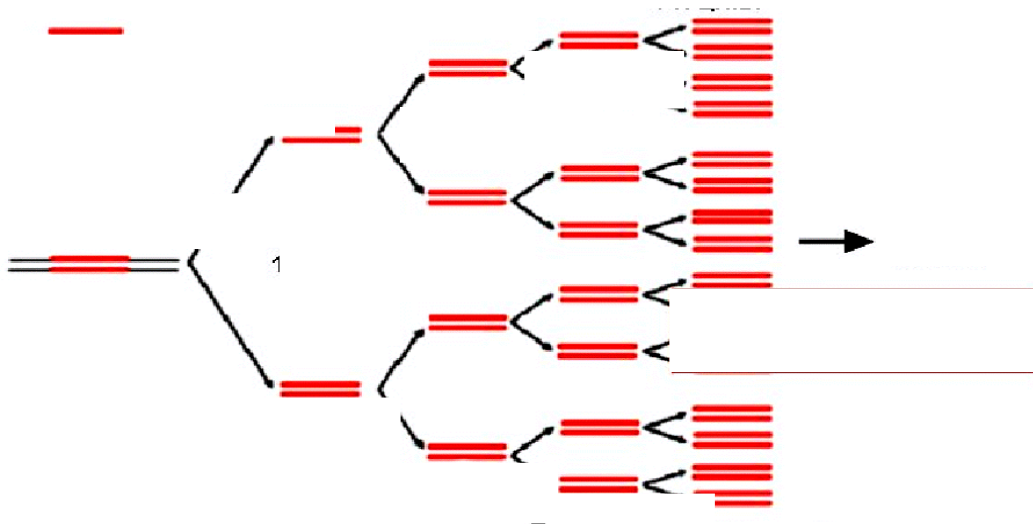
3–босқич. ДНК занжирини синтези. ДНК – полимераза ёрдамида амалга ошади. Бу фермент, затравка сифатида праймерни 3-учини ишлатади. ДНК – полимераза доимо занжирни 5' дан 3-учга қараб қуриб боради. ДНК ни янги занжирини синтези учун материал бўлиб, эритмага қўшиладиган нуклеотидлар хизмат қиладилар. Бу жараён  $70-72\text{ }^{\circ}\text{C}$  да

ўтади ва 20-40 секунд давом этади. ПЦР ни **1-цикли-охирيدا**, эритмада **2 та икки занжирли ДНК** фрагментлари бўлади. Улардан ҳар бири, **1 та даслабки занжир** ва **1 та янги ҳосил бўлган**, праймер билан боғланган занжир бўлади. **Иккинчи циклда амплификацияни** юқорида акс эттирилган **3 босқични барчаси қайтарилади**. ДНК занжирини денатурацияси амалга ошади. Кейин тўртта занжирни ҳар бири яна праймерлар билан ўзаро муносабатга киришади ва ниҳоят қидириладиган генга мос келадиган икки томондан чегараланган фрагмент пайдо бўлади. Бу фрагментлар – ампликонлар деб аталган. ПЦР ни 2-циклилини охирида **2 та ампликон** пайдо бўлади.



*2.5-расм. ПЦР реакциясининг иккинчи циклининг схемаси*

ПЦР жараёни занжирли характери билан фарқ қилади: синтез бўлган ампликонлар, кейинчалик ўзлари матрица бўлиб хизмат қиладилар. Уларда нусхаланиш жараёни ўтади. Мана шунинг учун ҳам, ҳар бир янги циклда ДНК нусхасини сони, геометрик прогрессия билан ошиб боради.



2.6-расм. ПЦР нинг умумий схемаси

Шунинг учун ҳам, агарда дастлабки эритмада, бошида фақат 1 та, икки зажирли ДНК молекуласи (масалан, қандайдир вирусни ДНК си) бўлган бўлса, 30-40 циклдан кейин (бу, 4-5 соат вақт эгаллайди) эритмада керакли даражада кўп нусха шаклланган бўлади. Бу эса, уларни оддий лаборатория методлари ёрдамида ўрганиш имконини беради.

Ҳозирги пайтда, ПЦР махсус лабораторияларда алоҳида дастурланган термостатда (амплификаторда) ўтказилади.



2.7-расм. ПЦР ўтказишга мўлжалланган лаборатория

Берилган дастур асосида, термостат, автоматик равишда, амплификация циклларини сонига мос ҳолда ҳароратни ўзгартиради. ДНК



амплификацияси ёрдамида эришилган натижалар, бу методга, фундаментал характерга эга бўлган илмий тадқиқотлар ишларида ҳам, амалиётда фойдаланишда ҳам кўринарли жойни эгаллаш имконини берди. Ҳозирги пайтда ПЦР кўплаб вирусли ва бактериал касалликларни диагностикамида кенг ишлатилиб келинмоқда. Шунингдек, ПЦР криминалистикада (шахсни аниқлашда), ветеринарияда (касалликларни диагностикасида), генетикада (генларни фаоллигини аниқлашда), молекуляр биологияда (нуклеин кислоталар нусхаларини кўпайтириш учун) кенг ишлатилиб келинмоқда.

Эволюция жараёнида биологик молекулалар (биомолекулалар), шундай хусусиятларга эга бўлдиларки, бу хусусиятлар туфайли улар, нанометр размеридаги структуралар яратиш учун қулай материаллар бўлиб хизмат қиладиган бўлдилар. Нима сабабдан шундай бўлди?

**Биринчидан,** биомолекулалар тезкорлик билан мураккаб надмолекуляр структуралар ҳосил қилишга (ўз-ўзидан йиғилишга) хусусиятига эгалар.

**Иккинчидан,** бундай биологик структураларни шаклланишини (ўз-ўзидан йиғилиши) ўта нафислик билан бошқариш мумкин. Бу эса, ўзи-ўзидан йиғилишни ҳар хил йўлларга йўналтириш имконини беради, демак. хилма-хил наноконструкциялар ва наноматериаллар яратиш учун кенг имкониятлар очиб беради.

Хилма-хил биологик бирикмалар орасида, нуклеин кислоталар алоҳида ўрин тутадилар. Улар нанокатталikka эга бўлган материаллар яратишда жуда катта устуворликка эгалар. Калтагина (узунлиги 50-100 нм) иккизанжирли ДНК молекулалари, қалинлиги бор-йўғи 1-2 нм бўлишига қарамасдан жуда юқори қаттиқликка эгалар. Шунинг учун ҳам ундан “қутилиш блоклари” сифатида фойдаланиш жуда қулай. Шунинг билан бирга, бир занжирли нуклеин кислота эгилувчанликни сақлаган ҳолда, ўзига комплементар бўлган занжирни таниш имкониятига эга. Мана шундай икки занжир осонгина бир-бирига водород боғлари билан боғланиб, иккизанжирли структурани (ДНК молекуласини) ҳосил қилади.

ДНК ни иккизанжирли молекуласини ёки уларни фрагментларини узун қаторга боғлаш муаммоли бўлиб чиқди. Балким, бусиз ДНК асосида наноконструкциялар яратиш имконияти қисқарар. Қандай қилиб, икки занжирли ДНК ни шохланишини ёки ундан маълум бир жойидан ДНК фрагментини чиқаришни йўлга қўйиш мумкин? Мана шундай шохланишсиз наноструктураларни учламчи ҳолатини хилма-хиллигини таъминлаш жуда катта муаммо.

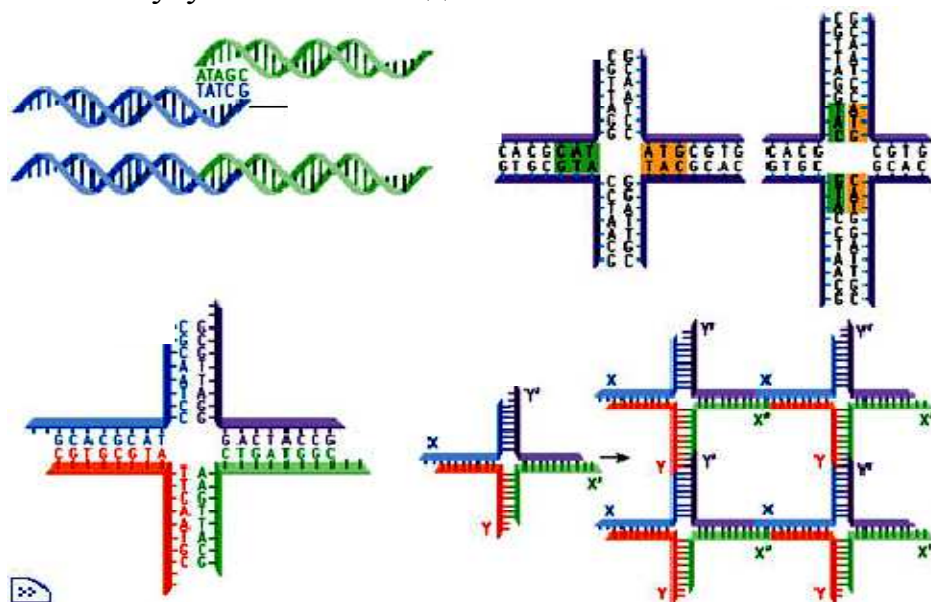
Биолог-олимлар бу муаммони жуда оригинал ҳал қилиш йўлини таклиф қилганлар. Улар (биологлар), ДНК занжирини юқори кўрсатилган имкониятларидан фойдаланган ҳолда (комплементар азотли асослар орасида водород боғлари орқали боғланиш хусусияти), икки занжирли ДНК молекуласини қисқа бир занжирли “дум” билан “таъминлаш”ни таклиф қилишди. Кейинчалик бундай “думчалар”, ДНК молекуласини

“ёпишқоқ учи” деб аталди. Агар, иккизанжирли ДНК молекуласини охирида, бирзанжирли “думлар” бўлса, уларга бошқа занжирлар улаш ва шу тартибда шохланган жой шакллантиришни кўрсатиб бердилар. Бу эса, юпқа панжаралар ва мураккаб фазовий структуралар яратиш имконини беради. Нуклеин кислоталардан тузилган иккиламчи ва учламчи структураларини. ўз-ўзидан йиғилиш жараёни содир бўладиган эритувчини ўзгартириш орқали енгил бошқариш мумкин.

Ҳозирги вақтгача, нуклеин кислоталар асосида наноконструкциялар яратишни икки йўналиши шаклланган: “қадам ва қадам” ва “бирданига ҳаммасини” конструкция қилиш.

“Қадам ва қадам” конструкция қилиш – дастлабки ДНК молекуласини ёки синтез қилинган полипептидни кетма-кет модификация қилишга асосланган. Бу метод 1982 йилда америкалик олим Н. Симан томонидан назарий асослаб берилган. Конструкция еғишни биринчи қадами, “ёпишқоқ” учга эга бўлган ДНК фрагментини олиш. Иккинчи қадам – ДНК ни ҳар хил фрагментлар орасида пайдо бўладиган водород боғлари ёрдамида бир-бирига ёпиштириб чиқиш.

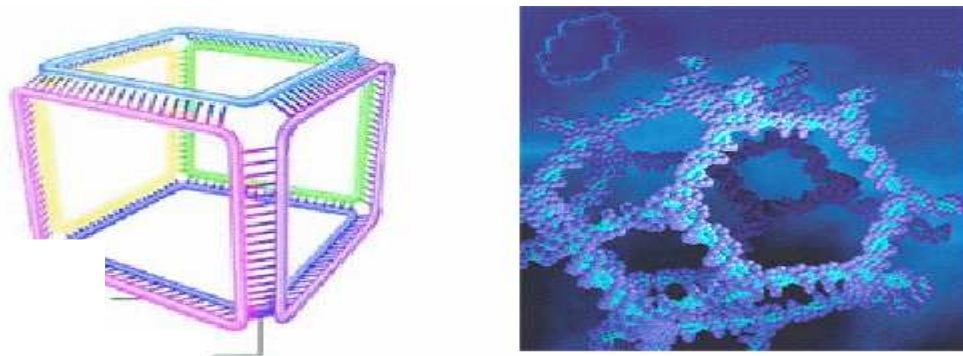
ДНК занжирида нуклеотидларни маълум кетма-кетлигини танлаш орқали, молекулани “шоҳланиш нуқтасини” яратиш мумкин. “Шохланган нуқта” ДНК ни крестсимон фазовий структурасини шакллантириш имконини беради. Мана шу сунъий яратилган крестсимон ДНК молекуласига “ёпишқоқ учлар” улаш мумкин. Крестсимон ДНК молекулаларини “ёпишқоқ” уч орқали бирин кетин тикиш натижасида, текис нанорешётка ҳосил бўлади. “Шохланиш нуқтаси” ДНК молекуласига яна бир ажойиб хусусият инъом этди.



2.8-расм. Наноконструкцияларни “қадам ва қадам” типиде конструкция қилиш схемаси: а – ДНК молекулари фрагментларини “ёпишқоқ учлари” орқали бир-бирларига боғлаш; в, с, d – крестга ўхшаган ДНК структурасини шаклланиши; Е – крестсимон ДНК молекуласини ясси чамбарага боғланиши.

Текис нанорешётка қайриладиган ҳолатга олиб келди. ДНК молекуласини харакатчанлиги туфайли, нанорешёткани қаттиқлиги, айнан шохланадиган нуқтада пасаяди.

Мана шу хусусият туфайли, бундай нанорешёткаларни енгил қайрилтириш мумкин бўлади. 1991 йили Н. Симан ДНК молекуласидан қобирғали куб ҳамда октаэдрлар шаклидаги наноструктуралар яратишга эришди.

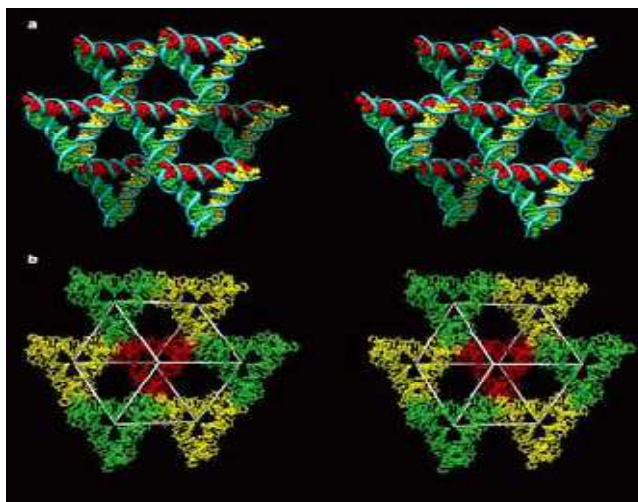


2.9-расм. Н. Симаннинг ДНК асосида яратган наноструктуралари.  
(чапда – куб шаклидаги структура, ўнгда – октаэдр шаклидаги структура).

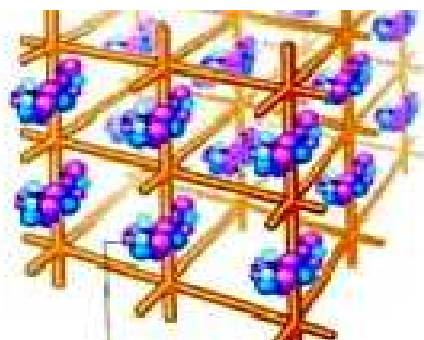
“Ёпишқоқ” учи тепадан кўриниб турган текис учбурчак ДНК структурасини боғлаш орқали, учламчи кристалл наноструктуралар олиш мумкин.

Кейинги йилларда, ДНК асосида учламчи структуралар олиш технологиясини яратиш бўйича ишлар фаоллашиб кетган. Шундай ишлардан бири, яқинда ДНК дан яратилган, қутича бўлиб, у керакли вақтда, очилиб – ёпилиш хусусиятига эга. Келажакда, бундай структуралар наноразмердаги электрон қурилмалар яратиш ва доривор моддаларни организмни керакли нуқтасига етказиб берувчи системалар яратиш мақсадида ишлатиладиган бўлса ажаб эмас. ДНК асосида яратилган наноконструкцияларнидан амалиётда фойдаланиш бўйича бажарилган дастлабки уринишлар қутилмаганда, уни қисқа имкониятларга эга эканлиги билан тўқнаш келди. Бу имкониятларни кенгайтириш, ДНК занжирига ёки наноструктураларга бошқа моддаларни атомлари ёки молекулаларини киритишни талаб қилди.





2.10-расм. ДНК ни учбурчак структурасидан тайёрланган конструкция



Маълум моддаларни молекулаларини таниб, уларни рўйхатга оладиган бундай мураккаб наноконструкциялардан биодатчиклар яратиш мумкин. 1996 йилда дастлабки натижаларга эришилган. Тадқиқотчилар, “қурувчи блок” сифатида коллоид ҳолатдаги олтинни нанобўлакчаларга боғланган синтетик ДНК ни бир занжирли фрагментларини муваффақиятли ишлатишга эришганлар. Бундай “блоклардан” наноконструкциялар олинган. Бундай наноструктураларда, олтин заррачалари бир-бирларидан маълум узоқликда жойлашганлар. Масалан, ДНК ни кўш спиралли айланмаси (3, 4 нм) нм га тенг бўлган масофада олтинни нанобўлакчаларини бирданига бирнеча ДНК фрагментлари билан қўшилганда, олтин атоми тартибли навбатма-навбат жойлашган учламчи наноструктуралар яратиш мумкин.

**ДНК дан тузилган наноструктураларни ичига нафақат олтин, балки бошқа металлар, масалан, кумуш жойлаштириш мумкин.** Металларни бундай жойланиши, ДНК асосидаги наноконструкцияларни электр ўтказувчанлигини таъминлайди. Бу хусусият эса, ДНК асосидаги наноструктуралардан биодатчикларда ва бошқа электронли ускуналарда фойдаланиш имконини беради.

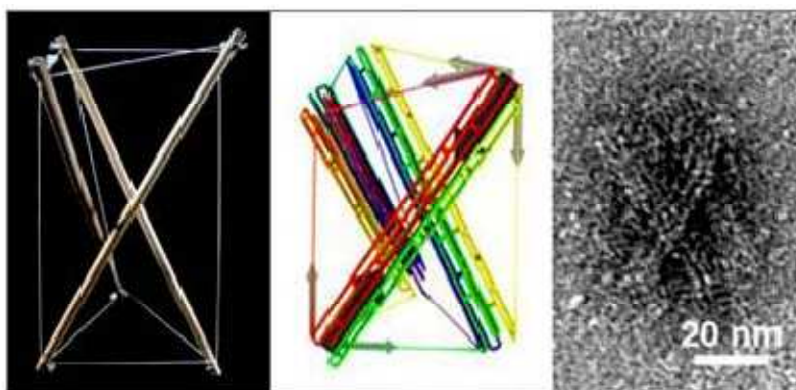
**ДНК дан трубкага ўхшаган структуралар – нанотрубкалар шакллантириш мумкин.** Яқингача улар фақат цилиндр шаклида яратилган. Уларни қобиғи, керакли даражада қаттиқ қўш занжирли ДНК молекуласидан ташкил топган эди.

**Унчалик даражада қаттиқ бўлмаган (эгиловчан, эластик) ҳолатдаги нанотрубкалар олиш мумкинми? Шакли нафақат цилиндрсимон, балки бошқа шаклли нанотрубкалар олиш мумкинми? – деган саволлар олимларни қизиқтириб келган эди.** Канадалик (Монреал) олимлар, эластик нанотрубкалар яратиш муаммосини ижобий ҳал қилдилар. Бунинг учун улар, икки занжирли қаттиқ ДНК эмас, балки бир занжирли, қаттиқлиги камроқ бўлган ДНК молекуласидан фойдаланганлар. Шунинг билан бир қаторда, улар учбурчакли ва квадрат кесимга эга бўлган нанотрубкалар ҳам яратганлар.

**ДНК асосидаги нанотрубкалар молекула занжирини шакли ва миқдорини ўзгартириш имконияти, уларни ишлатиш чегарасини кенгайтишига сабаб бўлади.** Масалан, нанопроводни узайтиришда, уни шаклини назорат қилиш мумкин. ДНК асосида тайёрланган нанотрубкалар, трансмембранали оксилларни анализ қилишда ва доривор моддаларни наноразмерда ташувчи сифатида ишлатилиши мумкин.

Ҳаракатланувчи ва шаклини ўзгартирувчи наноқурилмалар ДНК дан ҳаракатсиз (статик) наноструктуралар конструкция қилингандан кейин, олимлар, ҳаракатланувчи наноқурилмалар яратиш устида бош қотира бошлаганлар. Бундай структураларни биринчи бўлиб, Гарвард университети (АҚШ) олимлари яратганлар.

Ҳар бир қурилма, ДНК ни узун, ёпиқ молекуласидан тайёрланади. Бу молекула, қисқароқ ДНК молекуласи билан аралашганда, улар билан боғланади. Боғланиш шундай амалга ошадики, унда қисқа молекула распорок сифатида ишлатилади.



*2.12-расм. ДНК асосида ўз-ўзидан йиғиладиган наноқурилмалар. Улар ўз ўрнини ўзгартириши, керак бўлганида ўзини шаклини ҳам ўзгартириши мумкин.*

Қисқа молекулаларни узунлигини ўзгартириб, ДНК ни узун молекуласига дастурланган учламчи структура бериш мумкин бўлади. ДНК ни қисқа молекуласини узунлигини ўзгартириш орқали, бутун

нанокуруилмани учламчи конфигурациясини ўзгартириш ҳам мумкин (уни фазода ҳаракатланишига мажбур қилиб). Бундай нанокуруилмаларни мана шундай ўзига хослиги, улардан нанотиббийетда фойдаланишни таъминлайди. Биринчидан, ДНК, тирик организмлар билан биологик совместлик, иккинчидан, ДНК тез парчаланиб кетиши мумкин. Энг яхши томони шуки, парчаланиш натижасида ДНК токсик ёки ҳавфли моддалар ҳосил қилмайди. Ўз-ўзидан йиғиладиган нанокуруилмаларни бу технологияси, вирусларни хусусиятини қайтарадиган (имитация қиладиган), доривор моддаларни ташувчи системаларни пайдо бўлишига олиб келиши мумкин. ДНК молекуласини ҳаракатчанлиги туфайли, бундай нанокуруилмалар, механик ёки кимёвий йўл билан узатиладиган сигналларга муносабат билдириш хусусиятига эгалар. Бу эса, дори препаратларини керакли хужайрага олиб бориш ва уни керакли вақтда “команда бўйича” бўшатиш (тўкиш, озод қилиш) хусусиятига эга. Ҳаракатланувчи нанокуруилмалар, шунингдек, ўзак хужайраларни ташиш ва дастурлаш мақсадида ҳам ишлатилса бўлади. Керакли жойга етказилган ўзак хужайралар ёрдамида шикастланган органлар қайта тикланишлари мумкин.

**Молекуляр “динамо-машина”(наноактуатор).** Англиялик олим К, Фермен (Портсмут университети) раҳбарлигида, ДНК асосида ҳаракатланувчан нанокуруилмалар яратиш бўйича тажрибалар муваффақиятли давом эттирган. Аммо, улар масалага бутунлай бошқача ёндашганлар (юқорида келтирилгандан бошқачароқ). Бу ёндашишни ўзига хослиги нимада? Молекуляр “динамо-машиналар” ёки наноактуаторлар ярата туриб, тадқиқотчилар, таранг тортилган ДНК молекуласидан ўзига хос бўлган монорельсли йўл сифатида фойдаланганлар (Поезд йўлини 1 таси). Улар, ДНК молекуласига, жуда кичик магнит мунчокчадан иборат бўлган миниатюр ҳолатдаги мотор (двигатель) киритганлар.



**Аммо, олимлар олдида янги муаммо мана шу унчалик мураккаб бўлмаган “динамо-машина”учун энергия манбаини топиш муаммоси пайдо бўлган.** Бу муаммони ечишда, бир томондан мана шу наноконструкцияни миниатюрлиги, иккинчи томондан эса, хужайранинг

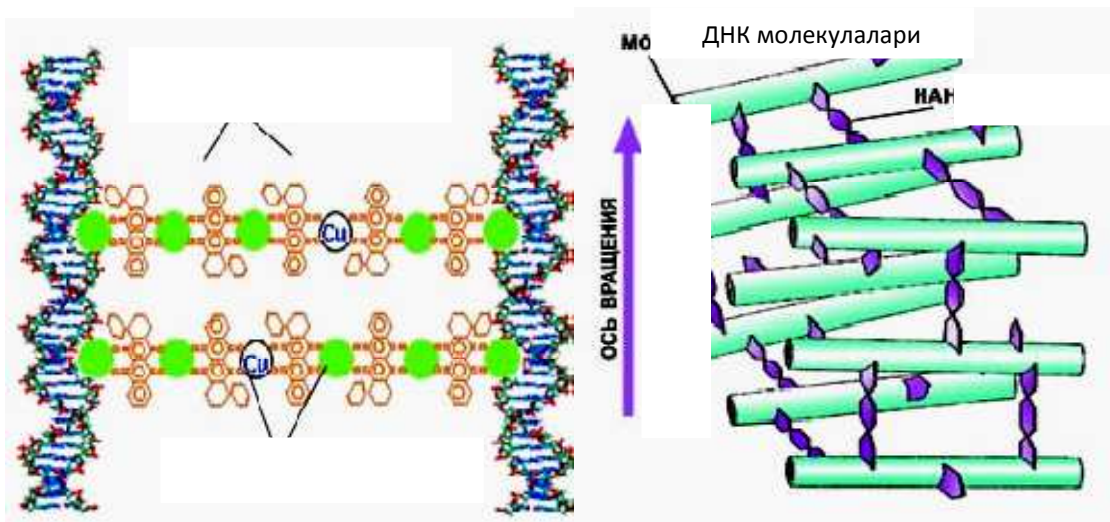
иссиқлик манбаи – АТФ ни универсаллиги қўл келган. Бу икки имконият, олимларни танлови учун ўта қулай бўлиб чиққан.

**“Динамо-машина” тирик хужайраларни АТФ ни энергиясини ишлатади.** АТФ ни қайта ишлашда, электр токи генерация бўлади. Минидвигателни ДНК молекуласи бўйлаб ҳаракат қилганида, электр сигналлар келиб чиқадилар. Бу сигналлар, кейин компьютер ишловига узатилади. Тадқиқотчилар наноактуаторни экологик мониторингда, хусусан, ҳаводаги токсинларни ва патоген микроорганизмларни рўйхатга олишда ишлатишни тавсия қиладилар. Бу системадан фойдаланишни бошқа истиқболли соҳаси – сунъий конечностями компьютер орқали бошқариш. Аммо, бу қурилмани, кўрсатилган мақсадга мослаш учун 20-30 йил вақт керак бўлади.

**“Барчаси бирданига ” типиди конструкция қилиш.** Россия Фанлар Академиясининг В.А. Энгельгард номидаги молекуляр биология институтининг олимлари, ДНК асосидаги наноконструкциялар жараёнини тезлатишни мақсад қилиб қўйишган. Бунда, **шунчалик даражада жадаллаштириш кўзда тутилганки, бир маротабада тартибли учламчи структура олиш режалаштирилган.** Наноконструкция қилиш муаммосини жадаллаштириш учун, улар жуда оригинал ёндашишни таклиф қилганлар. Улар ДНК ни алоҳида молекулалари билан ишлашдан воз кечишиб, ДНК ни суяқ кристалл дисперсиясини ишлатишга киришганлар. Бунда, шаклланадиган суяқ кристалл “томчилар” (уларни катталиги 0,5 мкм атрофида) тахминан, 10000 ДНК молекуласини ўз ичига оладилар. Томчилар доирасида, молекулалар бир-бирларидан 3-5 нм узокликда, қатор бўлиб жойлашадилар. Бундай тартибли жойлашиши бўлакчаларга кристалл хусусиятини беради. Бунда, қўшни молекулалар, бундай кристалларда ҳаракатчан қават ҳосил қиладилар, яъни суяқликни хусусиятларини сақлаб қоладилар. Бу эса, олинган структура-суяқ кристалл эканлигини кўрсатади.

Мана шундай кристаллар билан ишлаб туриб, тадқиқотчилар муаммони ечимини топиш учун жуда муҳим ҳолатга ўз диққатларини қаратдилар. **Суяқ кристалл дисперсия ҳосил қилганда ДНК молекулалари бошқа моддалар билан кимёвий бирикмалар ҳосил қилиш хусусиятини йўқотмаслигига эътибор бердилар.** Суяқ кристаллардаги ДНК ни бу хусусиятларидан ДНК ни учламчи структурасини стабиллаш учун фойдаландилар. ДНК ни қўшни молекулалари оралиғида симметрик ҳолатда жойлашаоладиган ҳамда “нанокўприклар” вазифасини бажараоладиган кимёвий моддалар танланди.

Бу молекулалар бутун молекулага мустаҳкамлик (қаттиқлик) бериб турадилар ва ДНК ни қўшни молекулаларини ҳаракатчанлигини қисқартирадилар. “Нанокўприкчалар” мустаҳкам бўлиб, сув-тузли эритмада парчаланмайдилар.



2.14-расм. ДНК молекулалари орасидаги нанокўприкчалар

Юқорида келтирилган наноструктуралар генетик материалларни ташувчилари ёки биологик фаол моддалар сифатида ишлатилишлари мумкин. “Нанопосылка» хужайрага келиб тушганидан кейин, конструкцияни мустаҳкамлаб турган нанокўприкчалар бузиладилар ва конструкцияни ичидаги моддалар (масалан, антибиотиклар) озод бўлиб, ўз фаолиятини кўрсатадилар. Баъзи бир оқсиллар (инсулин, пепсин) ва бошқа моддалар таъсирида нанокўприкчаларни бузилишини бошқариш мумкин.

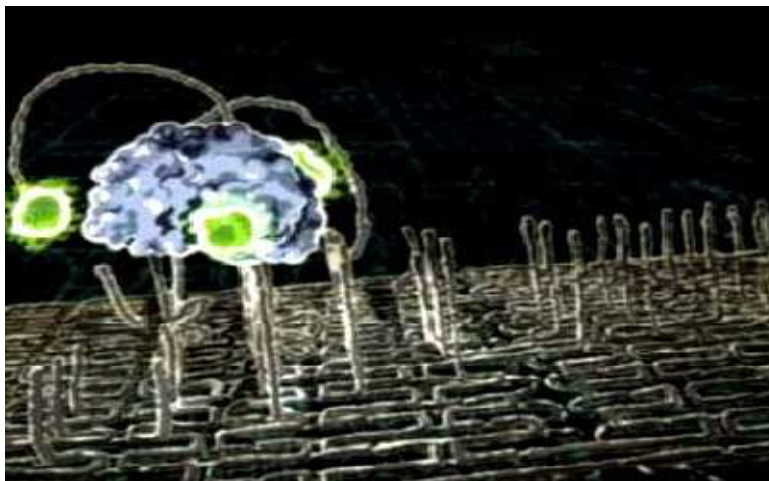
Нуклеин кислоталар асосида яратилган учлмчи наноструктуралар, оптик сенсорли қурилмалар яратиш билан шуғулланадиган наноконструкторларни диққатини ўзига тортди. **ДНК асосидаги учламчи структураларни сенсор қурилмаларни сезгир элементларини яратишда ишлатиш мумкинми?** Тез орада бу саволга ижобий жавоб олинди. Учламчи наноструктураларни нанокўприкчаларига ўзига хос бўлган “мини – ушлагич” киритилди. Бу, “мини – ушлагич” – кимёвий бирикма бўлиб, у анализ қилинадиган модда билан контактга кирганда, тезда парчаланadi. Нанокўприкча бузилгандан кейин, аномал оптик фаоллик пасаяди ва уни катталигини ўлчаланadi. Бу кўрсаткични катталиги бўйича, нанокўприкни бузувчи кимёвий (биологик) бирикмани концентрациясини аниқлаш мумкин. Ҳозирги вақтда олимлар ДНК асосида физик-кимёвий хусусиятларини бошқарса бўладиган учламчи наноструктуралар яратиш устида тадқиқотлар олиб бормоқдалар. Уларни полимер пленкалар таркибига киритиш орқали, полимер матрицалар олиш мумкин. Бундай полимер матрицалар, фотоникада, параметрлари бошқарилувчи оптик филтёрлар сифатида ўз ўрнини топишлари мумкин.

### 2.3. ДНК ва оқсиллар асосида наноконструкциялар.

**ДНКдан автоном равишда ҳаракатланувчи ва тўхтайдиган наноробот яшаш мумкинми?** Бу саволга биринчи бўлиб жавобни АҚШ нинг Колумбия университети олимлари берган. Улар, ДНК ва оқсилдан



ҳаракатланувчан, ҳаракат йўналишини ўзгартирадиган ва тўхтай оладиган автоном молекуляр робот яратишга эришдилар. Бу ишланма, “ўргимчак” (паук) нанороботи деб ном олган. Нанороботни узунлиги 4 нм дан иборат бўлган (2.15-расм).



2.15-расм. ДНК ва оқсилдан тайёрланган “ўргамчак” нанороботи.

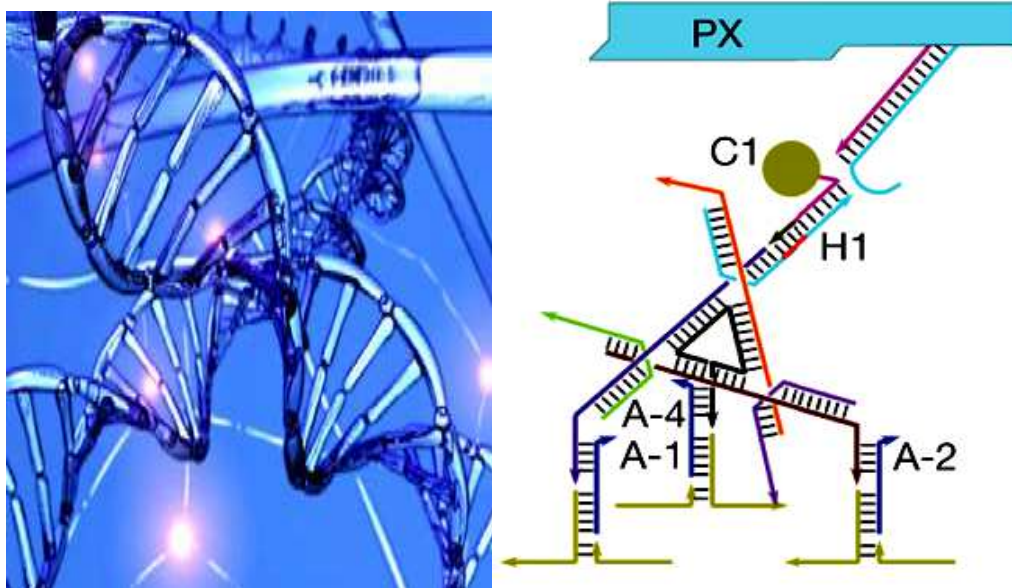
Бу нанороботни автоном ҳаракатланиш муаммоси қандай қилиб ечилган? Тадқиқотчилар, ДНК занжиридаги полинуклеотидларни водород боғлари орқали ўзларига комплементар бўлган занжир билан боғланиш хусусиятидан фойдаланганлар. Шунинг учун ҳам нанороботни юрадиган оёқчалари ДНК дан конструкция қилинган (2.16-расм).

“Ўргамчак” ни жасади “стрептавидин” деб аталган оқсилдан шаклланган. “Ўргамчак” ни тўртта оёғидан учтаси бошқа ДНК молекуласининг кетма-кетлиги билан боғланаоладиган ва уни кесаоладиган ДНК молекуласидан тузилган. “Ўргамчак” ни тўртта оёғи ўзига хос якорь бўлиб, у йўлни бошидаги нуқтага боғланган бўлади. Робот ўзини бошланғич ДНК ни махсус занжири ёрдамида ҳаракатга тушади. Асосий занжирдан ташқарида жойлашган ДНК участкаси билан боғланиб, ва ундан кейин уни кесиб, робот (трек) йўл бўйлаб ҳаракатга тушади. Бундай нанороботларни яратилганига бир неча йил бўлганига қарамасдан, улар ҳозиргача бор-йўғи 3 қадам ташлаганлар холос. “Ўргамчак” нанороботи тахминан 100 нм йўл босиб ўта олади (ўргамчакни ўзини размеридан 25 марта, кўпроқ ёки уни 50 қадами). Бу масофани у, 30-60 минутда босиб ўтади. “Ўргамчак”ни ҳаракатини олимлар Атом-кучли микроскоп ёрдамида кузатганлар. Шу микроскоплар ёрдамида, нанороботларни ҳар хил тўрт йўналишга йўналтириш мумкин эканлиги кузатилган.

Ҳозирги вақтда олимлар нанороботларни фаолиятини бошқариш ҳамда бир неча “ўргамчак” ларни бирга ишлашга “ўргатиш” устида бош котирмоқдалар. Узоқ истиқболда бундай нанороботлар энг майда



капиллярларни тозалаш ва тирик организмда рак хужайраларни йўқотиш мақсадида ишлатилиши мумкин.



2.16-расм. ДНК молекулаларидан тузилган “Ўргамчак” нанороботининг оёқчалари.

**ДНК асосида сунъий наноматериаллар.** Трансплантация (кўчириб ўтказиш) ни тезкорлик билан ривожланиб кетиши, донор органларни ва биологик тўқималарни етишмаслигига олиб келди. Шунинг учун ҳам, хусусиятлари максимал даражада табиийга яқинлашган мукамал сунъий биологик тўқимлар яратиш жуда долзарб муаммо бўлиб қолди. Бу муаммони ечишда, тирик организмларга кўчириб ўтказилишга мўлжалланган органларни (имплантларни) юқори даражада мустаҳкамлигини ва эгилувчанлигини таъминлаш асосий вазифа бўлиб қолди. Эластиклик (эгилувчалик), имплантантга юқори даражада механик таъсир ўтказилганда пайдо бўладиган шамоллаш жараёнларини олдини олади. Тирик организм тўқималарига хос бўлган мустаҳкамлик билан эгилувчанликни, сунъий материалларда пайдо қилиш, умуман мумкин бўлмаган муаммо ҳисобланади.

Д. Спинкс раҳбарлигида Австралияда ва Кореяда фаолият олиб бораётган олимлар, бу муаммони ечимдан бир вариантыни топишга эришдилар. Улар, трансплантация қилиш мақсадида, механик хоссалари, биологик тўқималарни хоссаларига ўхшаган янги материал яратишга эришдилар. Яратилган материал ДНК спираллари билан углеродли нанотрубкаларни мустаҳкам композит системасидан иборат.

Углеродли нанотрубкалар ДНК спираллари билан бутунлай “ўраб” чиқилади ва уларни кальций иони сақлаган махус суюқликка жойлаштирилади. Бундай суюқликда, ДНК спираллари билан ўралган углеродли нанотрубкалардан гелсимон масса шаклланади. Ҳосил бўлган гелни худди синтетик тола тўқиган қилиб тўқиш мумкин. Нанотрубкалар

ва ДНК дан ҳосил бўлган тола қуригандан кейин, қалинлиги 50 нм бўлган нанотолалардан тўқилган тармоқ шаклига кириб қолади. Бунда, ҳар бир тола, ғовак, губкасимон структурага эга бўлади.

**Аммо, тиббиёт амалиёти учун янада мустаҳкамроқ ва қалинроқ нанотолалар керак. Бу толаларни характеристикасини қандай ўзгартириш мумкин?** Бу вазифа ҳам муваффақиятли ечилди. Тадқиқотчилар нанотолаларни қалинлигини ва мустаҳкамлигини бошқаришни усулини ўйлаб топдилар.

Агар, қурилган толани кальций хлорид эритмасига солиб ювилса, ДНК молекулаларини янада “тикилиши” содир бўлади. Натижада нанотолалар қалинлашади ва мустаҳкамлашади. Мана шу йўл билан олинган нанотолалар ўзларининг хусусиятлари бўйича, оқсил табиатли толаларга яқин ва улар мушак, артерия, тери, тоғай каби органларни мустаҳкамлигини ва эгилувчанлигини таъминлаб беради.

Шунинг учун ҳам ДНК ва углеродли нанотрубкалардан тайёрланган сунъий нанотолалар келажакда, ҳар хил сунъий имплантантлар яратишда ишлатилишига ҳеч шубҳа йўқ.

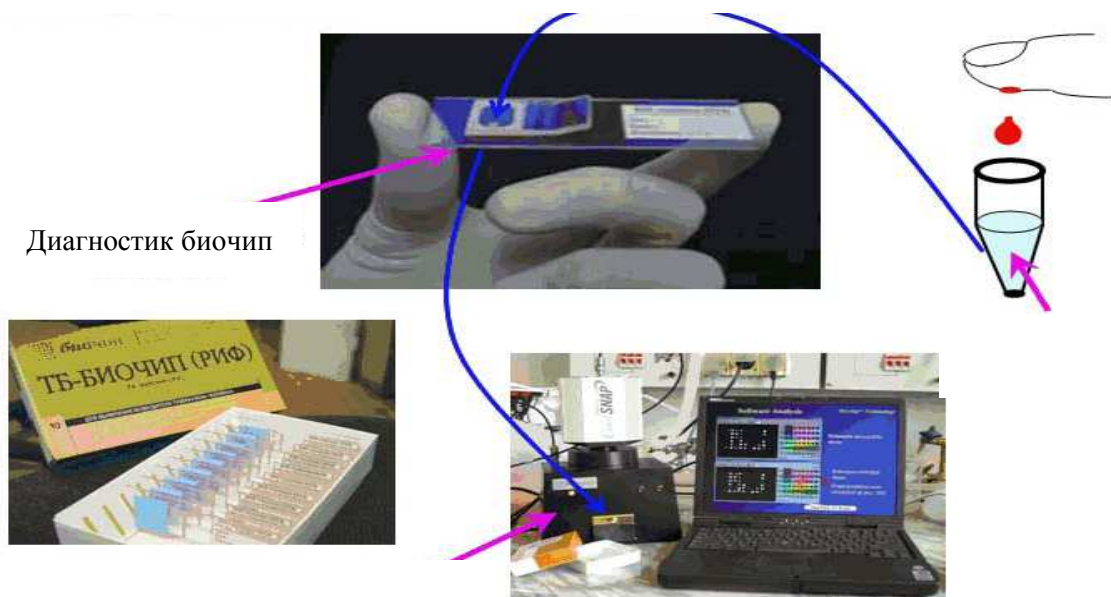
#### **2.4. Биочиплар ва уларни ДНК структурасини ўрганишда ишлатилиши.**

Эукариот организмларда генларни сони жуда ҳам кўп. Ачитқи замбуруғларида 6200 ген аниқланган бўлса, одам организмида уларни сони 20-25000 фаол генга тенг. Аммо, организмдаги бор генларни барчасини, бирданига (бир вақтда) ўзини фаоллигини намойиш қилавермайди. Бир хил генлар фаолият кўрсатганда, бошқаси бошланади ва тўлиқ иш фаолиятдан чиқиб туради. Муайян бир вақтда, маълум бир ген ёки бирнеча генлар қандай ҳолатда турибди, улар фаолмилар ёки блокланганми? – деган савол жуда кўп туғилади.

Генларни фаоллигини назорат қилиш муаммосини биринчилардан бўлиб, В.А. Энгельгард номидаги Россия Фанлар академиясини молекуляр биология институти олимлари ечишга мувофиқ бўлганлар. Шу институтда, академик А.Д. Мирзабеков раҳбарлигида фаолият кўрсатиб келатган бир гуруҳ олимлар, биочиплар яратиш технологиясини ишлаб чиқдилар.

**Биочип** – бу размери бир неча сантиметрга тенг бўлган матрица бўлиб, унинг ёрдамида, организмдаги кўплаб генларни функционал фаоллиги ҳақида маълумотлар олиш мумкин. Биочип тайёрлаётганда, махсус (шиша) подложкага ДНК молекуласини нусхалари суртилади. Улар, ёки алоҳида ген ёки занжирли полимераза реакцияси (ПЦР) натижасида олинган ДНК молекуласи бўлиши мумкин. Анализ ўтказиш учун, тўқима нусхаси (масалан, қон) олдиндан ишлов берилади. Бу ишлов бериш қуйидагича ўтқазилади: Нусхадаги ДНК молекулаларни флуоресцент моддалар билан махсус микрокамерага жойлаштирилган биочипга суртиб чиқилади (59-расм). Шундан кейин, биочипдаги генлар

билан пробада сақланган флуоресценция қилувчи ДНК ёки РНК орасида гибридизация ўтазилади.



2.17-расм. Биочип ёрдамида анализ қилиш схемаси.

**Нусхани молекуласи чипдаги тегишли ген билан комплиментарлик принципи асосида ўзаро муносабатга киришади.** Биочипга, маълум тўлқин узунлигига эга бўлган нур берилганда, флуоресцент ёруғлик пайдо бўлади. Ёруғликни кўринишига қараб, прибор – анализатор ДНК (РНК) даги ҳарактерли кетма-кетликни аниқлайди.

Биочиплардан фойдаланиш, энг аввало атроф муҳитни негатив таъсирга сезгир бўлган генларни аниқлаш ва организмни функциясини назорат қилиш учун истиқболли ҳисобланади. Биочипларни ишлатилиши, бактерия ва вирусларни тезкор аниқлаш имконини беради. Биочип ёрдамида, одамни индивидуал генетик ўзига хослигини ўрганиш, уни ирсий ва онкологик касалликларга мойиллик даражасини аниқлаш имконини беради.<sup>4</sup>

#### **Назорат саволлари:**

1. Тирик организмларни ирсият, ўзгарувчанлик хусусиятлари ДНК ни қандай уникал хусусиятларига асосланади?
2. Нанотехнологияларни яратувчилар учун ДНК ни қандай хусусиятлари қизиқиш уйғотади?
3. ДНК ни ўз-ўзидан иккиланиш жараёнида ДНК – полимераза ва ДНК – праймаза ферментларини роли нима?

<sup>4</sup>[Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 965-969 p.].

4. Ўз-ўзидан иккиланадиган ДНК нинг етакчи ва қолоқ занжирлари нима билан фарқ қиладилар.

5. Нима сабабдан ДНК репликацияси яримконсерватив деган ном олган?

6. Нуклеин кислоталарининг гибридизацияси методининг асосида нима ётади?

7. Лаборатория шароитида, ДНК ни алоҳида алоҳида полинуклеотид занжирини қандақ қилиб олиш мумкин?

8. Нуклеин кислоталарининг гибридизация методи қайси жойда (қаерда) ишлатилиши мумкин?

9. Полимераза занжирли реакциянинг биринчи циклининг босқичларини тушунтириб беринг?

10. Полимераза занжирли реакциянинг биринчи ва иккинчи цикллари орасидаги фарқни тушунтириб беринг.

#### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 363 p.

2. Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London: «ImperialCollegePress», 2007. 181 p.

### 3-мавзу: ГЕН ИНЖЕНЕРИЯСИ УСУЛИ АСОСИДАГИ НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАР

#### *Режа:*

- 3.1. Ген инженерияси нанобиотехнологиясининг бир йўналиши сифатида.
- 3.2. Бошқа организмга киритиш учун ген олиш методлари ва генларни ҳужайрага киритиш технологияси.
- 3.3. Ҳужайра плазмолеммаларнинг тузилиши ва функцияси.
- 3.4. Биологик мембраналар нанотехнологияда ва улар асосида наноструктураларни конструкция қилиш.

**Таянч иборалар:** гликокалис, гранлар, интеграл оқсиллар, липидли бислой (липидли икки қават), липосома, мембранали оқсиллар, мембранали органоидлар, нанокмпозит материаллар, наносомалар – (мицеллалар), нанотрубкалар

#### **3.1. Ген инженерияси нанобиотехнологиясининг бир йўналиши сифатида.**

Замонавий биотехнологиянинг – хосса ва хусусиятлари одам эҳтиёж ва хохишларига мос келадиган организмни янги шаклини яратишсиз тававвур этиш қийин. **Тирик организмни белгилари ва хоссаларини қандай қилиб ўзгартириш керакки, бу белгилар авлодларда ҳам сақланиб қолсин?** Бунга фақат организмни генотопини яъни уни ирсий материални ўзгартириш орқали, эришиш мумкин.

**Ирсий материални (ДНК ни) мақсадга мувофиқ равишда ўзгартириш ва конструкция қилиш – бу генетик инженерия фанининг вазифаси.** Ген инженерия методлари билан яратиладиган ДНК молекуласи, рекомбинант молекула деб аталади.

Молекуляр биологиянинг, генетик материални модда алмашинуви маҳсулотларининг биосинтезини таъминлашга қодир бўлган, янги комбинациялар яратиш билан алоқадор бўлган бўлими, генетик инженерия деб ном олган.

**Ген инженериясига ким ва қачон асос солган?** Америкалик олим П.Берг 1972 йилда лаборатория шароитида биринчи бўлиб, рекомбинант ДНК яратган кундан бошлаб, ген инженериясига асос солинган. Яратилган рекомбинант ДНК, уч организмни: “SV 40” вируси, “лямбда” бактериофаги ва “ичак таёқчаси” бактериясини ДНК фрагментларидан тузилган. Бундан олдинроқ 2 уникал тип ферментлар очилмаганида П. Берг тажрибасини ўтказиб бўлмас эди.

Бу ферментлар:



1) рестриктазалар – ДНК молекуласини аниқ участкадан кесадиган ферментлар;

2) Лигазалар, ҳар хил ДНК молекуласини фрагментларини бир – бирига улайдиган ферментлар.

Рестриктазалар жуда ҳам мувоффақиятли ном – “биологик қайчи” деган ном олган. Бу “қайчилар” ёрдамида ген инженерлари ДНК молекулаларини фрагментларга кесиб, ҳар хил манипуляциялар ўтказадилар. **Ген инженерияси бўйича муваффақиятли тажрибалар ўтказиш учун зарур бўлган иккинчи шароит, бу “векторлардан” фойдаланишдир.**

**Векторлар – вируслар** ёки бактериялардан олинadиган қисқа хромосомалардан ташқаридаги ДНК фрагменти – плазмидалар. Рестриктазалар ва лигазалар ёрдамида олимлар векторларга ДНК ни керак бўлган фрагментини (ген ) киритдилар. **Векторни вазифаси – янги ДНК хужайрага киритиш ва уни хўжайин – организм ДНК сига жойлаштириш.**

Ген инженерияси методларини мукамаллаштириш, қариндош бўлмаган организмларни шу жумладан эволюцияни ҳар хил босқичида турган организмларни ҳам генетик информацияларини бирлаштириш имконини беради. Бундан ташқари, “пробиркада” (in vitro) рекомбинант ДНК яратиш жараёнини бошқариш ҳам мумкин. Албатта бундай шароитда тирик организмни тўсиб қўйувчи механизмларини четлаб ўтиш имкони пайдо бўлади. Бугунги кунда ген инженерияси методлари доривор моддалар ишлаб – чиқаришда ҳамда бошқа қатор жараёнларда мувоффақиятли ишлатиб келинмоқда. Уларни асосида, кенг масштабда инсулин, интерферок ва интерлейкин ишлаб чиқарилмоқда. Ген инженерияси асосида трансген ўсимликлар олиш технологияси яратилган.



3.1-расм. Ген инженерияси усули билан яратилган маккажўхорини янги навлари



Шунингдек, нафақат сермахсул, балки юқори даражада касалликларга ва паразитларга чидамли бўлган ҳайвон зотлари ҳам яратилган. Масалан, Белгияда ва АҚШ да картошкани ва помидорини янги, колорадо кўнғизига чидамли бўлган, инсектицидларни 40-60% га қисқартирадиган навлари яратилган.

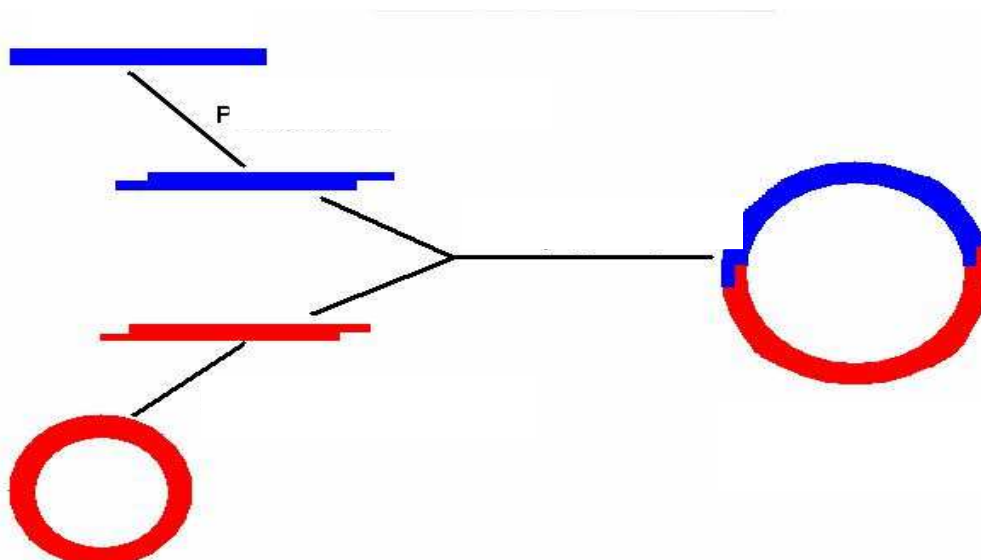
**Ген инженерия бўйича тажрибаларни муваффақиятли ўтқозиш учун, экспериментатор қандай конкрет вазифаларни ҳал қилиши керак?**

Ген-инженерлик ишларни бажариш учун 3 вазифани бажариш талаб қилинади:

- 1) хужайрага кўчириб ўтқозишга ярайдиган, рекомбинант ДНК яратиш;
- 2) рекомбинант ДНК ни хужайрага киритиш методларини ишлаб-чиқиш;
- 3) хўжайин – организм хужайрасига киритилган генларни нормал фаолият кўрсатиши шароит яратиш.

Ген тик инженерия бўйича ҳар бир иш, бир неча босқичда амалга оширилади:

- 1) керакли ген табиий манбаълардан ажратиб олинади ёки кимёвий йўл билан синтез қилинади;
- 2) Вектор (керакли генни хужайрага ташиб ўтувчи ДНК молекуласи) танланади;
- 3) вектор ва ташиб ўтадиган ген ягона структурага бирлаштирилади (ДНК ни рекомбинант молекуласи);
- 4) вектор ва ген сақловчи бирлашган структурани, хўжайин – организмнинг хужайрасига киритилади.



3.2-расм. Рекомбинант (гибрид) ДНК нинг яратилиши

### 3.2.Бошқа организмга киритиш учун ген олиш методлари ва генларни хужайрага киритиш технологияси

Янги генетик конструкциялар, ДНК молекуласига янги ген (донор – организмнинг ДНК сени фрагменти) киритиш йўли билан олинади. **Шундай “трансплантация” учун генни қандай олиш мумкин?**

Ҳозиргача бу масалани ечишни 3 методи маълум:

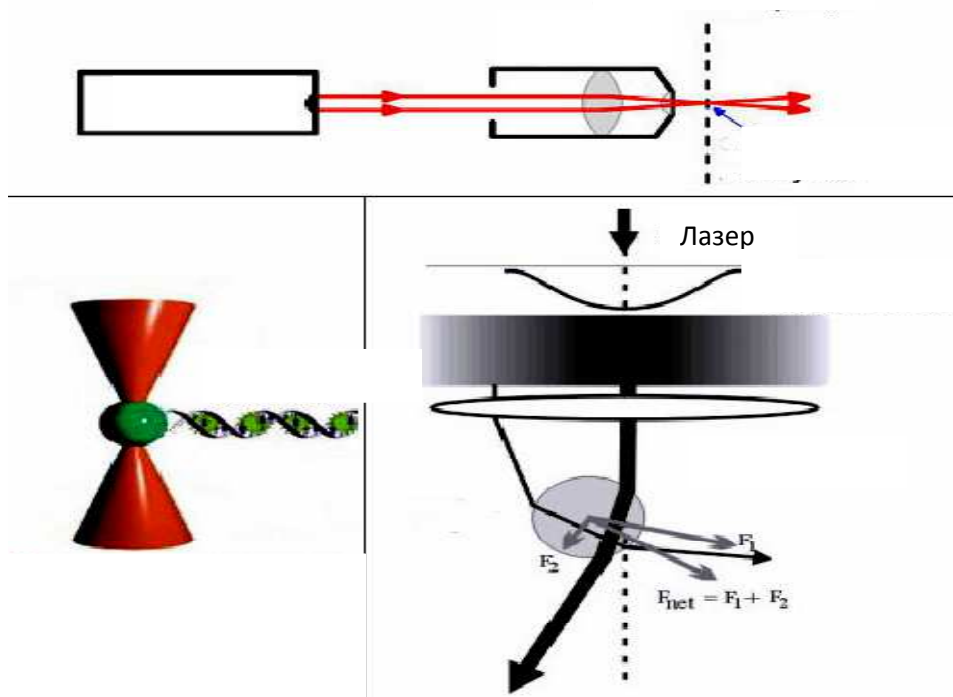
1. Ген ажратиб олиш, тегишли мРНК олишдан кўра қийинроқ бўлганлиги учун, **тескари транскрипция реакциясидан фойдаланиш мумкин.** Уни моҳияти шундан иборатки, ревертаза ферменти, РНК молекулаларини матрица қилиб ишлатиб, ДНК ни синтез қилади. Ревертаза ёрдамида деярли ҳар қандай генларни синтез қилиш мумкин. Бунинг учун муайян генга мос келадиган м РНК ажратилган ва тадқиқотни ихтиёрига берилган бўлиши керак. Худди шу усулда, одамнинг кўзи хрустали оксилени синтезини кодловчи ген, шунингдек тухум оксили, ипак фиброини ва бошқа генлари олинган.

2. **Генни сунъий, кимёвий синтез йўли билан олиш мумкин.** Бундай синтезни биринчи марта 1969 йилда Г. Корана бошчилигида илмий коллектив амалга оширган. Дастлаб синтез қилинган ген фаол чиқмаганлиги сабабли, бу коллектив тажрибаларни давом эттиришган ва бироз вақт ўтгандан кейин ўз мақсадларига эришганлар – биринчи функционал фаол ген синтез қилганлар. Бу ген, ичак таёқчасини т РНК си ни кодлаган. Ҳозирги вақтда, кўплаб генлар кимёвий синтез йўли билан олинади. Улар орасида инсулин, соматотропин, соматостатин ва бошқа гормонларни синтезини кодловчи генлар бор.

3. **Табиий манбаъдан ген ажратиш.** Бу жуда мураккаб вазифа, чунки организмда фаолият кўрсатиб келаётган кўп минглаб генлар орасидан, яғнасини, муайян белгини ривожланишини назорат қилиб турганини ажратиб олиш керак. Бунинг учун ажратилиши керак бўлган генни ДНК молекуласида жойлашган жойини аниқ билиш керак ва ўша жойдан тегишли спецификликга эга бўлган рестриктаза ферменти ёрдамида кесиш керак. **Керакли генни қайси жойда жойлашганлигини билиш учун плазмида ишлатилади. Плазмида, ҳар хил генларга кириб олиб, уларни мутациясини чақиради. Мутант белгилари бўйича, керакли ген кирган жойни аниқланади ва уни плазмидадан ажратиб олинади.**

Узоқ вақт давомида, ДНК таркибидаги керакли генни аниқлаш ва уни кесиш олиш қийин вазифа бўлган. ДНК спираллари чалкашган, уларни узунлиги бирнеча миллиметрдан, бирнеча сантиметргача бўлиб, ҳалқага ўралиб олади ва ўзини генини “бекитишга” ҳаракат қилади. Диаметри 1-2 нанометрга тенг бўлган, нозик, тез синувчи молекулалар, спирални тўғрилаб олиш ва тарқатишга қаратилган ҳар қандай тадбирлар, уринишлар таъсирида тез синади. Бундай ҳолатда, керакли генни қидириш йўлида бажарилган ишлар мувоффақиятсиз чиқаверган. Шундай қилиб,

керакли гени ДНК дан ажратиб олиш муаммоси, 20 йилдан кўпроқ вақтда самара бермаган. Фақатгина XX – аср охири ва XXI – аср бошларига келиб, Япониянинг Киото университети олимлари, ДНК спиралини “оптик омбир” лар ёрдамида чўзиш усулини яратганлар. “Оптик омбир” ни баъзида “оптик тутқич” ёки “лазерли пинцет” деб ҳам аталади. “Оптик омбир” – ўткир фокусланган лазер нурларидан иборат бўлиб, бу нурлар молекулани ушлаб қолади.



3.3-расм. “Оптик омбир” лар ёрдамида ДНК молекуласининг чўзиш схемаси

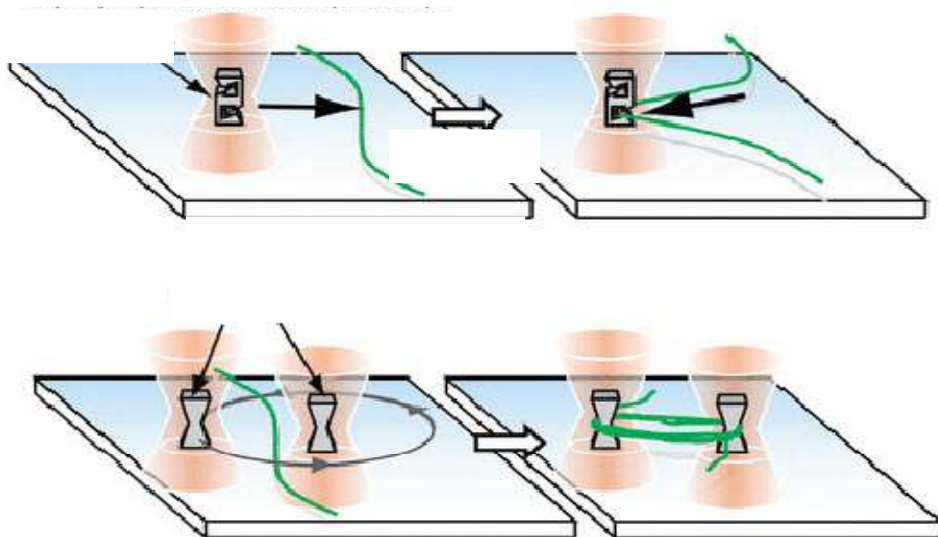
Кўпинча текшириладиган молекула охирига кимёвий моддалар ёрдамида тиниқ диэлектрик “мунчоқчалар” қотирилади. Бу “мунчоқчалар” қандайдир синиш коэффиценти, муҳитга нисбатан юқори бўлган полимерлардан тайёрланади. Натижа берадиган куч мунчоқни лазер нурининг интенсивлиги максимал бўлган зонага яъни уни марказига қараб тортади. Япония олимлари, “мунчоқча” ўрнига “Z” ҳарфига ўхшаган микроилгак ва микроббиналар ишлатганлар.

Микроилгак, спирални олимларни қизиқтирган участкасини ўрганиш имконини беради. Лазерлар ёрдамида, олимлар бўлинадиган ачитқи замбуруғини хромосомали ДНК сини спиралини илиб олиб, уларга шикаст етказмасдан чўзиш ва кейин икки микромоккичага, худди ип ўралган ғалтакка ўхшаб ўраб олишга эришдилар. ДНК молекуласи чўзилган ҳолатда, керакли гени турган жойини учламчи фазода аниқлаш анча осон.

Микроилгак, спирални олимларни қизиқтирган участкасини ўрганиш имконини беради. Лазерлар ёрдамида, олимлар бўлинадиган ачитқи замбуруғини хромосомали ДНК сини спиралини илиб олиб, уларга шикаст

етказмасдан чўзиш ва кейин икки микромоккичага, худди ип ўралган ғалтакка ўхшаб ўраб олишга эришдилар. ДНК молекуласи чўзилган ҳолатда, керакли генни турган жойини учламчи фазода аниқлаш анча осон

### Генларни хужайрага киритиш технологияси. Ажратиб олинган



3.4-расм. ДНК спиралини микроилгак ёрдамида илиб олиш ва кейин тортиб, микроббиналарга (микромокки) ўраб олишни схематик кўриниши

ёки синтез қилинган ДНК фрагменти (ген) ўзидан ўзи, мустақил равишда, хўжайин – организм хужайрасига кира олмайди. Тадқиқотчиларни аниқлашча, генни кўчириб ўтказиш ва уни фаолият кўрсатиши учун, бошқа организмни ДНК си асосида яратилган қўшимча наноструктура зарур бўлар экан.

Савол туғилади: **Бошқа ДНК дан қўшимча наноконструкция қандай қилиб яратилади?** Бошқа организм ДНК сидан яратиладиган қўшимча наноконструкция “вектор” деган ном олди. Вектор бошқа организмга киритишга мўлжалланган ген сақлайди ва хўжайин организм хужайрасини ДНК сига кириб олиш хусусиятига эга. Уни кейинчалик топиш қулай бўлиши учун, баъзида нишонлаб қўйилади. Векторларни плазмидалар ва вирусларни ДНК си асосида яратилади.

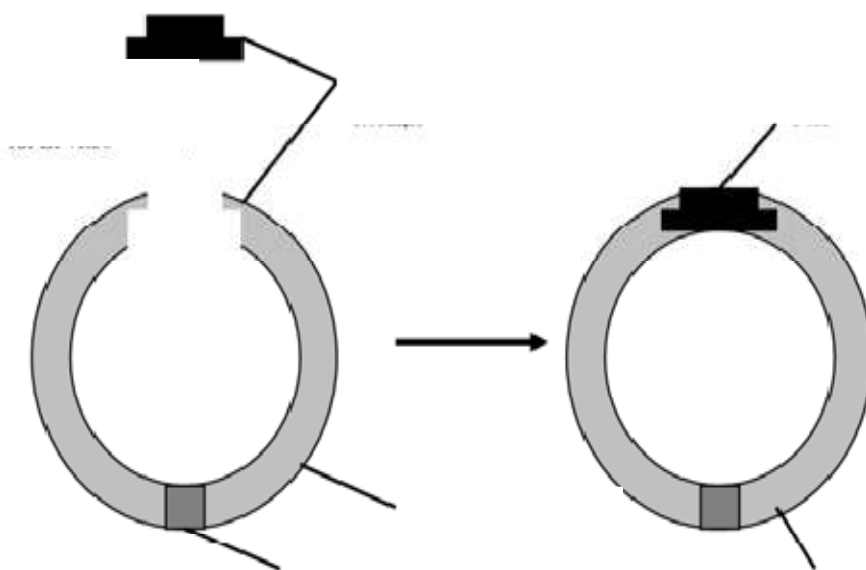
Энг содда плазмидали вектор қуйидаги компонентлардан иборат:

- 1 – хўжайин – хужайра ДНК сига кириши керак бўлган ген;
- 2–плазида ва кўчириб ўтказиладиган генни репликациясини таъминловчи участка;
- 3 – ген киритилган плазмидани сақловчи хужайрани аниқлаш имконини берувчи маркер;
- 4 – Плазида ДНК си.

Тирик организм хужайрасида рекомбинация жараёни фақат гомологик (бир хил) ДНК молекулалари орасида содир бўлади. Организмдан ташқарида, рекомбинация келиб-чиқиши ҳар хил бўлган ДНК молекулалари орасида содир бўлиши мумкин. Бу, ген инженерлиги методининг имкониятларини анчагина кенгайтиради.

**Организмдан ташқарида рекомбинация амалга ошиши учун нималар керак?** Ҳар бир ДНК молекулаларини ҳар иккала учида қисқа (4 тадан 20 тагача нуклеотидлар) бир занжирли участкалар – “ёпишқоқ учлар” бўлишлари керак. Улар, бир занжирли участкалар орасида ҳосил бўладиган водород боғлар ёрдамида, ДНК ни ҳар хил фрагментларини боғлаш имконини беради.

Иккита бирзанжирли “ёпишқоқ учлар” билан таъминлаб, ДНК молекулаларини қандай қилиб, “ўткирлаш” мумкин? Бу вазифани бажариш учун тадқиқотчилар “биологик қайчи” ларни – рестриктаза ферментларини ишлатдилар. Плазмида ДНК сини ва киритиладиган генини ДНК сини рестриктаза билан ишлов бергандан кейин, ҳар иккала ДНК ҳам “ёпишқоқ” уч (бир занжирли участкалар) ҳосил қиладилар. Кейин, плазмида ДНК си ва киритиладиган (бегона) ген аралашмасига лигаза ферменти қўшилади. Бу фермент бегона генини плазмида ДНК сига киритиб қўяди.



*3.5-расм. Плазмида ДНК сини (маркер сақлаган) ва киритиладиган ген ДНК сини “ёпишқоқ учлар” орқали боғланиши*

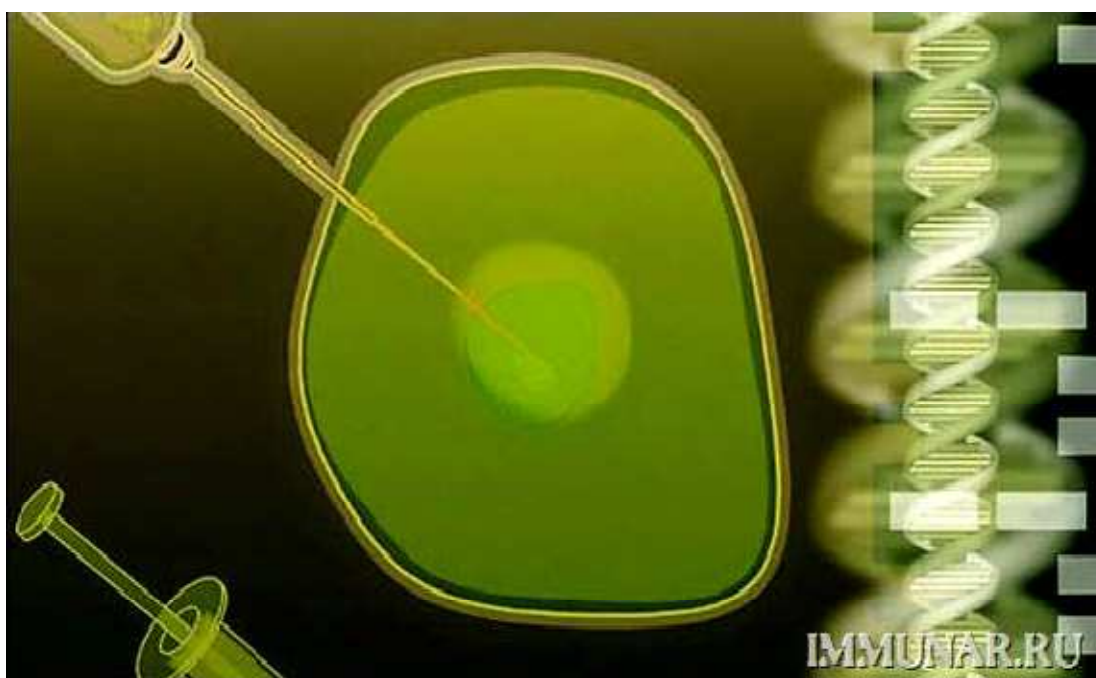
Вектор яратилгандан кейин, уни бошқа организм хужайрасига (хўжайин - организмга) “етказиш” керак. Нафақат унга (хужайрага) вектор киритиш, балки уни (векторни) хўжайин – организм хужайрасининг ДНК молекуласига жойлаштириш керак.

**Хўжайин организм хужайрасига ДНК киритиш усули.**Бегона ДНК (ген) ни бактерияга, ҳайвон ва ўсимликларни эмбрионал хужайраларига, ҳайвонларни хужайраларини ядроларига, ажратиб олинган хужайраларга, тўқималарга ва ўсимлик спораларига киритиш мумкин.

**Бегона ДНК қандай қилиб, хўжайин – организм хужайраларига киритилади?**

Олимлар бегона ДНК (ген) киритишни бир неча усулларини ихтиро қилганлар.

1. **Микроинъекция.** Диаметри 100 нм га тенг бўлган нозик шиша трубкаларчалар (микропипеткалар) ва микроманипуляторлар ёрдамида векторни тўғридан – тўғри хужайра ядросига киритиш мумкин. Бир инъекция билан 100 дан 300 минггача векторларни киритиш мумкин.



3.6-расм. ДНК (векторни) хужайра ядросига микроинъекцияси

2. **Липосомаларга ўраш.** Липосомалар – сферик (думалоқ) мембранали пуфакчалар бўлиб, уларни девори липидлардан тузилган. Липосомани ичи векторлар билан тўлдирилади. Липосомалар хужайра мембраналарининг липид бислойига киради, ва унда эрийди, уни ичидагилар (векторлар) эса хужайрани цитоплазмасига тушиб оладилар.<sup>5</sup>

3. **Трансфекция.** Векторларни кальций ионлари билан ишланади. Ҳосил бўлган ионларни наноконкомплекслари ва векторлар, хужайра мембраналаридан ажралиб чиқадиган фрагментлар билан ўраладилар. Мембраналарга жойлашиб (ўралиб) олган наноконкомплекслар (векторлар ва кальций ионлари) микропуфакчалар кўринишида хужайрани

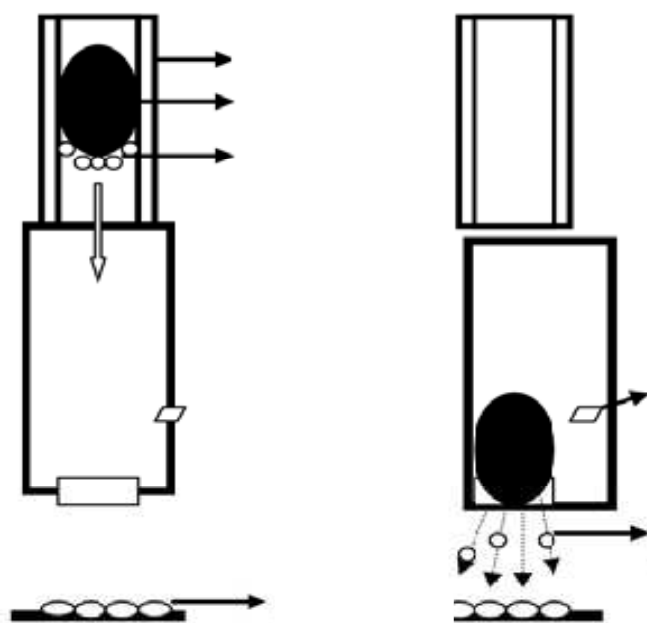
<sup>5</sup>[Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 46-75 p.].



цитоплазмасига ўтиб оладилар. Бу методдан векторларни эукариот хужайраларга киритиш мақсадида фойдаланилади.

4. **Электропорация.** Хужайрага юқори кучланишга эга бўлган (200-350 вольт, давомийлиги 54 мс) импульслар билан таъсир этганда, хужайра мембраналарини ўтказувчанлиги ошади. Мембранада қисқа муддатли пайдо бўладиган микротешикчалар орқали векторлар атроф муҳитдан (эритмадан) хужайра цитоплазмасига кириб оладилар.

5. **Микробўлакчалар билан бомбардировка қилиш.** Бу ўсимликлар, ген инженериясида энг самарали методлардан бири. Киритиш учун уруғни пишиб – етилмаган муртақдан фойдаланилади. Уларни олтин ёки вольфрам (диаметри 600 нм атрофида) кукунлари билан бомбардировка қилинади. Дастлаб кукунларни усти векторлар билан ўраб олинади. Бу кукунчалар (бўлакчалар) билан “ген пушка” лари ўқланади. Пушкалар отилгандан кейин, кукунчалар ўсимлик хужайрасига кириб олади. Отиш марказида жойлашган хужайралар нобуд бўладилар аммо, марказдан 0,6-6,0 см узоқда жойлашган хужайралар, векторлар киритиш учун жуда қулай бўлади. Энг содда ва оригинал “ген пушкасини” Россиялик олим Р.К. Салаев ихтиро қилган. Векторлар ёпиштирилган олтин шарчалар, тефлондан ясалган пулгага жойлаштириб отишга тайёрланади.



3.7-расм. Р.К. Салаев яратган “ген пушкасининг” чизмаси

Отилгандан кейин ўқ стволдан учиб чиқади ва насадкани тешигида ушланиб қолади. Инерция кучи таъсирида векторлар ёпиштирилган олтин шарикчалар отилиб чиқиб насадкани охиридан 10-15 см узоқликда турган ўсимлик хужайрасига қараб учади. Хужайрани ва уни ядросини тешиб

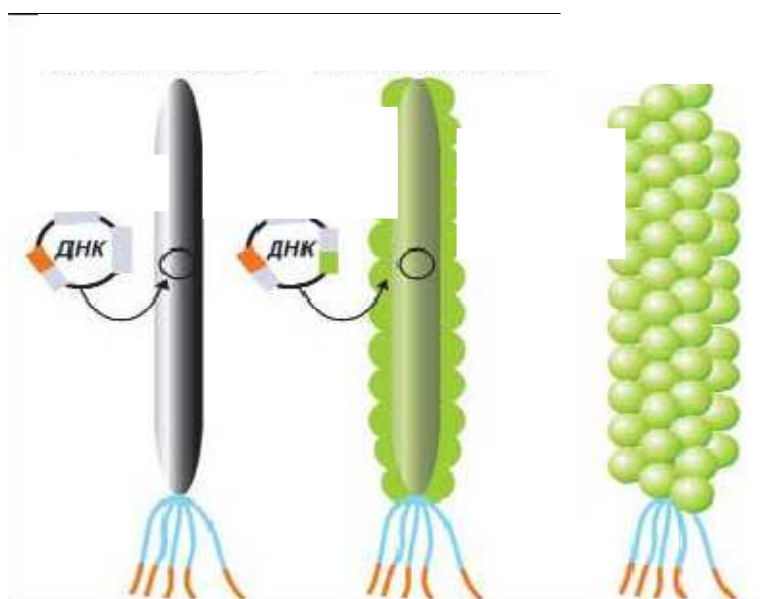
Ўтиб, улар векторларни ўсимлик хужайралари ДНК си молекуласига етказиб беради.

**Гибрид материаллар яратишда, бактериофагларни ген инженерияси.** Бактериофаглар (бактерияларда паразит ҳолда яшовчи вируслар), наноконструкторлар ва нанотехнологларни диққатини икки сабаб билан ўзига тортганлар:

1 – улар, кенг тарқалган табиий наноконструкторлар ҳисобланадилар;

2 – улар, ген инженерияси методларидан фойдаланиб, манипуляция қилишга жуда қулайлар.

Бактериофаглардан янги уникал табиатда учрамайдиган наноматериаллар яратишда фойдаланиш мумкинми? Бу саволга биринчилардан бўлиб АҚШ нинг Массачуст технология институти олимлари жавоб беришга киришганлар. Улар, бундай конструкция ясаш учун асос қилиб, бактериофагларни ген инженерлиги методини олганлар. Бунинг учун ҳар хил оқсилларни кодловчи ДНК молекуласи, бактериофаг ДНК си таркибига киритилган (бактерияни каслантирувчи вирус). Янги **ДНК бактериофаг ДНК** синивирусни сиртқи оқсилларини синтези учун жавоб берадиган учаскасига киритилган.



*3.8-расм. Ҳар хил оқсиллар кодловчи ДНК фрагментлари бактериофаг ДНК сини шу оқсилларни синтез қиладиган ва уларни ўзини сиртига жойлаштирадиган участкага киритилган*

Ген инженерияси методи билан олинган бактериофаг колониялари, махсус муҳитга жойлаштирилган. Бу шароитда олимлар, бактериофагни сиртқи оқсилларини субстратга ёпишишини кузатганлар. Субстратни сиртини ювиб ташлагандан кейин, уни сиртида фақат субстратга боғловчи оқсиллар сақлаган бактериофаглар “ёпишган ” ҳолда қолганлар холос. Ёпишиб қолган бактериофагларни ажратиб олиниб, уларни янги муҳитга

ўтказилган ва уларни колонияларини ўсишини таъминлашга ҳаракат қилганлар.

**Шундай қилиб, ҳар хил моддалар билан (субстратлар) боғланадиган ва янги мураккаб структуралар ҳосил қиладиган бактериофаглар яратилган.**

Ҳозирги вақтда олимлар, олтинга, платинага, кумушга, рух оксидига, арсенидгаллийга ва бошқа ноёб металлларга адгезив (ёпишувчан) бўлган бактериофагларни “библиотека” сини яратиш устида ишламоқдалар. Мана шундай оксиллар ва ноорганик моддаларни гибридлари асосида наномашиналар ва наноэлектронли қурилмалар яратиш учун қизиқарли бўлган янги наноматериаллар ва наноконструкциялар конструкция қилиш мумкин бўлади. Тажрибаларни бирида, олимлар бактериофагларни ипсимон “еғилишишини” кузатганлар. Уларни **сиртларидаги оксиллари, рух сульфид билан боғланиб, узун диаметри 20 нм бўлган электр ўтказувчи наноиплар ҳосил қилиши кузатилган.** Олинган структурани 350 °С гача қиздирилганда, бактериофаглар чиқиб, фақат нафис металл иплар қолган холос. Шунга ўхшаш йўл билан органик ва ноорганик моддалардан бошқа оригинал наноструктуралар яратиш мумкин. Олимларни дастлабки тадқиқотларида ишлатилган бактериофаглар, бор-йўғи 6 хил оксиллардан ташкил топган, улардан иккитаси ноорганик моддалар билан боғланганлар. Ҳозирги вақтда олимлар учламчи ўтказувчи структуралар олиш мақсадида, юқоридаги тажрибаларни оксил таркиби янада мураккаброқ бўлган бактериялар билан олиб бормоқдалар.

**Ген терапия ва ген таргетинг.** Ҳозирги вақтгача одамни 2000 дан кўпроқ ирсий касалликлари аниқланган. Фақат уларни кичик бир қисминигина анъанавий усуллар ёрдамида даволаса бўлади.

**Ген инженериясини ирсий касалликларни даволашда қандай имкониятлари бор?** Ген инженерияси методларидан тиббиётда фойдаланишни асослаш бўйича ишлар, дунёнинг кўплаб мамлакатларида 30-35 йиллар давомида олиб борилаётганлигига қарамадан, бу соҳада эришилган ютуқлар унчалик даражада қониқарли эмас. Энг аввало, ушбу муаммонинг ўта қийинлиги билан боғлиқ. Фақат бирта генда дефект пайдо бўлишидан келиб чиққан касалликларни даволашда тузукроқ натижаларга эришилган. Бундай ҳолатда, **касал хужайрани хромосомасига, аниқроғи шикастланган ген турган жойга нормал генни йўналтирган ҳолда киритиш мумкин.** Нормал ген хужайрага керакли бўлган оксилларни синтезини (ферментлар ёки бошқа моддалар) таъминлаб бера олади, шу орқали хужайрани функцияси жойига тушиб, организм соғломлашади. Ирсий касалликларни даволашни, мана шу оригинал нанобиотехнологияга асосланган усули – **ген терапия** деб ном олган. Ген терапияни мана шундай бир маротабалик процедураси, баъзида ирсий касалликни тўлиғича даволашгача олиб келади. Ирсий касалликларни кўпчилиги, хромосома ДНК сида ўзгарган (“мейоридан ташқари”) ген кириб қолганлиги билан

боғлиқ. Бундай генни фаолият кўрсатиши, организмга фақат зарар олиб келади.

**Организм учун зарур бўлган генни функциясини қандай тўхтатиш мумкин?** Бундай ҳолатлар учун олимлар томонидан даволашни оригинал усули ишлаб чиқилган ва бу усул **генли таргетинг ёки ген “нокаут”** деб ном олган. Бу усул, муайян генни функциясини тўлиқ босиб қўйишга (ўчириб қўйишга) асосланган. Бунинг учун, нормал генни муртақ хужайрада вақтида “синик” нусха билан алмаштирувчи нанобиотехнология керак. Генни “синик” нусхасига, нуклеотидлардан иборат бўлган махсус (вставка) ямоқ киритилади. “Синик” нусха, нормал гендан фақат мана шу ямоғи билан фарқ қилади холос. Ямоқ (қўшимча, вставка) синик” нусха сақлаган ирсий информацияни ўқиш рамкасини суриб қўяди.

Шу сабабли, бу ген кодлайдиган оқсил синтез бўлмайди (яъни ген фаолият кўрсатмайди), демак касаллик пайдо бўлмайди.

Ҳозирги вақтда ген терапия ва ген таргетинг ёрдамида юзлаб касалликларга даво топилган.

### **3.3.Хужайра плазмалеммаларнинг тузилиши ва функцияси<sup>6</sup>**

Тирик системаларнинг надмолекуляр (субхужайра) даражадаги структура ва функционал бирлиги, биологик мембраналар,органойдлар ва уларни қисмлари ҳисобланадилар.

Биологик мембраналар, хужайрада сақланган барча модда, органойд ва суюқликларни, атроф муҳитдан ажратиб туради, хужайрани органойдларини шакллантиради. Улар мураккаб таркибга ва тузилишга эга. Биологик мембраналарни структура ва функциялари ҳақидаги маълумотлар, фақат электрон микроскопия тадқиқотлари асосида олинган. Бу тадқиқотларни С. Зингер ва Г. Николсонлар 1972 йилда, плазмалеммани (хужайра мембранасини) суюқ-манзарали моделини яратиш билан, ниҳоясига етказдилар.

Бу моделга кўра, плазмалемма нима? Плазмалемма (хужайра мембранаси) – бу хужайрани ташқаридан чегаралаб турувчи сиртки структура.

У, хужайрани хужайрадан ташқаридаги муҳит билан алоқасини амалга оширади. Плазмалеммани қалинлиги, 5 – 10 нм. Плазматик мембраналар асосан 1:1 нисбатда олинган оқсиллар ва липидлардан тузилган. У, икки қават липид молекулалари ёрдамида шаклланади. Липид молекулалари: гидрофиль (поляр) бошча ва гидрофоб (нополяр) думдан иборат. Липидларни гидрофоб думи, липидли бислойни (икки қаватни) ичига, гидрофиль бошчалар эса, - ташқарига қараб жойлашганлар.

---

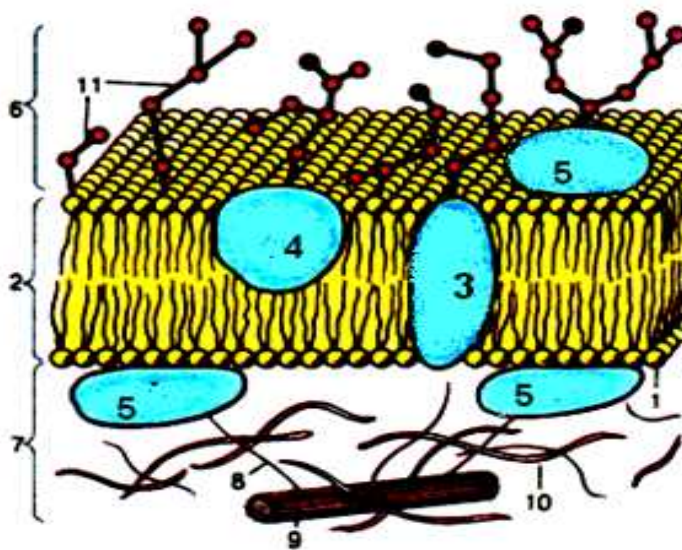
<sup>6</sup>С.М. Niemeier., С.А. Mirkin. Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives. 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. CGaA, Wienheim. 327-332 p.

Плазмалеммани липидлари ва оқсиллари, гелсимон консистенция ҳосил қиладилар.

**Мембрана оқсилларининг типлари.** Мембранада локализация бўлган оқсиллар, мембранага специфик хусусият беради ва ҳар хил биологик вазифани бажаради: ўтказувчи, фермент, структурали молекула ва х.к. Оқсил молекулалари, липидли бислойда манзарали бўлиб тарқалган бўладилар ва унинг ичида (доирасида, чегарасида) бемалол ҳаракатланадилар.

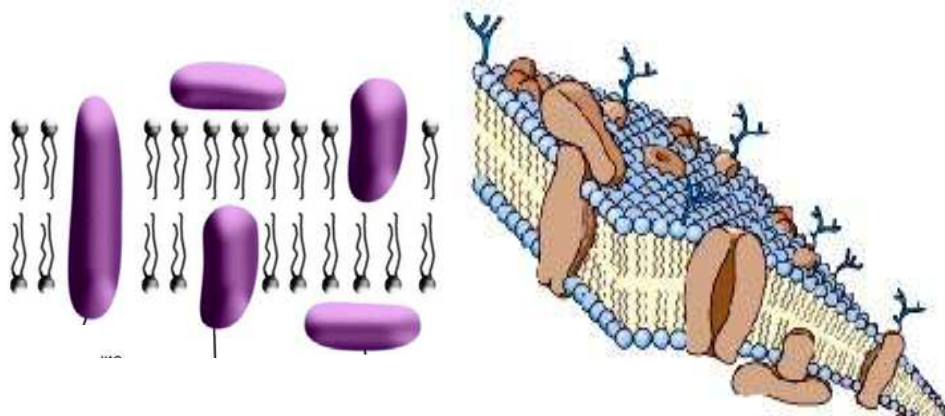
Оқсил молекулалари, қандай қилиб, липидли мембранани бутунлигини сақлаган ҳолда бислойда ушланиб қоладилар? Липидли бислойда, оқсил молекулалари, липид молекулаларини поляр ва нополяр қисмлари билан бўладиган гидрофоб электростатик ва бошқа молекулалараро ўзаро муносабатлар туфайли ушланиб турадилар. Шунинг учун ҳам, оқсилларни, липидли бислойда эркин ҳаракатланганларига қарамасдан, плазмалемманинг конструкцияси етарли даражада мустаҳкам бўлади. Тадқиқотчиларни ҳайратда қолдирадигани, оқсилларни хилма хиллигидир. Мембрана оқсиллари нафақат тузилишлари ва функциялари, балки жойлашишлари бўйича ҳам хилма-хилдирлар.

Мембранали оқсиллар, ўзларини липидли бислойда жойлашишлари бўйича, иккига бўлинадилар: периферик (ташқи) ва интеграл (ичида жойлашган).



3.9. Плазмалемманинг тузилишини схемаси:  
 1 – липид молекулалари; 2 – липидли бислой;  
 3 – интеграл оқсил; 4 – ярим интеграл оқсил;  
 5 – периферияда жойлашган оқсиллар;  
 6 – гликокалис; 7 – суб мембранали қават;  
 8 – актин сақлаган микрофиламентлар;  
 9 – микротрубкачалар; 10 – оралиқ филаментлар;  
 11 – гликопротеинлар ва гликолипидларни углевод қисми

Периферияда жойлашган оқсиллар, липид молекулаларини полярли бошчалари билан электростатик ўзаро таъсирлар орқали боғланганлар. Мембрана ҳосил қилишда асосий ролни интеграл (ички) оқсиллар бажарадилар. Интеграл оқсиллар тўлиқ (бутунлай) ёки қисман ботирилган бўлишлари мумкин. Мембранага тўлиқ ботирилган оқсилларни интегралланган оқсиллар, қисман ботирилганларни эса, ярим интегралланган оқсиллар деб юритилади. Баъзи оқсиллар, мембранани тўлиқ тешиб ўтадилар (уларни тешиб ўтувчи ёки трансмембрнали оқсиллар деб аталади).



3.10-расм. Плазматик (ҳужайра) мембраналарининг мембрнали оқсиллари

Ҳужайра мембраналарини учунчи компоненти – углеводлардир. Улар, асосан олигосахаридлар ва полисахаридлардан ташкил топган. **Ҳужайра мембраналарида углеводларни биологик роли нима?** Плазматик мембраналарни углеводлари, оқсиллар билан боғланган ҳолда, (гликопротеинлар) ёки липидлар билан боғланган ҳолда (гликолипидлар) бўлади. Улар ҳужайра мембранасининг сиртида, гликокаликс деб аталувчи, над мембрнали қават ҳосил қиладилар. Гликокаликс, ҳужайралараро ўзаро муносабатларни амалга оширади, ҳужайрани биологик ҳимоя механизмларида иштирок этади, мембраналарда оқсил молекулаларини стабиллигини таъминлайди.

**Плазмалемманинг функцияси.** Плазмалемманинг функцияси, унинг ҳужайра цитоплазмаси ва ҳужайрадан ташқаридаги муҳит чегарасидаги жойлашиш ҳолати билан белгиланади:

- Барьерлик вазифаси, цитоплазма билан ҳужайрани ўраб турган муҳитни механик ажратиб туриши;

- Транспортлик вазифаси, моддалар, бўлакчалар (танловчи, бошқарувчи, пассив ва актив транспорт) ни ташиш, ҳужайра билан атроф муҳит орасидаги боғлиқликни таъминлайди;

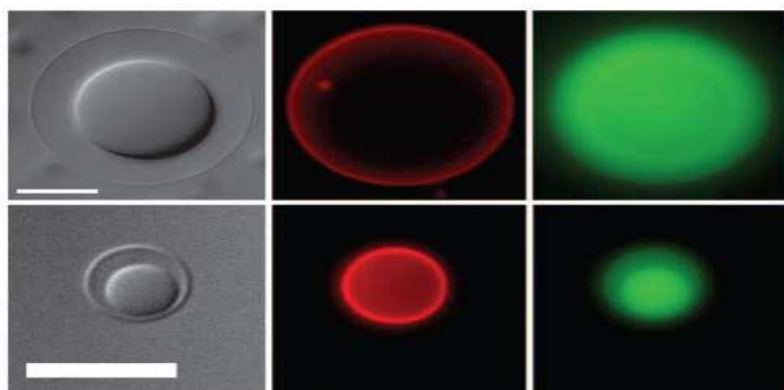
- Бошқарувчилик вазифаси, муайян ҳужайрани бошқа ҳужайраларни ва ҳужайралараро моддаларни таниб олиши билан белгиланади; буларни амалга ошишида, плазмалеммани сиртида жойлашган специфик



рецепторлар (сигналли молекулаларга, масалан гормонлар ва х.к), иштирок этадилар.

Тирик ҳужайраларни плазмалеммаларини алоҳида функцияларини ҳар томонлама ва чуқур ўрганиш учун, анъанавий тадқиқот усуллари етарли бўлмади.

Плазмалеммаларни функцияларини чуқур ўрганишни қандай амалга ошириш мумкин? Пенсильвани (АҚШ) университети олимлари бу саволга биринчилардан бўлиб жавоб бераолдилар. уларга даставвал жуда содда сунъий ҳужайра яратдилар.

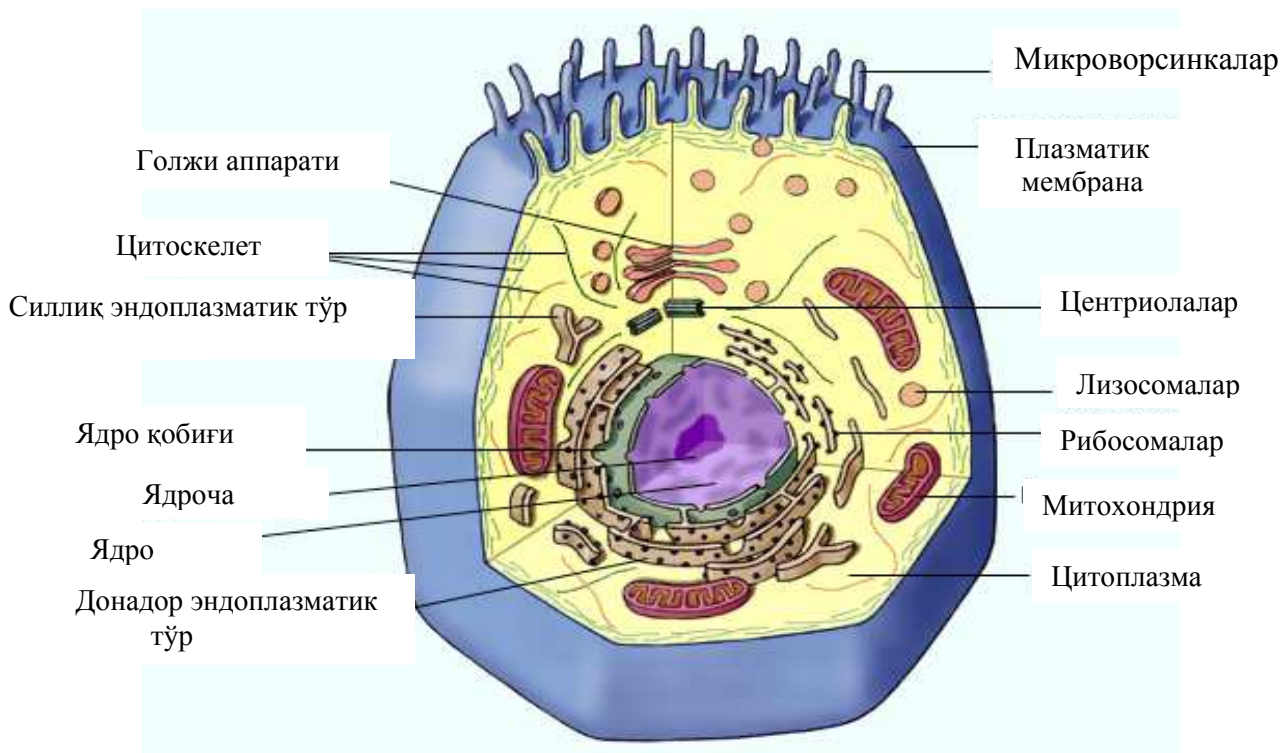


*3.11-расм. Одатдаги (чапда) ва люминесцент (марказда ва ўнгда) микроскоплар ёрдамида энг содда сунъий ҳужайраларни кўриниши. Шкала узунлиги, 10 мкм га тенг.*

**Элементар биологик мембрана ҳақида тушунча.** Плазмалемма (ҳужайра мембранаси) га ўхшаган структураларни ҳужайрада кенг тарқалганлиги, уларни тузилишини универсаллиги, “элементар биологик мембрана” тушунчасини фанга киритишга асос бўлди.

Элементар биологик мембранага асос бўлиб, липидларни ички молекуляр қавати (липидний бислой) ва уларни ҳар икки томони ҳамда ичида жойлашган оқсиллар хизмат қилдилар. Ҳужайрани структура қисми, мембранали ва мембраси бўлмаган органоидларга (органеллаларга) бўлинади. Органоидлар деб, ҳужайрани маълум тузилишга эга бўлган ва специфик функцияни бажарувчи, доимий қисмига айтилади. Мембранали органоидлар таркибида, биологик мембраналар иштирок этадилар.

Ҳужайра (плазматик) мембраналари, ҳужайра ядроси, эндоплазматик тармоқ, пластинкасимон комплекс (Гольджи аппарати), митохондриялар, лизосомалар, пероксомалар, хлоропластлар, микроворсинкалар мембранали органоидларга кирадилар.



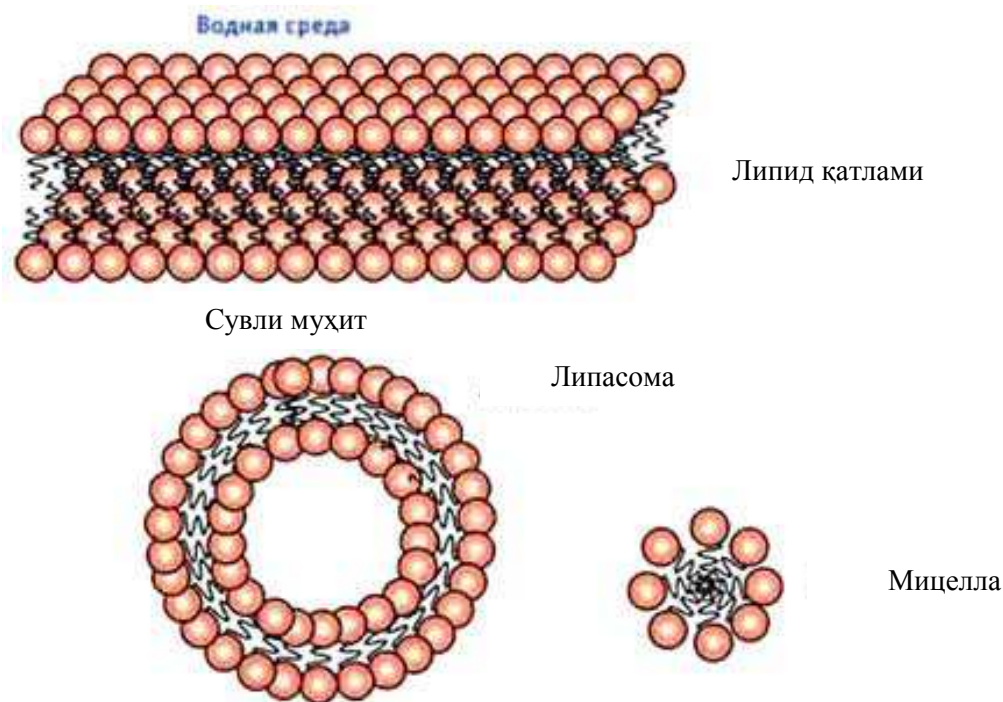
3.12-расм. Тирик ҳужайрани мембранали ва мембранасиз органоидлари  
 Мембрансиз органоидлар, ўзини шахсий ўраб турадиган мембранасига эга бўлмаган органоидлар бўлиб, уларга рибосомалар, микротрубкалар, микрофиламентлар (цитоскелетлар) га ўхшаган органоидлар кирадилар.

### 3.4.Биологик мембраналар нанотехнологияда ва улар асосида наноструктураларни конструкция қилиш.

Элементар биологик мембраналарни липидли бислойларини ноёб хоссалари, биотехнология, тиббиёт ва саноат ишлаб-чиқаришнинг ҳар хил соҳаларида фаолият кўрсатаётган олимлар ва инженер-конструкторларни диққат-эътиборини ўзига тортган.

**Тирик системаларни мана шу наноструктураларидан сунъий наноструктуралар яратишда фойдаланса бўладими?** Тадқиқотчилар, бислойдаги липид молекулаларини ориентациясига эътибор қилдилар. Улар, шундай жойлашганларки, уларнинг молекулаларини нополяр (гидрофоб) думлари, липид қаватни ичига, яъни бошқа қаватни липидларини думларига қараб жойлашганлар. Липид молекулаларини поляр (гидрофил) бошчалари эса ташқарига қарашган.

**Бислойни (икки қаватни) фрагментлари, сувда ўзларини қандай тутадилар?** Олимлар, бислой фрагментларини сувга солишиб, кичик думалоқ пуфакчалар ҳосил бўлганини кузатганлар. Пуфакчаларни девори, липидларни бислатидан ташкил топган бўлиб, уларни поляр бошчалари бир томондан сувли муҳит билан, иккинчи томондан эса, пуфакчани ички бўшлиғи билан чегаралашган.



3.13-расм. Сувли муҳитда, липидли бислойдан липосомани шаклланиши. Девори липидлардан - 4-тузилган бундай думалоқ пуфакчалар, липосомалар (грекча-ёғли жисм) деб номланган.

Мицеллалар – липидлардан ташкил топган майда шарикчалар бўлиб, улар липосомалардан, икки структурали ўзига-хослик билан фаркланадилар:

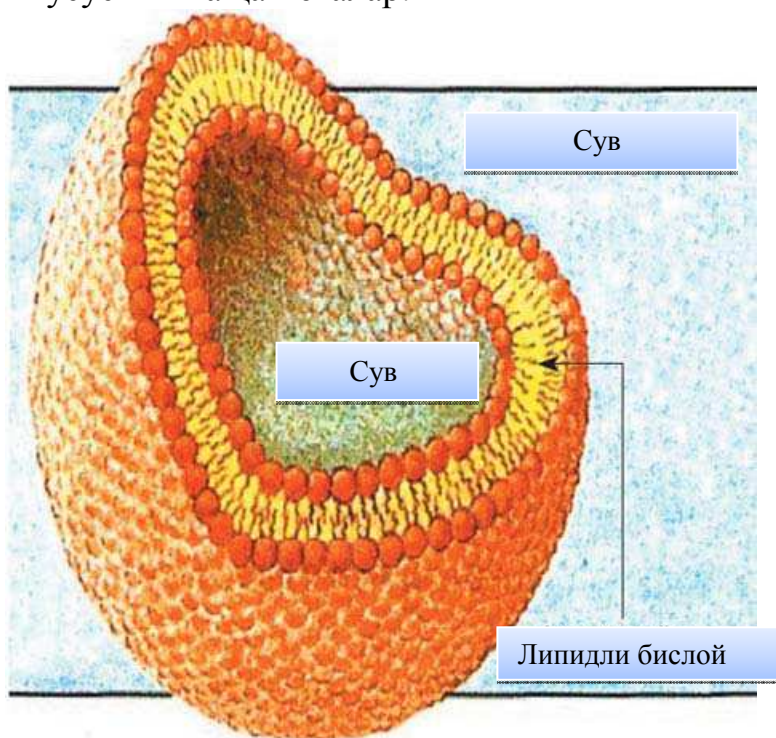
- 1 – улар ички бўшлиққа эга эмаслар (сувли идишчаси йўк);
- 2 – ташқи сувли муҳитдан, наносомалар (мицеллалар) бир қаватли липидли девор билан ажратилган.

Липосомаларни шаклланиш шароитларини ўзгартириб, олимлар, уни ичига доривор моддалар, ДНК бўлакчалари ва бошқа моддалар киритиш йўллларини топганлар.

**Липосомаларни ва плазмалеммаларни** деворларини структуравий ўхшашлигига эътибор бериб, олимлар, уларни ўзаро таъсирларини махсус тажрибаларда ўрганишни ўзларига вазифа қилиб қўйдилар. Натижада, липосомалар, нафақат хайвонлар учун токсик хусусиятга эга эмасликларини, балки, улар ҳужайра мембраналари билан қўшилиш хусусиятига эга эканлигини намоён қилганлар.

Липосомадан амалиётда фойдаланиш учун қизиқарли жараён куйидаги тадқиқотларда кузатилган: Липосомани ҳужайра мембранаси билан қўшилиш жараёнида, липосомани ичидаги моддалар, ҳужайрани цитоплазмасига ўтганлиги кузатилган. Демак, липосома, нишон-ҳужайрани ичига доривор моддалар ёки уни ичига жойлаштирилган генни етказиш хусусиятига эга экан. Липосомани бу хусусияти, бугунги кунда тиббиёт ва ген-инженерияси амалиётидан ўрин олган. Аммо, олимларни

липид молекулаларини, сувли муҳитда намоён қиладиган хусусиятларига қайтамиз. Маълум шароитда, липидлар, липосомалардан ташқари, яна бошқа типдаги липидли наноструктуралар – наносомалар (мицеллалар) шакллантириш хусусиятига ҳам эгалар.



*3.14-расм. Липосома (унинг бир қисми ярим шар кўринишида, расми юқори қисмида акс эттирилган) ҳужайра мембранаси билан (настдаги, ялпоқ структура) қўшилиши жараёнида.*

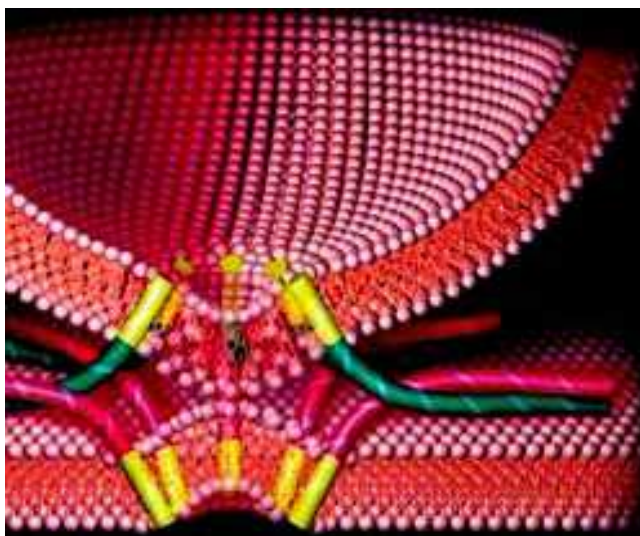
Олимлар ўзларининг кейинги тадқиқотларида, липидли мембраналар, бошқа ҳужайра наноструктуралари – микротрубкалардан фарқли ўлароқ, мусбат зарядланганлигини аниқладилар. Микротрубкалар – диаметри 24-25 нм га тенг бўлган, ички бўш цилиндрлардир. Улар, глобуляр оксил – тубулиндан шаклланган бўлиб, манфий зарядланганлар.

**Липидли мембраналар ва микротрубочкалар, ўзаро муносабатга кирганларида, ўзларини қандай тутадилар?** Бу саволга жавоб бериш учун, олимлар, қатор тажрибалар ўтказганлар. Тажрибалардан бирида, маълум шароитларда, ўз-ўзидан йиғилиш йўли билан, оксил-липидли нанотрубкалар шаклланганлиги аниқланган. Тубулин оксидан тайёрланган микротрубкача, нанотрубкани ўзагини шакллантиради (80-расм) ва у липидли бислой билан қопланади. Ўз навбатида бу конструкция сиртидан тубулин оксидан шаклланган ҳалқалар ёки спираллар билан қопланади.

Нанобиотехнологиянинг энг муҳим ютуқларидан бири – **бошқарилувчан, оксил – липидли нанотрубкалар яратилиши бўлди.** Мембраналарни ва микротрубкаларни липидли бислойини электрик зарядини ўзгартириб, наноконструктуралар, очик ёки ёпиқ нанотрубкалар



яратишга эришдилар. Бу эса, нанотрубкага модда киритиш ёки ундан моддаларни чиқариб олишни бошқариш имконини яратди.



3.15-расм. Липид-оқсилли нанотрубкаларни схемаси

Ҳозирги вақтда, нанотрубкалари ички бўшлиғига доривор моддалар ёки ген киритиб, уларни организмни керакли қисмига етказиб бера оладиган конструкцияларини яратиш устида тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Липосомаларга ўхшаб, бошқарувчан оқсил-липидли нанотрубкалар, керакли моддаларни плазматик мембраналар орқали, тирик ҳужайрани аниқ бир участкасига етказиб бериш имконини яратади.

Марказда – очик учли нанотрубка; чапда-липидли қалпоқчалар билан ёпилган нанотрубкалар; ўнгда-нанотрубкани горизонтал проекцияси ва унинг йириклаштирилган фрагменти. Нисбатан, оқсил ва липидлар миқдорини назорат қилиш орқали, нанотрубкаларни ҳолатини ўзгартириш мумкин: ёки очик учли, ёки липидли қалпоқчалар билан учи ёпилган нанотрубкалар олиш мумкин.<sup>7</sup>

**Биологик мембраналар.** Биологик мембраналарни наноконструкцияларда ишлатилишини хилма-хиллиги ва бу соҳада олиб бориладиган ишларни кенгайтириб кетиши, тадқиқотчилар олдида янги ва янада мураккаб вазифалар қўйди. Шундай вазифалардан бири – **биологик мембраналар нанопечатни амалга оширишда ёрдам кўрсатиш мумкинми?** – деган саволга жавоб топиш бўлди. Бу саволга жавоб топишга биринчилардан бўлиб, АҚШ ва Германиянинг ҳалқаро коллективи киришдилар ва улар нанопечатни ёки нанолитографияни оригинал методини яратдилар.

<sup>7</sup>[Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 46-75 p.]

Нанопечат методида, хужайра мембраналарига қандай жой ажратилган?

Липидлар, худди хужайра мембраналарини тузилишида катнашганларидек, “сиёҳ” вазифасини бажарадилар. Кремнийдан ёки шишадан ясалган пластинкаларга суртиш учун тадқиқотчилар, атом-кучли микроскопдан фойдаланганлар. Бунинг учун алоҳида тадқиқот шароити танланган. Муҳитни намлигини ва нанообразни қуриш тезлигини назорат қилиб, тадқиқотчилар, маълум кетма-кетликга риоя қилган ҳолда, бир неча қават липидларни чўктирганлар. Липидлар, субстрат сиртида чўктирилганларида, липидли бислойлар ҳосил қилганлар. Липидларни бу икки қаватидаги молекулалараро ўзаро таъсирни қайтарганлар. Липидлардан нанообразлар, ҳар хил материалларда (кремний, полистирол ва х.к) печать қилинган.

Зарурият бўлганида, нанопечать методи ёрдамида, катта миқдорда, хужайра мембраналарини олиш ҳам мумкин. Тадқиқотчиларни фикрларига кўра, нанопечать методи, хужайра мембраналарини қандай фаолият кўрсатаётганлигини тушунишни осонлаштириш, ҳатто бундай тушунчани яқинлаштириш ҳам мумкин. Бунинг асосида, шунингдек, доривор моддаларни тўғрида-тўғри организм хужайрасига етказиб беришни янги усуллари яратиш ҳам мумкин.<sup>8</sup>

### Назорат саволлар:

1. Тирик системани надмолекуляр (субхужайрали) даражада тузилишини структура-функционал бирлиги бўлиб нима хизмат қилади?
2. Плазмалеммани қандай кимёвий моддалар ҳосил қилади?
3. Плазмалеммаларни тузилишини ўзига хослиги нимада?
4. Мембранали оқсилларни типларини айтиб беринг.
5. Плазмалеммани периферик ва интеграл оқсиллари, нима билан фарқланадилар?
6. Углеводлар, плазмалеммада қандай жойлашадилар?
7. Гликокаликс нима?
8. Плазмалемма қандай функцияларни бажаради?
9. Пенсильвани университети олимлари, қандай моддалардан энг содда сунъий хужайра ясадилар?
10. Олимлар, сунъий хужайраларда қандай ҳодисаларни кузатдилар?
11. Элементар биологик мембрана қандай тузилган?
12. Хужайраларни мембранали ва мембранасиз органоидлари нима билан фарқланадилар?
13. Қандай хужайра органоидлари, мембранасиз органоидларга кирадилар?
14. Хужайрани мембранали органоидларни келтиринг?

<sup>8</sup>[Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 29-31 p.]



15. Органоидлардан қайсилари, фақат: а) ўсимлик ҳужайраларида; б) ҳайвон ҳужайраларида учрайдилр?

16. Липосомаларни тузилишини ўзига хослигини тушинтириб беринг?

17. Липид молекулалари, бислойда қандай жойлашадилар?

18. Липосомаларни қайси хоссалари, улардан тирик ҳужайрага моддалар юбориш мақсадида фойдаланиш имконини беради?

19. Оксил-липидли нанотрубкалар қандай тузилганлар?

20. Қандай қилиб, очиқ ва ёпиқ нанотрубкалар яратиш мумкин?

#### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Standford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 363 p.

2. С.М. Niemeyer., С.А. Mirkin. Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives. 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. CGaA, Wienheim. 458 p.

## IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРМАТЕРИАЛЛАРИ

### 1-амалий машғулот.

#### Нанобиотехнология-биологиянинг ривожланишини янги босқичи.

**Ишдан мақсад:** Биологиянинг ривожланиш тизимида тирик системаларнинг тузилиш босқичлари бўйича асосий кўникмаларни такрорлаш. Ёруғлик ва электрон микроскопдан нанобиотехнологияда фойдаланиш кўникмаларига эга бўлиш.

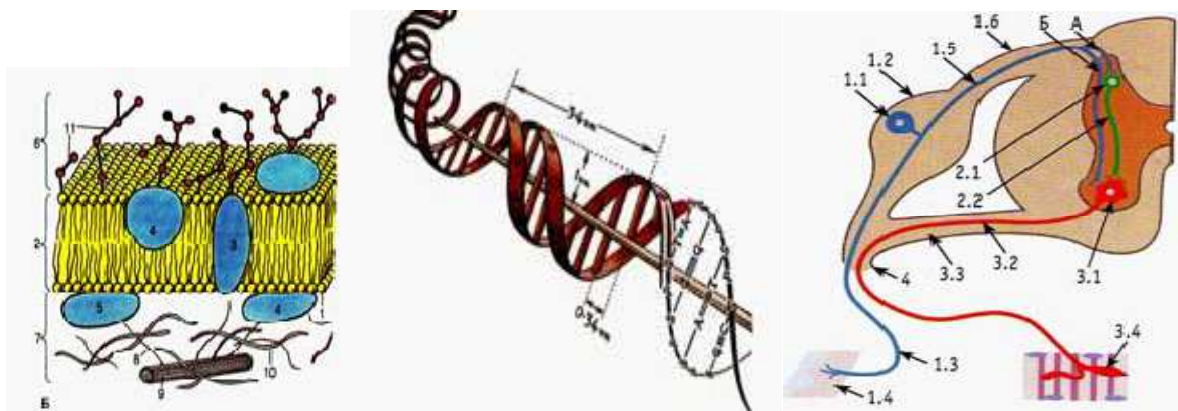
**Масаланинг қўйилиши:** Тингловчи амалий машғулотда келтирилган вазифаларни бажариши, таҳлил қилиши ва натижа олиши лозим.

#### Ишни бажариш учун намуна:

**1-вазифа.** “Тирик системаларни тузилиш босқичлари” жадвалини тўлдириг.

Тузилиш босқичлари	Босқичнинг структура функционал бирлиги	Шу босқичда ҳаётнинг асосий атрибутлари (кўриниши)

**2-вазифа.** Тасвири келтирилган биологик структура ( а - расм) тирик системани тузилишини қайси даражасига (босқичига) тўғри келади? Расмни дафтарингизга чизинг ва уни тагига ўзингиз билган элементларни 1-10 рақамлари билан белгилаб келтириг.



**3-вазифа.** Структура функционал бирлиги б-расмда келтирилган, тирик системанинг тузилиш босқичини тавсифлаб беринг. Уни қандай кимёвий бирикмалар ҳосил қилади?

**4-вазифа.** В- расмда келтирилган тасвир тирик системалар тузилишини қайси босқичига тўғри келади?

**5–вазифа.** Тирик системаларни тузилишини хужайра ва организм босқичларини таққосланг? Бу босқичлар учун ҳаётни қайси кўриниши характерли? Бу босқичларга тирик системани структура – функционал босқичи иерархиясининг асосий жойларини киритиш мумкинми? Хужайра ва организм даражаларини ўхшашлик ва фарқли томонларини тушинтиринг?

**6–вазифа.** Ҳаётни молекуляр ва субхужайрали даражаларини ўхшашлик ва фарқли томонларини кўрсатинг? Молекуляр даражани асосий молекулалари нималар? Улар субхужайрали структуралар таркибига кира оладими? Субхужайра босқичи нима, у нима учун “надмолекуляр” деб ҳам аталади? Қандай моддаларни молекулалари хужайрани надмолекуляр структуралари (надкомплекслар) ҳосил қилади? Улардан қайсиларини биологик мембраналар таркибида кўриш мумкин? Қандай моддалар атом-молекуляр комплекслар таркибига киришлари мумкин?

**7–вазифа.** Кўриш ёруғлик диапазони 200-350 нм га тенг бўлганда ёруғлик микроскопининг максимал сезгирлик даражаси нимага тенг? Ультрабинафша нурларидан фойдаланганда ёруғлик микроскопини назарий кўриш имкониятларини ҳисоблаб чиқинг?

**8–вазифа.** Ёруғлик микроскопи кўзни кўриш имкониятини тахминан 1000 марта оширади. Бу микроскопни “фойдали” кўпайтириши ҳисобланади ва ундан баландроқ кўпайтириш зарурияти бўлганда, тасвирни контурлари кўтарилади, аммо бу кўпайтириш тасвир ичида жойлашган майдароқ деталларни кўриш имконини бермайди. Ёруғликни кўринадиган областидан фойдаланилганда, ёруғлик микроскопида катталиги 0,2 мкм дан кичик бўлган бўлакчаларни ҳам кўриш имкони бор. Мана шунга қандай эришиш мумкин? Бунда қандай самара (эффekt) ишлатилади? Ёруғлик микроскопини бундай типни қандай аталади?

**9–вазифа.** А- расмда, X – оксил комплексини тузилиш модели ва уни атом-кучли микроскоп ёрдамида олинган тасвири кўрсатилган (б-расм), а-расмда нима кўрсатилган? А- расмда келтирилган рақамларни нима эканлигини ёзиб чиқинг. X ни учўлчамли модели ёруғлик ўтказувчи ва сканир қилувчи электрон микроскопда олинган микрофотография асосида олинган. Атом-кучли микроскопия X ни тузилиши ва фаолият кўрсатиши ҳақида қандай маълумотлар бера олади? X ни хужайрадаги роли нима? X ни фаол микдори хужайрани тирик ҳаёти давоимида доимийми?

**10–вазифа.** Ўсимлик хужайраларини флуоресцент микроскопда қаралганда, хужайрани ичидаги тим-кўк фонда ёрқин қизил нуқта кўринади. Бу структуралар нималар? Ультрабинафша нурларда қайси органик бирикмалар қизил ранг бериб кўринади? Шунга ўхшайдиган бирикмаларни ҳайвон хужайраларида учрайдиганларига ҳам мисол келтиринг?

**11–вазифа.** Кўплаб денгиз умуртқасизлари кимёвий жараёнларни энергиясини ишлатиб, ультрабинафша нурлари ёки кўзга кўринадиган

ёруғлик таъсирида ўз-ўзидан ёруғлик беради. Бундай ёруғликнинг асосида хилма-хил органик бирикмалар ётади. Шундай бирикмалардан бири – маълум авлодга мансуб бўлган медузаларда учрайдиган яшил флуоресцентли оксил (GFP). Ёруғлик ютиш ва чиқариш учун, оксил молекуласининг махсус бир қисми бўлган хромофор жавоб беради. Ультрабинафша нурларида бу оксил, ҳаворанг- яшил ранг беради. Агар GFP генини, қандайдир бошқа гени “думига” “тикиб” кўйилса, мана шу гендан думида - “фонарча” тутган оксил синтез бўлади, ва мана шу ген фаоллашган бутун хужайра (яъни муайян оксилни синтези ишга тушган бўлса) яшил ранг бериб турадиган бўлади. Шундай қилиб, киритилган генининг қаерда ва қандай интенсивликда ишлаётганлигини кузатиш мумкин бўлади. Яшил рангли флуоресцент оксил, кўплаб ёпиқ жараёнлар ва структураларни кузатиш имконини беради. Масалан, нейронларни ўсиши ва уларни алоқаларини характери, ҳамда лаборатория ҳайвонлари организмида рак хужайраларини тарқалишини кузатиш мумкин бўлди. 2008 йилда Осаму Симомура, Марин Чалфи ва Раджер Цяньлар (япония олимлари) яшил флуоресцент оксилни очганликлари ва ундан фойдаланиш методикасини ишлаб-чиққанликлари учун Нобел мукофатиغا сазовор бўлдилар.

Адабиёт маълумотларидан фойдаланиб, қуйидаги мавзуларни биридан қисқача маълумот тайёрланг.

- 1) “Яшил флуоресцент оксил: очилиш тарихи”
- 2) “GFP– ўхшаган оксиллар: биологияда ишлатилиш имкониятлари”
- 3) “GFP да ҳайвон оорганизмларида флуоресцент нишон сифатида фойдаланишни устувор томони ва камчиликлари”

**12 – вазифа.** Юқорида келтирилган маълумотлар асосида, ҳозирги замонда нанобиотехнологияни ривожлантириш босқичлари ҳақида ўзингизни баҳоингизни ишлаб чиқинг. Сизнинг нуқтаи назарингиздан нанобиотехнологиянинг вазифалари рўйхатини ёзиб чиқинг ва ўз фикрингизни ҳимоя қилинг.

**13 – вазифа.** Нанобўлакчалар яратиш технологиясида моддаларга ишлов беришнинг икки, бир-биридан тубдан фарқ қиладиган принциплари бор: Биринчиси “пастдан тепага” яъни каттароқ объектни “паст қатордаги” элементлардан (атомлардан, молекулалардан, биологик хужайраларни структура фрагментларидан ва ҳ.к.) йиғиш; иккинчиси – “тепадан пастга” яъни, механик ёки бошқа турдаги тасвирлар ёрдамида физик жинсни нанометрга тенг бўлган ўлчамгача кичиклаштириш. Сизнинг фикрингизча, мана шу принципларни қайси бирини табиат тирик хужайраларда наноструктуралар шакллантираётганда асосий (устувор) принципи сифатида қабул қилган? Нима учун Сиз танлаган ёндошиш фаолият кўрсатиб келаётган тирик системаларда асосий эканлиги тушунтириб беринг. Нима учун табиат фақат биргина ёндошиш билан чегараланиб қолмаган? Ҳар иккала ёндошишни хужайрани ҳаёт фаолиятидаги наноструктуралар шакллаштириш билан боғлиқ бўлган родини

тушунтириб беринг. Ҳар бир ёндошишни хужайра фаолиятидаги роли ва ўрнига бўлган муносабатингизни билдиринг.

### **Назорат саволлари:**

1. Нима учун тирик системани молекуляр босқичи (даражаси) наноструктуралар билан манипуляция қилишда асосий ҳисобланади?
2. Субхужайра ва хужайра босқичлари қандай қилиб, наномеханизмлар яратиш ва улардан фойдаланишда модель бўлиб хизмат қилади?
3. Тирик системани тўқима, орган ва организм даражаларини (босқичларини) тавсифлаб беринг?
4. Тур ҳосил бўлиш жараёни қайси босқичда амалга ошади?
5. Тирик системани популяцион, тур ва биоценотик даражаларини (босқичини) тушинтириб беринг?
6. Ҳужайрани ўрганишни уни ички тузилиши ва сиртини тадқиқ қилишни қандай методлари бор?
7. Ёруғлик ва электрон микроскопларни кўриш имкониятлари қандай?
8. Ёруғлик микроскопини замонавий маркаларини тушинтириб беринг?
9. Тирик хужайрани ўрганиш учун қандай метод ишлатилади?
10. Квант нуқталарини органик флуорохромларга нисбатан устуворлиги нимада?

### **Тавсия этиладиган адабиётлар:**

1. Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London: «ImperialCollegePress», 2007. 181 p.
2. Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 363 p.
3. С.М. Niemeyer., С.А. Mirkin. Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives. 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. CGaA, Weinheim. 458 p.
4. Yubing Xie. The nanobiotechnology handbook. 2013 by Taylor & Francis Group LLC, USA. 649 p.
5. К. Давранов., Б. Алиқулов. Нанобиотехнология. Тошкент, 2015. 312 б

## 2-амалий машғулот: ДНК молекуласининг структураси ва хоссалари асосида нанобиотехнологиялар.

**Ишдан мақсад:** ДНК молекуласининг нанобиотехнологик тажрибаларда қўллаш бўйича асосий кўникмаларни такрорлаш. Наноструктураларни конструкция қилиш кўникмаларига эга бўлиш.

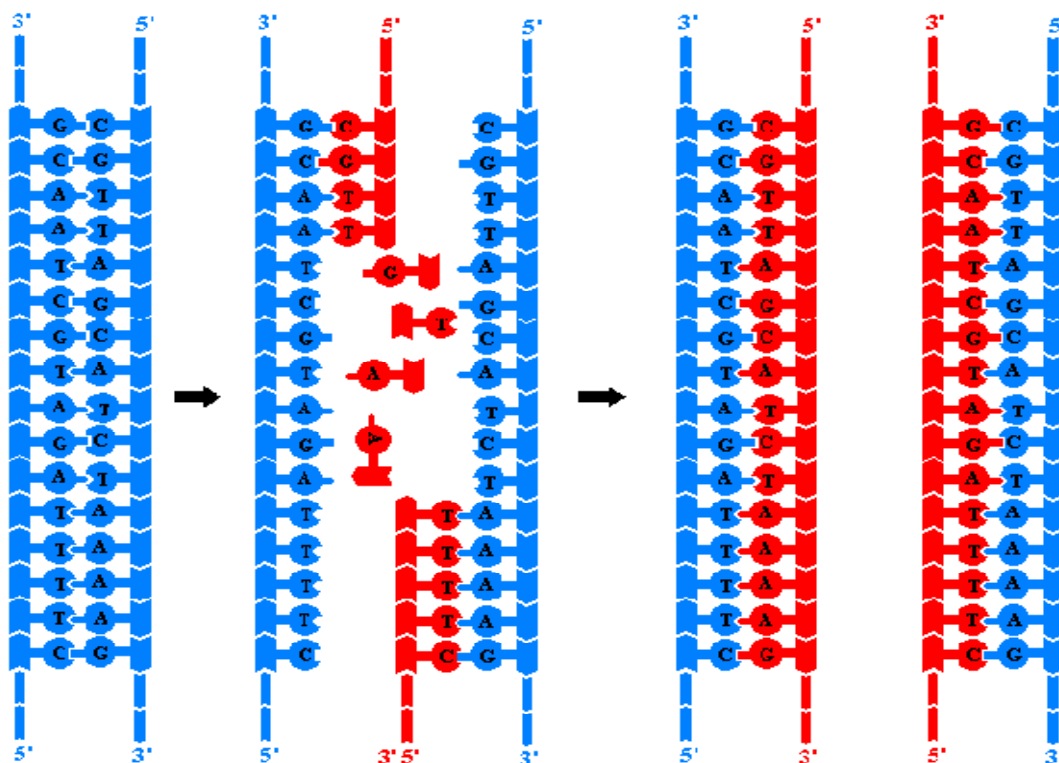
**Масаланинг қўйилиши:** Тингловчи амалий машғулотда келтирилган вазифаларни бажариши, таҳлил қилиши ва натижа олиши лозим.

**Ишни бажариш учун намуна:**

**1- вазифа.** Келтирилган схемани дафтарингизга чизиб чиқинг:

1) Қуйидаги расм тагига схемада акс эттирилган жараённи номини ёзиб чиқинг;

2) Расм схемадаги Сизга таниш бўлган структураларни белгилаб чиқинг (кимёвий бирикмалар).

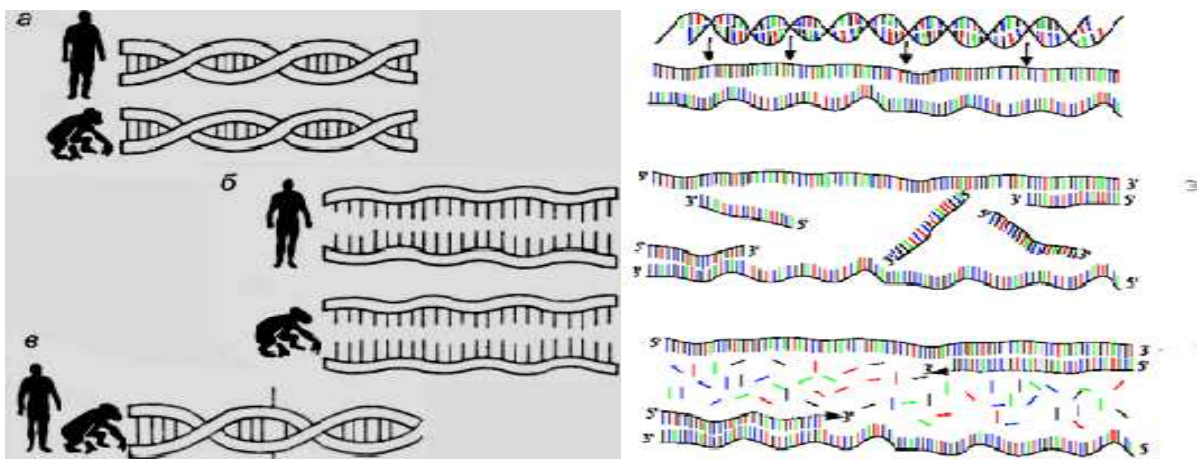


*Расмда акс эттирилган жараёнга тирик организмларни қандай фундаментал хоссалари асосланади?*

**2-вазифа.** Қуйида келтирилган ДНК репликацияси (ауторепликация) босқичларини амалга ошириш тартибига мос равишда ёзиб чиқинг: РНК – затравкани синтези; ДНК молекуласини тарқалиши ва уни икки полинуклеотид занжирга ажралиши; Оказаки фрагментларини ягона полинуклеотид занжирга тикилиши;



**3-вазифа.** Пастда келтирилган расмда қандай икки жараён схематик равишда изоҳланган? Ҳар бир жараённи босқичларини ёзиб чиқинг. Ҳар икки жараённи босқичларини бир-бири билан таққослаб чиқинг. Ҳар бир жараённи охириги босқичида ҳосил бўладиган молекулалар орасидаги принципиал фарқни ёритиб беринг. Расмни чап томонида келтирилган схема асосида XX-асрда молекуляр биологияда қандай янгилик яратилган?



**4-вазифа.** Икки биологик ҳодисани таққосланг: ДНК ни ўз-ўзидан иккиланиши ва гибридизацияси. Ҳар иккала ҳодиса асосида ётган жараёнларни анализ қилиб чиқинг. Бу жараёнларда ДНК молекуласи қандай ҳолатда бўлади? Ўтказилган қиёсий анализ натижаларидан фойдаланиб, қуйида келтирилган жадвални тўлдиринг? Сиз таққослаган ва анализ қилган икки биологик ҳодисанинг ўхшашлик даражасига ўзингизни баҳоингизни беринг.

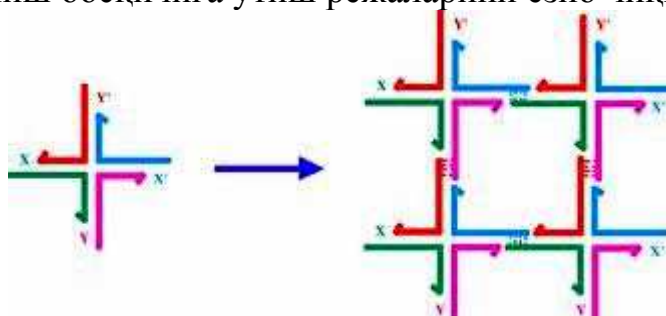
Жадвал: **ДНК ни ўз-ўзидан иккиланиши ва гибридизацияси орасидаги ўхшашлик ва фарқ.**

	ДНК ҳолати ва жараёнларни ўхшашлиги («+» билан белгиланади)	ДНК ҳолати ва жараёнларни фарқи («-» билан белгиланади)
ДНК ни дастлабки ҳолати.		
Ҳодиса тугагандан кейин ДНК ни ҳолати:		
а) биринчи ҳолат		
б) иккинчи ҳолат		
Биринчи жараён (ўзгариш)		
Иккинчи жараён (ўзгариш)		

**5-вазифа.** Наноструктураларни конструкция қилиш босқичларини номини, уларни амалга оширилиши тартиби асосида қўйиб чиқинг: ДНК ни крестсимон фазовий структурасини шаклланиши; ДНК фрагментларини “ёпишқоқ учларини” клейлаб чиқиш; нанопанжара кубсимон структурага қайрилиши; “ёпишқоқ учли” ДНК фрагментларини олиш; крестсимон ДНК текис нанопанжарага тикиб чиқиш кетма-кетлиги.

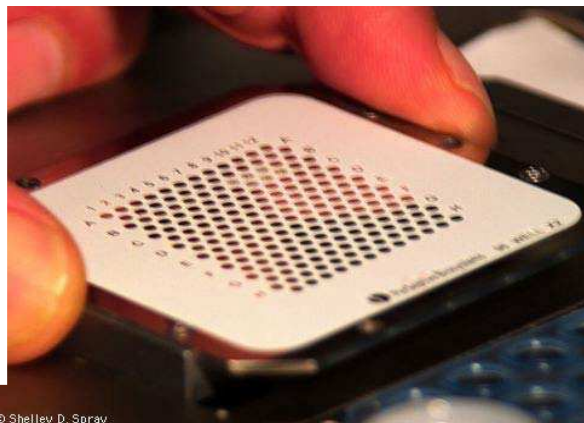
**6-вазифа.** Микрофотографияда ДНК асосида тайёрланган пирамида кўринишидаги наноконструкцияни тасвири келтирилган. У ДНК ни 4та алоҳида фрагментларидан ташкил топган. Бу фрагментлар расмда ҳар хил ранглар билан белгиланган. Ҳаёл қилинг, мана шу конструкция Сиз ўзингиз тайёрлаган ва кўнглингиздаги конструкция. Мана шу конструкцияни тайёрлашда ўзингиз тайёрлаган ишларни кетма-кетлик билан ёритиб беринг.

**7-вазифа.** Расмда ДНК молекуласи асосида наноконструкциялар яратиш босқичларидан бири акс эттирилган. Шу босқични моҳияти ҳақида ўзингизни фикрингизни беринг. Сизнингча бу босқичга қандай ном тўғри келади? Дастлабки структурани (расмда чапда) шакллантирувчи молекулани (ДНК фрагментларини) ўзига хослиги нимада? ДНК ни шундай молекулаларини қандай қилиб олиш мумкин? Расмда келтирилган иккиламчи (текис) наноструктура асосида учламчи наноструктура конструкция қилиш босқичига ўтиш режаларини ёзиб чиқинг.



**8-вазифа.** Икки ҳаракатланувчи наноқурилмани таққослаб чиқинг: ДНК дан тайёрланган наноқурилма (Гарвард университети олимлари яратган) ва “Ўргамчак” нанороботи (Колумбия университети олимлари яратган). Бу қурилмалар уларни ҳосил қилган моддаларни кимёвий таркиби билан фарқ қиладими? Уларни юрадиган буғинлари (“оёқлари”) орасида ўхшашлик борми? Бу қурилмаларни тезлик сифатини Сиз қандай баҳолайсиз (бир-бирига таққосланг)? Ҳар бир қурилмани ҳаракатланишини молекуляр механизмлари ҳақидаги маълумотлардан фойдаланиб, ўз фикрингизни асослаб беринг. Икки наноқурилмани анализини таққослаб, улардан фойдаланишни янги соҳаларини кўрсатиб беринг. Мана шу фикрлардан келиб чиққан ҳолда, ҳар қандай наноқурилмани мукаммаллаштириш ҳақида ўзингизни тавсияларингизни беринг.

**9-вазифа.** ДНК асосида яратилган наноконструкцияларни муҳимлигига баҳо беринг. Наноконструкцияларни муҳимлигига қараб, ўз фикрингиз асосида жойлаштириб чиқинг. Сиз тайёрлаган рўйхатни тўғри эканлигини асослаб беринг.



**11-вазифа.** Қуйида келтирилган схемани ниҳоясига етказинг. Биочиплардан амалиётда фойдаланишни кенгайтириш бўйича ўз маслаҳатларингизни беринг?

Қуйидагиларни алоҳида ажратинг:

- 1) Ҳозиргача бор бўлган биочиплардан амалиётда фойдаланилаётганлари орасида энг муҳимларини;
  - 2) Биочиплардан истиқболда амалий фойдаланиш мумкин бўлганлардан энг муҳимларини;
- Бу фазифани бажарилишини олдинги босқичларини натижаларини ўз ичига оладиган янги схема тузинг.



**12-вазифа.** Нуклеин кислоталари асосида (ишлатиб) яратилган наноконструкциялар ва нанотехнологиялар ҳақида инфор­ма­цион база яратинг.

#### **Назорат саволлари:**

1. Хужайрада генетик ахборотларни сақланиши ва ундан фойдаланиш учун қайси макромолекула­лар жавобгар бўлади?

2. ДНК молекуласининг тузилишини тушинтириб беринг.
3. ДНК молекуласини қайси қисми геном деб аталади?
4. Қандай молекулаларни қолдиқларини кетма-кетлиги ДНК ни генетик кодини белгилайди?
5. РНК молекуласини тузилишини ўзига хослиги нимада?
6. РНК ни қандай турларини биласиз? Уларни хужайрадаги биологик роли нималардан иборат?
7. Оқсилни кимёвий таркибини характерлаб беринг. Пептид боғи ҳосил бўлишини механизми қандай?
8. Оқсиллар хужайрада қандай функцияларни бажаради?
9. Оқсилларни иккиламчи, учламчи, тўртламчи структуралари нима?
10. Оқсилларни ўз-ўзидан шаклга кириши (самоорганизацияси) нинг моҳияти нимада?

**Тавсия этиладиган адабиётлар:**

1. Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London:«ImperialCollegePress», 2007. 181 p.
2. Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 363 p.
3. C.M. Niemeyer., C.A. Mirkin. Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives. 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. CGaA, Wienheim. 458 p.
4. Yubing Xie. The nanobiotechnology handbook. 2013 by Taylor & Francis Group LLC, USA. 649 p.
5. К. Давранов., Б. Алиқулов. Нанобиотехнология. Тошкент, 2015. 312 б

### 3-амалий машғулот:

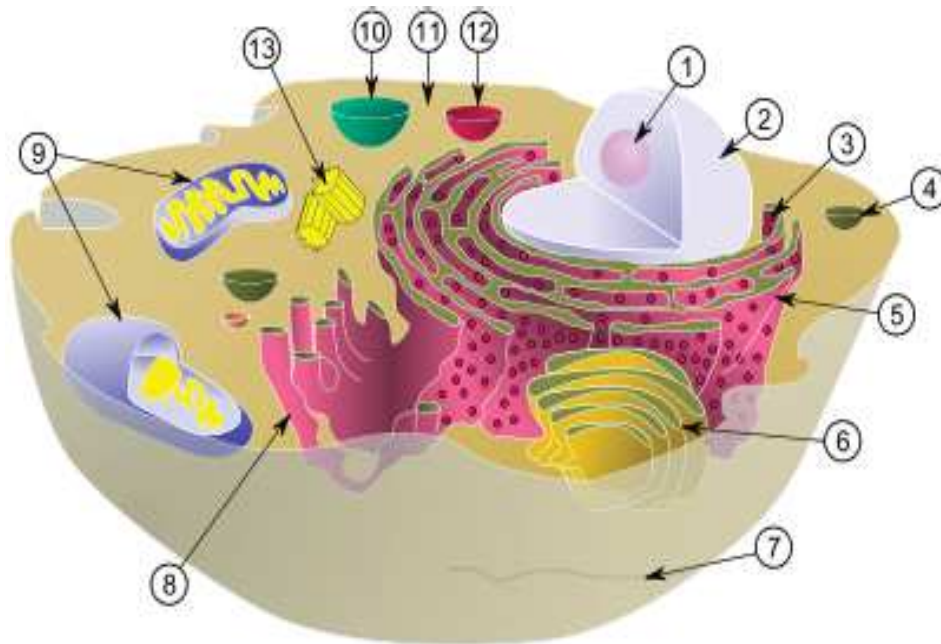
#### Ген инженерияси усули асосидаги нанотехнологиялар.

**Ишдан мақсад:** Надмолекуляр (субҳужайрали) даражадаги тирик системалар ҳақида асосий кўникмаларни такрорлаш. Биологик мембраналарни наноконструкция қилишни муҳокама этиш.

**Масаланинг қўйилиши:** Тингловчи амалий машғулотда келтирилган вазифаларни бажариши, таҳлил қилиши ва натижа олиши лозим.

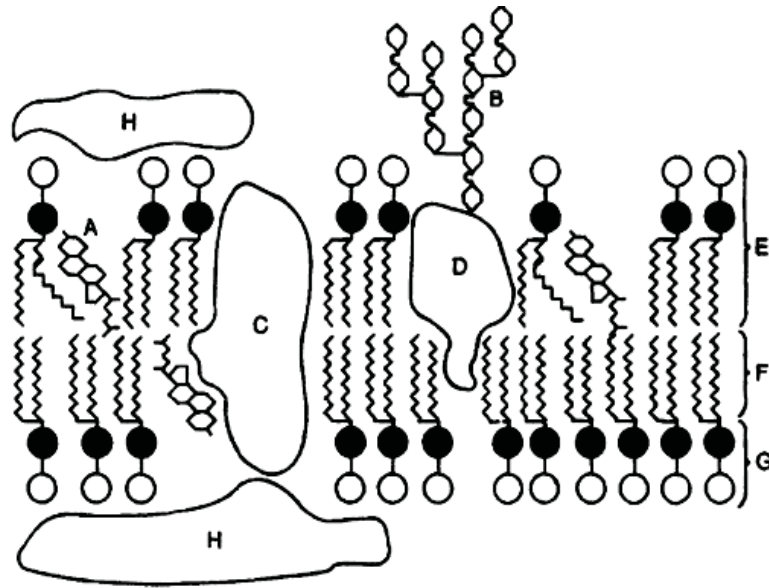
#### Ишни бажариш учун намуна:

**1-вазифа.** Қуйида келтирилган “Эукариот ҳужайраларнинг тузилиш схемаси” ни дафтарингизга чизиб олинг. Расмда кўрсатилган рақамлар билан белгиланадиган ҳужайра органоидларининг номларини ёзиб чиқинг. Мембранали органоидларни номларини алоҳида ажратиб келтиринг. Мембранали органоидлардан ва структуралардан қайси бирлари нанобиотехнологияларда ишлатилишини кўрсатинг. Сизнинг фикрингизча, яна қайси органоидлар нанотехнологлар учун қизиқиш уйғотади? Жавобларингизни асослаб беринг.

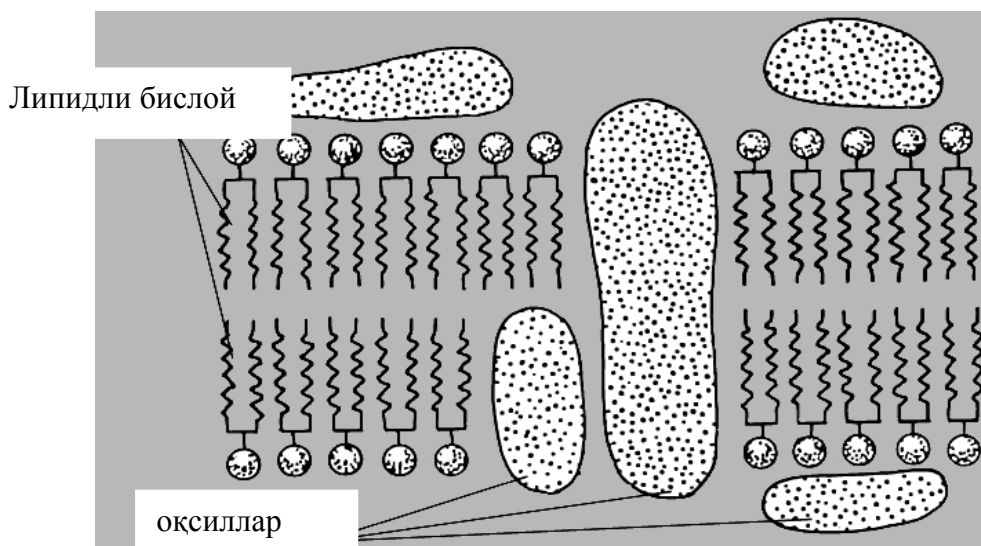


**2-вазифа.** Қуйида келтирилган плазмалеммани тузилиш схемасини дафтарингизга ёзиб олинг. Схемада ҳарфлар билан белгиланган, плазмалемма ҳосил қилувчи структураларни номларини ёзиб чиқинг. Оксилларни модификацияси натижасида, қандай структуралар ҳосил бўлганлигини кўрсатинг. Плазмалеммани ташқи сирти қайси жойда жойлашганлигини аниқланг ва уларни белгилаб чиқинг. Плазмалеммани ташқи сирти билан ички сиртини таққосланг ва улар орасидаги фарқни тушинтириб беринг. Плазмалеммани ташқи сирти ўзгариб, ички сиртга

Ўхшаб қолганида, уни (плазмалеммани) функцияси қандай ўзгаришини тушинтириб беринг.



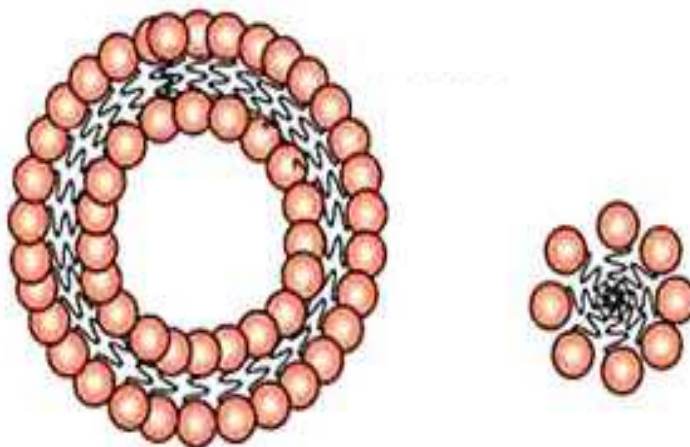
**3–вазифа.** Элементар биологик мембранани схемасини дафтарингизга чизиб олинг. Расмда қуйидаги структураларни белгилаб чиқинг: ярим интеграл оқсил; трансмембранали оқсил; сиртқи оқсил; липидларни гидрофил (поляри) бошчалари; липид молекулаларини гидрофоб (нополяри) думлари. Кўрсатилган оқсиллардан қайси бирлари моддаларни хужайра (биологик) мембраналари орқали транспорт қилиш вазифасини бажаради?



**4–вазифа.** Қуйида келтирилган расмдан фойдаланиб, липосомалар ва наносомаларни (мицеллалар) қиёсий характеристикаси бўйича жадвални тўлдириг. Липид молекулаларини қайси қисми ташқи муҳитга (ички бўшлиққа) қараган? Липидларни молекулаларини мана шундай ориентацияси билан улар шаклланган муҳит орасида алоқа борми?

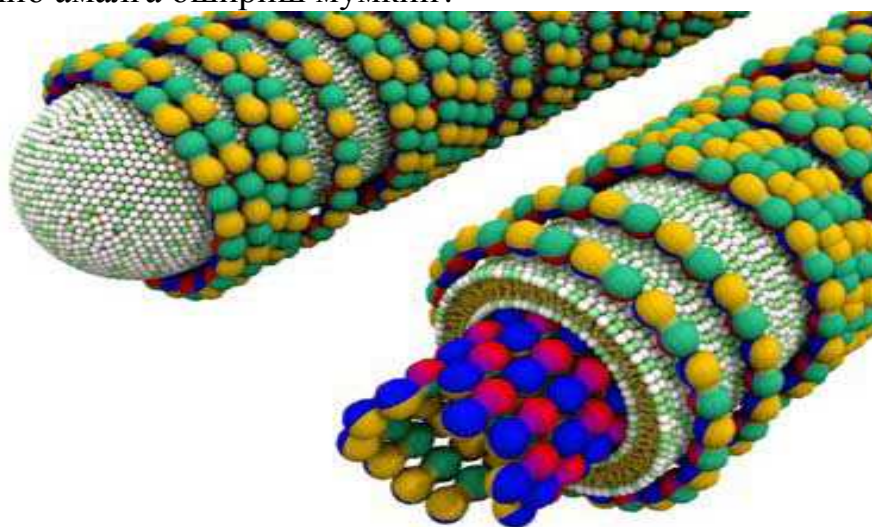


Наноконструктуралардан қайсилари (липосомалар ёки мицеллалар) моддаларни ҳужайрага йўналтирилган транспорт қилишда кенгроқ ишлатилади? Жавобингизни тушинтириб беринг.



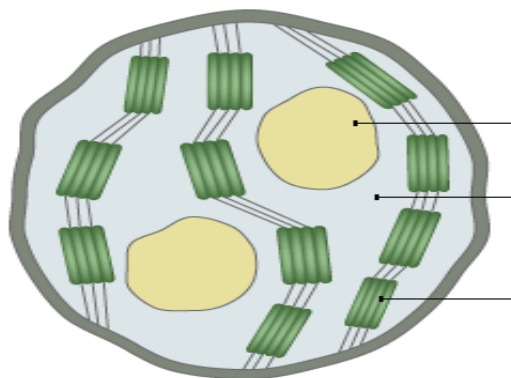
Структурани ўзига хослиги	Липосома	Наносома (мицелла)
Липид молекулаларини қаватлар сони		
Липид молекулаларини мембрана деворида ориентацияси		
Ички бўшлиқни борлиги		
Нисбий катталиқ		

**5–вазифа.** Расмда келтирилган оксил-липидли нанотрубкалар нима билан фарқ қилади? Уларни шаклланиш босқичларини характерлаб беринг. Нанотрубкаларни қайси қисмида глобуляр оксил-тубулин иштирок этади? Бир типдаги нанотрубкаларни, бошқа типдаги нанотрубкага айлантириш мумкинми? Агар шундай алмаштириш мумкин бўлса, уни қандай қилиб амалга ошириш мумкин?



**6–вазифа.** “Нанобосма, яъни нанопечать” (нанолитография) деб аталадиган нанобиотехнологияни моҳиятини тушинтириб беринг. Нанопечать яратиш бўйича ишлатувчиларга қулай бўлган қисқача қўлланма тузинг. Бу нанотехнологияда липидларни вазифаси нима? Нима учун кремнийли пластинкага суртилган липидларни биртадан молекуласи, охирида бислой шакллантиради? Схематик расм ёрдамида липид молекулаларини кремнийли пластинкаларда, уларни 4-қаватини суртилгандан кейинги жойлашишини тасвирланг. Нанопечатдан амалиётда фойдаланиш бўйича ўзингизни шахсий таклифларингизни келтиринг.

**7–вазифа.** Қуйида келтирилган хужайрани мембранали органоидларни тузилиш схемасини дафтарингизга чизиб олинг. Органоидни номини ва унинг структуравий қисмларини кўрсатинг. Органоидни қайси структуравий қисми гибридли наноконкомплекслар яратишда ишлатилган? Шу структуравий қисмни қандай хоссаси, гибрид наноконкомплекс яратишда фойдали бўлганлигини тушинтириб беринг? Олинган гибридли наноконкомплекслар қандай методлар билан ўрганилган? Улар бошқа нанотехнологияларда “қурувчи блоклар” сифатида ишлатилиши мумкинми? Узоқ келажакда гибридли наноконкомплекслардан амалиётда фойдаланиш бўйича ўзингизни вариантларингизни таклиф қилинг.



**8–вазифа.** Қуйида келтирилган хлоропластларнинг тилакоидлари асосида наноконкомпозит материаллар яратиш схемасини ниҳоясига етказинг. Бунда, ушбу жараёни босқичларини қуйидаги номларидан фойдаланинг: тилакоидларни полиэлектролит қават билан ёпиш; тилакоидларни кремнийли подложкаларга имобилизация қилиш; тилакоидларни сувли муҳитга жойлаш; тилакоидлар сиртида, полиэлектролит комплекслардан тўрт қаватли наноплёнкалар шакллантириш.

Схема

Тилакоидлар ажратиш→

**9–вазифа.** Вируслардан фойдаланиб, наноконкомпозит материаллар яратишни қуйида келтирилган схемасини ниҳоясига етказинг:

Кўпқаватлиполи-

уни сиртидалилипидли

электролит яратиш→

бислой шакллантириш→

**10–вазифа.** 9 – вазифани бажаришда Сиз кўрсатган вируслардан фойдаланиб, нанокөмпозитли материаллар яратиш босқичларини анализ қилиб чиқинг. Нима учун вируслар кўпқаватли полиэлектролитдан ва бислойли липидлардан тайёрланган нанокөмпозитли материалларга мустақил кириб олди? Нима учун көмпозитли наноматериал нордон муҳитга жойлаштирилади? Нима учун ичига вируслар киритилган көмпозит наноматериални тадқиқотчилар, “биологик хоссалари назорат қилинадиган” көмпозит наноматериаллар деб атаганларини тушинтириб беринг. Бунга ўхшаган көмпозит наноматериалларни тирик системалар ўзаро таъсирида ҳохланмаган ўзаро муносабатларни минимумга тушганлигига сабаб нима? Ҳозирги вақтда “вирус билан зарарланган көмпозит материаллар” қаерларда ишлатилишлари мумкин? Истиқболда улардан фойдаланишни Сиз таклиф қиладиган вариантлари билан таништиринг ва фикрингизни асослаб беринг.

**11–вазифа.** Қуйида келтирилган мавзулардан бирортаси бўйича ёзма маъруза тайёрланг ва у билан ўртоқлашинг (дарсда ҳимоя қилинг):

биологик мембраналар асосида наноструктуралар конструкция қилиш;  
липосомалар олиш ва амалиётда фойдаланиш усуллари;

биологик мембраналарни техник моделлари, уларни амалиётда ишлатилиши;

биологик мембраналарни нанотехнологияда ишлатилиши.

**12–вазифа.** Биологик мембраналарни нанокөнструкция ва нанотехнологияларда ишлатилиши бўйича информацион база яратинг.

### Назорат саволлари:

1. Прокариот организмлар нима?
2. Прокариот ҳужайрани тузилишини характерлаб беринг.
3. Бактериялар қандай характерланади?
4. Бактериал ворсинкалар ва пилиларни таққосланг. Уларни ўзига хослиги ва функциялари нима?
5. Бактериялар қандай қилиб ҳўжайин организмга киради?
6. Қандай қилиб тирик ҳужайраларга дорилар ва генлар киритиш учун бактериялардан фойдаланиш мумкин?
7. Қандай қилиб бактериялар металларни нанобўлакчаларини яратиш ва тўплаш мумкин?
8. Шеванелла бактерияларини оғир шароитда ишлашга мажбур қилинганда, уларда нималар содир бўлган?
9. Шеванелла бактерияларида “электрик ҳамжамият” қандай шаклланди?
10. Шеванелла бактерияларини қандай ўзига хос бўлган хусусиятлари, улардан энергия манбаи сифатида фойдаланиш мумкинлиги ҳақида фикрлашга имкон берган?

### **Тавсия этиладиган адабиётлар:**

1. Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London:«ImperialCollegePress», 2007. 181 p.
2. Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 363 p.
3. C.M. Niemeyer., C.A. Mirkin. Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives. 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. CGaA, Weinheim. 458 p.
4. Yubing Xie. The nanobiotechnology handbook. 2013 by Taylor & Francis Group LLC, USA. 649 p.
5. К. Давранов., Б. Алиқулов. Нанобиотехнология. Тошкент, 2015. 312б

### **Назорат саволлари:**

1. Нанобўлакчалар асосан атроф муҳитга қаердан тушади?
2. Қандай нанобўлакчалар (эркин ёки боғланган) атроф муҳитга кўпроқ хавф туғдиради?
3. Нанобўлакчалар атроф муҳитдан одам организмига қандай йўллар билан кириб боради?
4. Одам организмига тушган нанобўлакчалар қайси органда тўпланади?
5. Титан оксидининг нанобўлакчалари организмга кирганидан кейин қандай таъсир кўрсатади?
6. Ванадий оксиди нанобўлакчалар хужайрада қандай ўзгаришлар чакиради?
7. Нанобўлакчаларни хавфсизлиги уларни организмга кириш йўлига боғлиқми?
8. Нанобўлакчаларни кичик дозасини организмга доимий кириб туриши, тирик организмга қандай таъсир кўрсатади?
9. Углеродли нанотрубкалар прокариот хужайраларга қандай таъсир кўрсатади?
10. Наноматериаллар ва наотехнологияларни хавфсизлиги соҳасида олиб бориладиган миллий ташаббусни характерлаб беринг.
11. Наноиндустрия ва нанотехнология маҳсулотларини одам саломатлигига хавфсизлигини таъминловчи қандай вазифалар белгиланган ва қаерда?

### **Тавсия этиладиган адабиётлар:**

1. Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London:«ImperialCollegePress», 2007. 181 p.
2. Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 363 p.
3. C.M. Niemeyer., C.A. Mirkin. Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives. 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. CGaA, Weinheim. 458 p.
4. Yubing Xie. The nanobiotechnology handbook. 2013 by Taylor & Francis Group LLC, USA. 649 p.

## V. КЕЙСЛАР БАНКИ

### 1-кейс-стади.

Биологияда ишлатиладиган флуорохромларнинг кўпчилиги, куйидаги бирикмаларга кирадилар. Уларнинг камчиликлари куйидагилардан иборат:

Биринчиси, паст даражада фотостабиллик;

Иккинчиси, бирнеча объектларни бирвақтда кўриш учун ҳар хил бўёқлардан фойдаланиш зарурияти;

Учинчиси, бу бўёқларни флуоресценциясини кучайтириш учун тегишли бўлган ёруғлик манбаларини танлаш зарурияти.

**1-савол.** Органик флуорохромларни бу камчиликларини қандай қилиб йўқотиш мумкин?

**2-савол.** Нанокристалларнингўлчамларни ўзгартириб, оптик спектрни хоҳлаган жойига ўрнаштирилган, флуоресценцияга эга бўлган флуорохромни олиш мумкинми?

**3-савол.** Биологик тадқиқотларда қайси кимёвий моддалар қопланган квант нуқтали яримўтказгичлар ишлатилади?

### 2-кейс-стади.

Сувда эримайдиган органик моддаларни, ферментлар ёрдамида ўзгартириш усулини топиш мумкинми? Бу муаммони ечиш учун қатор тажрибалар ўтказилган. Оқибатда, агар эритма тўлиқ сувсизлантирилса ва фақат органик эритувчи қолса, ферментларни хусусиятлари ва структураси сақланиб қолиши мумкин эканлиги тасдиқланган.

Шундан кейин, махсус микроорганизмлар «конструкция» қилинган. Ген инженерлиги методи ёрдамида, микроорганизмларга, органик муҳитда фермент синтез қилиш хусусияти берилган.

Бундай микроорганизмлар, органик захарли муҳит таркибидаги сувда эримайдиган органик моддаларни захарсизлантириш (парчалаш) учун кенг ишлатилиб келинмоқда.

**1-савол.** Микроорганизмлар сифатида қайси авлод микроорганизмлари ишлатилади?

**2-савол.** Бу микроорганизмлар асосан қайси сувда эримайдиган органик моддаларни парчалашга мослашганлар?

**3-савол.** Ген муҳандислиги микроорганизмларнинг бу хоссаларини лимитловчи муаммоларни ҳал қила оладими?

### 3-кейс-стади.

Бактериялардан нанобўлакчалар тайёрлашда фойдаланиш йўллари ишлаб чиқилган. Саксониянинг уран конларидан бирида ишлаб келаётган, бир гуруҳ Германиялик биолог олимлар, “Бацилла сферическая JG-A12” деб номланган янги бактерияни топганлар. Бу бактериялар урандан химояланиш учун мустаҳкам сиртки оксил қобиғига эга. Бу қобиқ, кўплаб нанотешиклар (нанопора) сақлаши ҳамда бу нанотешиклар, бир хил нақш (кашта, гул) ҳосил қилиб жойланиши билан фарқланади.

**1-савол.** Бактериянинг мана шу ноёб қобиғидан, нанобўлакчалар тайёрлаш учун қандай фойдаланиш мумкин?

**2-савол.** Бундай бактериялар, металл ионлари сақлаган муҳитга тушиб қолганларида, ўзларини қандай тутадилар?

**3-савол.** Бактерияларнинг металл ионларини ўзларида тўплаши мумкинми?



## VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

### Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни.

Тингловчи мустақил ишни муайян модулни хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиб тайёрлаши тавсия этилади:

- меъёрий ҳужжатлардан, ўқув ва илмий адабиётлардан фойдаланиш асосида модул мавзуларини ўрганиш;

- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;

- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи дастурлар билан ишлаш;

- махсус адабиётлар бўйича модул бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;

- тингловчининг касбий фаолияти билан боғлиқ бўлган модул бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш.

### Мустақил таълим мавзулари:

1. Нанобиотехнология – биологиянинг ривожланишини янги босқичи.
2. Нанодунёни ташкил қилувчи биомакромолекулалар.
3. ДНК молекуласининг структураси ва хоссалари асосида нанобиотехнология.
4. Ген инженерияси методи асосидаги нанотехнологиялар.
5. Надмолекуляр (субҳужайрали) даражада ташкил қилинган тирик системаларнинг нанобиотехнологиялари.
6. Ҳаётни прокариот ва ҳужайрасиз шакллари наноконструкциялар ва нанобиотехнологияларда.
7. Биореакторлар ва биокатализаторлар нанотехнологияда.
8. Наноматериаллар ва нанотехнологияларни ҳавфсизлик муаммолари.
9. Нанобиотехнологияни медицинада ишлатилиши.
10. Липосомалар. Липосомаларга гидрофил (гидрофоб) моддалар киритиш.
11. Биологик фаол моддалар (БФМ) йўналтирилган транспорти воситаси сифатида липосомаларни устуворлиги. Доривор моддалар ташувчиси – нанобўлакчалар тайёрлаш учун ишлатиладиган полимерлар.
12. Дендримерлар. Дендримерларнинг хоссалари, улардан доривор моддаларни ташувчилари сифатида фойдаланиш.
13. Фуллерен углероднинг бошқа аллотропик формалари. Эндофуллеренлар. Уларни тиббиётда ишлатиш имкониятлари.
14. Антитана. Антитаналарни қандай ўзига хос бўлган хусусиятлари, уларни атом-кучли микроскоплар ёрдамида қўшимча ишлов бериш босқичлари.
15. Тиббиёт имплантатлари. Имплантатлар тайёрлаш учун ишлатиладиган металллар.

16. “Биоматериаллар”. Уларнинг умумий хоссалари.
17. Нанотехнологиялар яратилган имплантларни. Тўқима имплантати олишнинг босқичлари.
18. Тўқима муҳандислиги учун “мукаммал” матрикс хоссалари.
19. Электроспиннингнинг моҳияти. Бу усулда олинган микро- ва нанотолалар ишлатилиши. Бу усулнинг камчилиги.
20. Липосомаларни тузилишини ўзига хослиги.
21. Липид молекулалари бислойда жойлашиш ўрни.
22. Оксил-липидли нанотрубкалар.
23. Очиқ ва ёпиқ нанотрубкалар яратиш.
24. Липидлардан фойдаланиб яратилган нанопечать методини моҳияти.
25. Сунъий яратилган мембраналарнинг биологик филтрлар вазифасини бажара олиши. Сунъий буйрак.
26. Хлоропластнинг тузилиши.
27. Хлоропластларни тилакоидлари асосидаги гибридли нонокомплекслар.
28. Вирусларнинг янги композит наноматериаллар тайёрлашда қурувчи блоклар сифатида ишлатилиши?
29. Ҳужайра мембранасига вирусларни табиий кириш механизмлари.
30. Мембраналар ва вируслар асосида яратилган композит наноматериаллар.
31. Прокариот организмлар.
32. Бактериал ворсинкалар ва пилиларни. Уларни ўзига хослиги ва функциялари.
33. Тирик ҳужайраларга дорилар ва генлар киритиш учун бактериялардан фойдаланиш.
34. Бактерияларнинг металл нанобўлакчаларини яратиш ва тўплаш хосси.
35. Шеванелла бактерияларини оғир шароитда ишлаш принциплари.

## VII. GLOSSARIY

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи	Термин
<b>Avidin</b> <b>Авидин</b> <b>Avidin</b>	<p>Biotenga yuqori affinlikka (dissotsatsiya konstantasi <math>10^{-15} \text{ M}^{-1}</math>) ega bo'lgan va u bilan eng mustahkam nokovalent bog' bilan bog'lanuvchi glikoprotein.</p>	<p>Гликопротеин, обладающий очень высокой аффинностью к биотину (константа диссоциации - <math>10^{-15} \text{ M}^{-1}</math>), образующий с ним самую прочную из известных нековалентных связей.</p>	<p>A glycoprotein that has a very strong affinity for biotin with dissociation constant about to <math>10^{-15} \text{ M}^{-1}</math>, the strongest known for noncovalent interactions (also see <i>covalent interactions</i>).</p>
<b>Aktinli filament</b> <b>Актиновый филамент</b> <b>Actin filament</b>	<p>Diametri 7nm bo'lgan, ikki zanjirli spiral o'ralgan polimer molekulasi. Sitosklet va ko'ndalang mushaklarni asosiy oqsil komponenti. Boshqacha nomi mikrofilament (<i>miozin</i> va <i>polimer</i> atamalariga qarang).</p>	<p>Полимерная молекула из двух спирально закрученных цепей диаметром около 7 нм. Основной белковый компонент цитоскелета и поперечнополосатых мышц. Другое название - <i>микрофиламент</i> (см. <i>Миозин</i> и <i>Полимер</i>).</p>	<p>A two-stranded helical polymer with a diameter of about 7 nm. Serves as a major protein component of the cytoskeleton and striated muscles. Also known as <i>microfilaments</i> (also see <i>myosin</i> and <i>polymer</i>).</p>
<b>Amiloidfibrillalar</b> <b>Амилоидные фибриллы</b> <b>Amyloidfibril</b>	<p>Odamorganizmida Alzgeymerva 2-tipdiabetkabikasalliklar gdaydobo'ladigan, diametri 7-10 nm bo'lgan, oqsilyokipeptidkomponentlaridantuzilgantartibl imolekula</p>	<p>Упорядоченные нити из белковых или пептидных компонентов диаметром 7-10 нм, формирующиеся в клетках человека при ряде заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера и диабет II типа.</p>	<p>An ordered protein or peptide fibril with a diameter of 7-10 nm that is associated with human disease such as Alzheimer's disease and Type II diabetes.</p>
<b>Aminokislota</b> <b>Аминокислоты</b> <b>Amino acid</b>	<p>Oqsillar va peptidlarni tashkil qiluvchi bloklari. Tipik aminokislota- uglevodni xiral assimetrik atomi va unga ulangan amino-, karboksil guruhlar va yon zanjirlar saqlaydi. (<i>peptidlar, polimer, oqsillarga qarang</i>)</p>	<p>Строительные блоки белков и полимеров-пептидов. Типичная аминокислота включает хирально асимметричный атом углерода, с которым связана аминогруппа, карбоксильная группа и боковая цепь (см. <i>Пептиды, Полимер, Белки</i>).</p>	<p>The building blocks of proteins and peptides polymers. A typical amino acid is composed of a chiral carbon linked to an aminogroup, carboxyl group, and a functional side chain (also see <i>peptide, polymer, protein</i>).</p>

<b>Amfifil birikmalar</b> <b>Амфифильное соедине</b> <b>ние</b> <b>Amphiphilic or</b> <b>Amphipathic</b>	Bir vaqtning o'zida ham gidrofil, ham gidrofob xususiyat namoyon qiladigan birikmalar. (yunonchadan <i>amphis-</i> "xar ikkalasi" <i>philia-</i> "sevgi")	Соединение, проявляющее одновременно свойства гидрофильности и гидрофобности (от греч, <i>amphis-</i> «оба», <i>philia</i> - «любовь»).	A chemical compound that have both hydrophilic and hydrophobic nature (from the Greek <i>amphis</i> : both, and <i>philia</i> : love).
<b>Angestrim (Å)</b> <b>Ангстрем(Å)</b> <b>Angstrom (Å)</b>	$10^{-10}$ м yoki 0,1nm	0,1нм, $10^{-10}$ м.	One tenth of a <i>nanometer</i> , $10^{-10}$ meter.
<b>Antigen</b> <b>Антиген</b> <b>Antigen</b>	Immun javob chaqiradigan ya'ni antitana hosil qiladigan kimyoviy birikma. ( <i>antitanaga</i> qarang)	Химическое соединение, вызывающее иммунный ответ, в частности - выработку антител (см. <i>Антитела</i> ).	A chemical compound that stimulates an immune response, especially the production of antibodies (also see <i>antibody</i> ).
<b>Antitana</b> <b>(immunoglobulinlar)</b> <b>Антитела</b> <b>(иммуноглобулины)</b> <b>Antibody or</b> <b>Immunoglobulin</b>	Yuqori affinlikka ega, ma'lum kimyoviy birikmalar bilan spetsifik bog'lanuvchi oqsil komplekslari. Immun sistemasining bakterial va virusli infeksiyalarga qarshi asosiy " <i>qurol</i> "i ( <i>antigenga</i> qarang)	Белковые комплексы, специфически связывающие определенные химические соединения (антигены) с высокой аффинностью. Основное «оружие» иммунной системы в борьбе с бактериальной и вирусной инфекцией (см. <i>Антиген</i> ).	A protein complex that binds specific chemical entities ("antigen") at high affinity. Antibodies serve as a major tool of the immune system to combat bacterial or viral infections (also see <i>antigen</i> ).
<b>Aromatik birikmalar</b> <b>Ароматическиесоединения</b> <b>Aromatic compound</b>	Umumiy elektron qalinlikka ega bo'lgan bir yoki bir necha yuqqa siklik uglerod strukturasi saqlagan birikmalar. Geometrik chegaralarga bilan birdaniga o'zaro ta'sirga kira oladi	Соединения, содержащие одно или несколько плоских циклических углеродных структур с общей электронной плотностью. Способны к спонтанному взаимодействию - стэкингу, обусловленному геометрическими ограничениями.	A compound that contained one or more cyclic planar carbon moieties that includes shared resonant electrons. Aromatic compounds spontaneously organized in geometrically restricted stacking interactions.
<b>Arxebakterialar</b> <b>Археи, архебактерии</b> <b>Archea or</b> <b>Archeabacteria</b>	Prokariotlarning sistematik guruhi, ko'p hollarda bakterialardan bir qancha xususiyatlari bilan farq qiladi va	Систематическая группа прокариот, во многом отличающаяся от бактерий и похожая на эукариот.	A branch of prokaryotes that is different form bacteria in many paramet ers and resembles

	eukariotlarga o'xshaydi. Prokariotlar va eukariotlar bilan bir qator 3 yirik podshohlikni birini tashkil qiladi.	Образуют одно из трех надцарств наряду с прокариотами и эукариотами.	eukaryotes in some aspects. Believed to be a third primary biological kingdom besides bacteria and eukaryotes.
<b>Atomkuchlimikroskop (AKM)</b> <b>Атомно-силоваямикроскопия (АСМ)</b> <b>Atomic force microscopy (AFM)</b>	Skanerlovchi zondli mikroskopning yuqori sezgirlikka ega bo'lgan bir turi. Ko'rish, o'lchash va nanobo'lakchalar bilan manipulyatsiya qilishda qo'llaniladi.	Разновидность сканирующей зондовой микроскопии, обеспечивающая очень высокое разрешение. АСМ используется для визуализации, измерения и осуществления манипуляций с нанобулачками.	A type of scanning probe microscope, with very high-resolution. AFM serves for imaging, measuring and manipulating matter at the nano-scale.
<b>Affinlik</b> <b>Аффинность</b> <b>Affinity</b>	Ikki va undan ko'proq kimyoviy birikmalarni dissotsatsiya konstantasi bilan belgilanadigan o'zaro tasiri.	Взаимодействие двух и болсс химических сущностей, описываемое константой диссоциации.	The interaction between two or more chemical entities as reflected by their dissociation constant
<b>Bakteria</b> <b>Бактерии</b> <b>Bacterium</b>	Bir hujayrali mikroorganizmlar, hayotning eng tuban shakllaridan biri.	Одноклеточные прокариотические микроорганизмы, одна из низших форм жизни.	A unicellular prokaryote microorganisms that is classified as lower form of life.
<b>Bakteriofag</b> <b>Бактериофаг</b> <b>Bacteriophage</b>	Bakteria hujayrasiga kira oladigan va uni ichida ko'paya oladigan virus (bacteria va yunoncha "phagein" – yemoq so'zlaridan olingan)	Вирус, проникающий в бактериальную клетку и размножающийся в ней (от слов «бактерия» и греч, phagein-есть).	A virus, which infects bacteria and manipulate in them (from bacteria and Greek <i>phagein</i> : to eat).
<b>Biomineralizatsiya</b> <b>Биоминерализация</b> <b>Biomineralization</b>	Organizmni minellar hosil qilishi, odatda to'qimalarga mustahkamlik berish uchun kechadigan jarayon.	Образование минералов живыми организмами, обычно для придания тканям прочности.	A process by which organisms produce minerals, often to harden or stiffen existing tissues.
<b>Bionanotexnologiya</b> <b>Бионанотехнология</b> <b>Bionanotechnology</b>	Nanotexnologiyada biologik prinsiplar va qurilish bloklari ishlatadigan fan.	Наука,использующая в.нанотехнологии биологические принципы и строительные блоки.	The use of biological principles and building blocks for nanotechnological applications.
<b>Biosensor</b> <b>Биосенсор</b> <b>Biosensor</b>	Biologik kelib chiqishga ega bo'lgan va optik yoki elektrik	Устройство, включающее детектор биологического	A device that combines a biological detection component

	o'zgartirishga olib keluvchi detektordan tashkil topgan qurilma. Har xil moddalarni topish uchun ishlatiladi.	происхождения и электрический либо оптический преобразователь. Используется для обнаружения различных веществ.	together with a transducer component for the electrical or optical detection of analytes.
<b>Biotexnologiya</b> <b>Биотехнологии</b> <b>Biotechnology</b>	Biologiya asosida yaratilgan tibbiyot, qishloq xo'jaligi va boshqa texnologiyalar	Медицинские, сельскохозяйственные и пр. технологии, разработанные на основе биологии.	The technological application of biology in the field of medicine and agriculture.
<b>Biotin (vitamin N va vitamin B<sub>7</sub>)</b> <b>Биотин (витамин Н, витамин В<sub>7</sub>)</b> <b>Biotin</b>	Kichik organik molekula, tuxum komponentlarida uchraydi. Avidin bilan mustahkam bog' hosil qiladi.	Небольшая органическая молекула, встречается в компонентах яйца. Образует прочный комплекс с авидином.	A small organic compound of egg also known as vitamin H or B <sub>7</sub> that forms a very strong complex with avidin.
<b>DNK</b> <b>ДНК</b> (дезоксирибонуклеиновая кислота) <b>DNA</b> <b>Деоxyribonucleic acid</b>	RNK molekulasini sintezi uchun kerakli informatsiyani o'zida saqlovchi nuklein kislota. Ularning ko'pchiligi oqsil translatsiyasiga foydalaniladi.	Ее молекулы содержат информацию для синтеза молекул РНК, большинство из которых используются для трансляции - синтеза белка.	A nucleic acid that contains the information for the synthesis of RNA molecules that in most cases are being translated into proteins.
<b>Dori vositalarini yetkazish-</b> <b>Доставка лекарств</b> <b>Drug delivery</b>	Farmasevtik birikmalarni inson yoki hayvon organizmiga yetkazib berish metodi.	Метод доставки лекарственного препарата к нужным органам и тканям.	A method for the delivery of a pharmaceutical compound to humans or animals.
<b>Elektronmikroskop</b> <b>Электронная микроскопия (ЭМ)</b> <b>Electron microscopy (EM)</b>	Mikroskopning bir turi hisoblanib obyektни fotonlar orqali emas, balki qisqa to'liqlik elektronlar oqimidan foydalanib aniq tasvirini ko'rish imkonini beradi. Elektronlarning jamlanmasi bir necha nanometr kattalikdagi jismni ko'rish imkonini beradi.	Разновидность микроскопии, в которой изображение объекта формируется не фотонами, а более коротковолновыми электронами. Пучок электронов обеспечивает разрешение порядка нескольких нанометров	A type of microscope that uses electrons instead of photons to create an image of the target. The short wavelength of the electron beam allows nanometric resolution as compared to hundreds of nanometers resolution using optical microscopy.
<b>Sirtfaol moddalarini</b> <b>Поверхностно-активное вещество</b> <b>Surfactant</b>	Amfifil modda bo'lib yuzadan suyuqlik tortilishini kamaytiradi	Амфифильное вещество, уменьшающее поверхностное натяжение жидкости.	A wetting agent that lowers the surface tension of a liquid. Surfactants are amphipathic in nature and are soluble in both polar



			and non-polar solvent.
<b>Fosfolipid</b> <b>Фосфолипиды</b> <b>Phospholipid</b>	Manfiy zaryadlangan fosfat guruxlarini o'zida saqlagan lipidlarning bir sinfi. Biologik membranalarning asosiy komponentlari.	Класс липидов, содержащих отрицательно заряженные фосфатные группы, основные компоненты биомембран.	A class of lipids that contains a negatively charged phosphate group. The main constitute of biological membranes.
<b>Foton</b> <b>Фотон</b> <b>Photon</b>	Elektromagnit nurlanish bilan aloqador bo'lgan hodisalarning paydo bo'lishida qatnashuvchi elementar zarracha	Элементарная б'улакча, обуславливающая явления, связанные с электромагнитным излучением.	The elementary particle responsible for electromagnetic phenomena.
<b>Fiksirlangan ionli nurlar</b> <b>Сфокусированный ионный луч</b> <b>Focused ion beam</b>	Fiksirlangan ionlar to'plami oqsilli visual va nanolitografik tasvirni oluvchi asbob. (odatda galiy ionlari)	Инструмент для визуализации и нанолитографии с использованием сфокусированного пучка ионов (обычно ионов галлия).	An instrument that uses a focused beam of ions (usually gallium ions) for imaging and lithography at nano-scale resolution.
<b>Gidrofil</b> <b>Гидрофильное (полярное)</b> <b>Hydrophilic</b>	Suvga o'xshagan polyar eritmalarda eruvchi birikma va polyar bo'lmagan suyuqliklarda erimaydi. (Yunoncha <i>hydros</i> - "suv" va <i>philia</i> - "sevgi" so'zlaridan olingan) gan birikma. ( <i>amfifil birikmalarga</i> qarang)	Соединение, растворимое в полярных растворителях, таких как вода, и нерастворимое в неполярных жидкостях (от греч, <i>hydros</i> - «вода» и <i>philia</i> - «любовь») (см. <i>Амфифильное соединение</i> ).	A polar chemical compound that prefer polar solvent such as water (from the Greek <i>hydros</i> : water and <i>philia</i> : love). See: <i>Amphiphilic</i> .
<b>Gidrofob</b> <b>Гидрофобное (неполярное) соединение</b> <b>Hydrophobic</b>	Polyar bo'lmagan suyuqliklarda eriydigan va bog' hosil qiladigan birikma, suvda erimaydi. Gidrofil bog'larni lipofil bog'lar ham deyiladi. (Yunoncha <i>hydros</i> - "suv" va <i>phobos</i> - "qo'rqmoq" so'zlaridan olingan)	Соединение, растворимое в неполярных растворителях и нерастворимое в воде (от греч, <i>hydros</i> - «вода» и <i>phobos</i> - «страх»). Гидрофобные соединения также называют липофильными.	A non-polar chemical compound, which is repelled from amass of water and prefer non-polar solvents (from the Greek <i>hydros</i> : water and <i>phobos</i> : fear). Hydrophobic compounds are sometimes known as "lipophilic".

<b>Gidrogel</b> Гидрогель Hydrogel	Suvdan iborat polimer zanjir (99% dan ko'proq), ko'pchilik gidrogellar nanostruktura ko'rinishiga ega.	Сеть из полимерных молекул, насыщенная преимущественно водой (обычно > 99 %). Большинство гидрогелей обладают наноструктурой.	A network of polymer chains which contains predominantly water (typically more than 99%). Many hydrogels show nano-scale order.
<b>Gomologiya</b> Гомология Homology	Biokimyoviy nuqtai nazarga ko'ra DNK molekulari va oqsillarning o'xshashlik ketma-ketlik darajasi.	В биохимическом смысле - степень сходства последовательностей молекул ДНК и белков.	(In its biochemical context): The share of high degree of sequence identity or similarity in the DNA or protein levels.
<b>Grafit</b> Графит Graphite	Yupqa qatlamli uglerod atomlarining hosil bo'lgan material ( <i>graphein</i> - "yozmoq")	Материал, образованный плоскими слоями из атомов углерода (от греч, <i>graphein</i> - «писать»).	A two dimensional flat sheets of carbon (from the Greek: to draw).
<b>Immunoglobulin</b> Иммуноглобулины Immunoglobulin	Antitanaga qarang	см. <i>Антитела</i> .	See <i>antibody</i>
<b>Ion kanal</b> Ионные каналы Ion Channel	Oqsil molekulari hosil qiladigan membrana teshiklari makum ionlarni (masalan, natriyli yoki kaliyli kanallar) transpotini taminlaydi.	Поры в мембране, образованные белковыми молекулами, обеспечивающие транспорт определенных ионов (например, натриевые и калиевые каналы).	A membrane embedded protein-made pore that allow the transport of specific ions (e.g., sodium channel or potassium channel).
<b>Kevlar</b> Кевлар Kevlar	Aromatik poliamidlardan tashkil topgan judayam mustaxkam tolalarning bir turi. ( DuPont firmasining mahsuloti)	Фирменное название (владелец - фирма DuPont) одного из видов очень прочных волокон из ароматических полиамидов.	A brand name for a particular light but very strong aramid (aromatic polyamide) fibre (see also <i>protein</i> , <i>peptide</i> , <i>polyamide</i> ). Trend name of DuPont.
<b>Kontrasthosilqiluvchi modda</b> Контрастирующий агент Contrast agent	"Signal/shovqin" munosabatini kuchayishi hisobidan ko'rish sezgirligini oshiruvchi modda.	Повышает чувствительность при визуализации за счет повышения отношения «сигнал/шум».	An agent that increases the sensitivity of a given imaging technique that improving the noise to signal ratio.
<b>Kinezin</b> Кинезин Kinesin	Modda solingan mikrotrubkalar bo'ylab harakatlanuvchi oqsillar sinfi. "mikrotrubkalarga qarang"	Класс двигательных белков, перемещающихся вдоль микротрубочек с грузом (см. <i>Микротрубочки</i> ).	A class of motor protein that moves along the microtubules to transport cellular cargo (also see <i>microtubule</i> ).

<p><b>Koalent bog'</b> <b>Ковалентная связь</b> <b>Covalent bond</b></p>	<p>Bir yoki bir necha elektronlarni ikki atom bilan mujassamlanishidan kelib chiqadigan kimyoviy bog'.</p>	<p>Химическая связь, возникающая путем обобществления одного или нескольких электронов двумя атомами.</p>	<p>A chemical bond that is characterized by the sharing of one or more electrons between two atoms.</p>
<p><b>Kvant nuqta</b> <b>Квантовая точка</b> <b>Quantum dot</b></p>	<p>Noyob optik va flyurosent hususiyatga ega bo'lgan yarim o'tkazuvchi struktura.</p>	<p>Полупроводниковая структура с уникальными оптическими и флуоресцентными свойствами.</p>	<p>A semiconductor nanostructure that have unique optical and fluorescent properties.</p>
<p><b>Labaratoriya chipi</b> <b>Лаборатория на чипе</b> <b>Lab-on-a-chip</b></p>	<p>Juda kam hajmdagi suyuqlik namunalarini (bir necha pikolitr hajmli) tekshiruvchi asbob.</p>	<p>Устройство для анализа очень малых (порядка нескольких пиколитров) объемов жидких образцов.</p>	<p>A device that is capable of handling extremely small fluid volumes down to less than pico liters of chemical analysis of analytes.</p>
<p><b>Litografiya</b> <b>Литография</b> <b>Lithography</b></p>	<p>Umuman aytganda-silliq yuzani tasvirga olish metodi. Mikro va nanoelektronikada nurlanish yo'li bilan (fotonlar, elektronlar yoki ionlar bilan) rasm tushirish metodi</p>	<p>В общем смысле - метод печати на гладкой поверхности. В контексте микро- и нанoelektroniki - метод нанесения рисунка путем облучения (фотонами, электронами или ионами) подложки закрытой маской.</p>	<p>In general, a method for printing on a smooth surface. In the context of micro- and nano-electronics, a method for the patterning of substrates using a mask and source of radiation (that could be photonic, electronic, or ionic).</p>
<p><b>Lipofil</b> <b>Липофильный</b> <b>Lipophilic</b></p>	<p>Gidrofob birikma</p>	<p><i>Гидрофобное соединение.</i></p>	<p><i>see hydrophobic.</i></p>
<p><b>Mikrotrubka</b> <b>Микротрубочки</b> <b>Microtubule</b></p>	<p>Diametri taxminan 25 nm bo'lgan uzunligi bir necha mikrondan bir necha millimetr gacha bo'lgan (nerv hujayrasining aksonlarida) oqsilli nanotolalar.</p>	<p>Белковые нановолокна диаметром около 25 нм и длиной от нескольких микронов до нескольких миллиметров (в аксонах нервных клеток).</p>	<p>A protein nano-fiber with a diameter of about 25 nm and length varying from several micrometers to millimeters in axons of nerve cells.</p>
<p><b>Miozin</b> <b>Миозин</b> <b>Myosin</b></p>	<p>Eukariot hujayralarning harakatlantiruvchi oqsili bo'lib aktiv filamentlar tarkibiga kiradi. (aktin filamentga qarang)</p>	<p>Двигательный белок эукариотических клеток, перемещается вдоль актиновых филаментов (см. <i>Актиновый фтамент</i>).</p>	<p>A motor protein found in eukaryotic tissues that moves along the actin filaments (also see <i>actin filaments</i>).</p>

<b>Molekulyar biologiya</b> Молекулярная биология <b>Molecular biology</b>	Molekulyar darajadagi hayot haqidagi fan bo'lib, kimyo, biokimyo, biofizika metodlaridan foydalanadi.	Наука о жизни на молекулярном уровне, применяющая методы химии, биохимии и биофизики.	The study of biology at the level of molecules by the use of tools from chemistry, biochemistry, and biophysics.
<b>Molekulyar tanish</b> Молекулярное узнавание <b>Molecular recognition</b>	Molekulalararo kuchli va spetsifik nokovalent o'zaro munosabatlar bo'lib, barqaror nadmolekulyar komplekslar hosil bo'lishini taminlaydi ( <i>nadmolekulyar kimyoga</i> qarang).	Сильное и специфичное нековалентное взаимодействие между молекулами, обеспечивающее образование стабильного надмолекулярного комплекса (см. <i>Надмолекулярная химия</i> ).	The strong and specific non-covalent interactions between molecules that allow the formation of stable supramolecular complex (also see <i>Supramolecular Chemistry</i> ).
<b>Murakkab material</b> Композитные материалы <b>Composite material</b>	Bir biridan fizikaviy va kimyoviy hususiyatlari bilan farq qiluvchi ikki yoki undan ko'proq komponentlardan yaratilgan sun'iy materialdir. Ularni tashkil qiluvchi dastlabki komponentlar bir birlari bilan aralashmaydilar va kompozit materiallar tarkibida strukturaviy aloxida holatda bo'ladilar.	Искусственные материалы, созданные из двух или более компонентов, существенно различающихся по физическим и химическим свойствам. Исходные компоненты не смешиваются и структурно обособлены в составе композитного материала.	An engineered material that is composed of two or more constituent materials with significantly different physical or chemical properties and which remain separate and distinct within the finished structure.
<b>Monomer</b> Мономер <b>Monomer</b>	Kichik molekula, boshqa monomerlar bilan kimyoviy bog'lanib polimerlar hosil qiladilar.	Небольшая молекула, которая, связываясь с другими мономерами, образует полимер	A small molecule that could be chemically bonded to other monomers to form a polymer.
<b>Nadmolekulyar kimyo</b> Надмолекулярная химия <b>Supramolecular chemistry</b>	Kimyoning nokovalent komplekslar- "yuqori molekular" hosil bo'lishini o'rganuvchi soxasi.	Область химии, изучающая образование нековалентных комплексов - «сверхмолекул».	A field of chemistry, which is concerned, with the formation of non-covalent chemical complexes, supramolecules.
<b>Nano-qishloq xo'jaligi</b> Нано-сельское хозяйство <b>Nanoagriculture</b>	Nanotexnologini qishloq xo'jaligida ishlatilishi. (chorvachilik va o'simlikshunoslikda)	Применение нанотехнологий в сельском хозяйстве (животноводстве и растениеводстве).	The use of nanotechnology of agriculture purposes, including animal and plant applications.

<b>Nanobiotexnologiya.</b> <b>Нанобиотехнология</b> <b>Nanobiotechnology</b>	Biologiya va tibbiyot muammolarini yechishda nanotexnologiyadan foydalaniladigan fan.	Наука о применении нанотехнологии для решения задач биологии и медицины.	The use of nanotechnology for biological and medical applications.
<b>Nanokanal</b> <b>Нанотрубки</b> <b>Nanotubes</b>	Uglerodan va boshqa organik va noorganik materiallardan tayyorlanadigan g'ovurchali nanostruktura.	Трубчатые наноструктуры из углерода и других органических и неорганических материалов.	A tubular structure at the nano-scale could be composed of carbon, inorganic, or organic materials (also see <i>inorganic, organic</i> ).
<b>Nanokosmetika</b> <b>Нанокосметика</b> <b>Nanocosmetics</b>	Nanotexnologiyani kosmetikada foydalanilishi, masalan liposomalarda faol birikmalar yetkazib berish uchun ishlatiladi.	Использование нанотехнологии в косметике, например, липосомы служат для доставки активных веществ.	The use of nanotechnology for cosmetic application such as delivery of cosmetically active compounds in liposomes or other nano-scale carriers.
<b>Nanometer</b> <b>Нанометр</b> <b>Nanometer</b>	Metrning milliondan bir qismi ( $10^{-9}$ м).	(нм) миллионная доля метра ( $10^{-9}$ м).	( <i>Abbr nm</i> ): 1 billionth or $10^{-9}$ meter.
<b>Nokovalent bog'</b> <b>Нековалентная связь</b> <b>Non-covalent interaction</b>	Kimyoviy bog', unda elektronlarni atomlar bilan to'planishi sodir bo'lmaydi. Hidrofob bog', vodorod bog', Vandervals o'zaro munosabatlar ham nokovalent bog'larga kiradi. ( <i>kovalent bog'ga qarang</i> )	Химическая связь, при которой не происходит обобществление электронов атомами. К нековалентным относится образование водородных связей, гидрофобные и ван-дер-Ваальсовы взаимодействия (см. <i>Ковалентная связь</i> ).	Chemical interaction that do not include sharing of electrons between atoms. Non-covalent interactions include hydrogen bonds, hydrophobic interaction, and van der Waals interactions (also see <i>covalent interactions</i> ).
<b>Nuklein kislota</b> <b>Нуклеиновые кислоты</b>	Nukleotidlardan tashkil topgan polimer birikma: DNK yoki RNK.	Полимеры, состоящие из нуклеотидов (ДНК или РНК).	Polymers composed of nucleotides, either <i>DNA</i> or <i>RNA</i> (also see <i>DNA, nucleotide, RNA</i> ).
<b>Nukleotid</b> <b>Нуклеотиды</b>	DNK va RNKni asosiy komponentlari, nukleotid azotli asos, shakar va bir yoki undan ortiq fosfat gruxni o'z ichiga oladi	Основные компоненты ДНК и РНК. Нуклеотид включает азотистое основание, сахар и одну или несколько фосфатных групп.	The main constituents of DNA and RNA, a chemical compound that consists of a heterocyclic base, a sugar, and one or more phosphate groups.
<b>O'zini shakllantiruvchi</b> <b>Самосборка</b>	Oddiy qurilish oqsillaridan murakkab strukturani birdaniga	Спонтанное образование сложных структур из простых	A process by which simple building blocks interact with each other



<b>Self-Assembly</b>	hosil bo'lishi.	строительных блоков.	to form a complex of higher complexity.
<b>Oqsil Белки Protein</b>	40-50 yoki undan ko'proq aminokislotalardan iborat polimer zanjir. Yirik oqsillar minglab aminokislotalardan tuzilgan. (peptidlarga qarang)	Длинные полимерные молекулы из 40-50и более аминокислотных остатков. Крупные белки состоят из тысяч аминокислот (см. <i>Пептиды</i> ).	A long polymer composed of 40-50 amino-acids or more. Large proteins can contain thousands of amino acids (see also <i>peptide</i> ).
<b>Pastdan-terega Bottom up Принцип «снизуверх»</b>	Oddiy bloklardan boshqarilgan yo'l bilan murakkab strukturalarning hosil bo'lishi/ ( <i>«Tepadana pastga»</i> prinsipiga qarang)	Образование сложных структур путем координированной сборки простых блоков (см. <i>Принцип «сверху вниз»</i> ).	A process that is based on the formation of complex structures by the coordinated assembly of simple building blocks
<b>Peptid nuklein kislota Пептидно-нуклеиновые кислоты (PNA) Peptide nucleic acid (PNA)</b>	DNK yoki RNK ga o'xshash polimer, ammo peptidli karkazda "yig'ilgan".	Полимеры, напоминающие ДНК и РНК, но «собранные» на пептидном каркасе.	A polymer similar to DNA or RNA but differing in the presence of an amide backbone.
<b>Peptid Пептиды Peptid</b>	Ikki yoki undan ortiq aminokislotadan tashkil topgan qisqa polimer. (oqsillarga qarang)	Короткие полимеры из двух и болсс молекул аминокислот (см. <i>Белки</i> ).	Short polymers composed of two or more amino-acids (also see <i>protein</i> ).
<b>Picomol Пикомоль Picomolar</b>	Konsentratsiyasi $10^{-12}$ molyar	$10^{-12}$ моля.	A concentration of 10-12 Molar
<b>Poliamid Полиамид Polyamide</b>	Peptid bog'lar orqali bog'langan monomerlar. Poliamid tabiiy oqsil va peptidni shuningdek, sun'iy materiallar neylon, Kevlar va peptid nuklein kislota o'z ichiga oladi. (oqsillar, peptidlar, kevlarga qarang)	Полимер, в котором мономеры связаны пептидными (амидными) связями. Включают природные белки и искусственные материалы, такие как кевлар, нейлон и PNA (см. <i>Белки. Пептиды, Кевлар</i> ).	A polymer that contains monomers joined by peptide (amide) bonds. Polyamide includes the natural protein and peptide but also the artificial Nylon, Kevlar®, and peptide nucleic acids (also see <i>protein, peptide, Kevlar</i> ).
<b>Polimer Полимер Polymer</b>	Kimyoviy kovalent bog'lar bilan bog'langan monomerlarni takrorlanuvchi yirik molekulasi. (kovalent bog'ga qarang)	Крупная молекула из повторяющихся единиц (мономеров), связанных ковалентными связями (см. <i>Ковалентная связь</i> ).	A large molecule consisting of repeating structural units, or monomers, connected by covalent chemical bonds (see also <i>covalent bond</i> ).



<b>Polisaxarid</b> <b>Полисахарид</b> <b>Polysaccharide</b>	Monosaxaridlarni glikozid bog'lari orqali bog'langan polimer birikma.	Полимер из молекул моносахаридов, соединенных гликозидными связями	A polymers composed of monosaccharides joined together by glycosidic links
<b>Qo'shzanjir</b> <b>Двойная спираль</b> <b>Doublehelix</b>	Umumiy o'q atrofida o'ralgan mos strukturali ikki spiralli nadmolekulyar struktura. Qo'shspirall – DNK molekulasi ning o'z igaxos strukturasidir.	Надмолекулярная структура из двух спиралей с согласованной структурой, закрученных вокруг общей оси. Двойная спираль - характерная структура молекул ДНК.	A supramolecular structure composed of two congruent helices with the same axis, differing by a translation along the axis. DNA has a double helix structure.
<b>Rak</b> <b>Рак</b> <b>Cancer</b>	Metastazlar hosil bo'lishi bilan va hujayralarning tartibsiz bo'linishi orqali hosil bo'ladigan kasalliklar guruhi.	Группа заболеваний, характеризующихся бесконтрольным делением клеток и образованием метастазов.	A class of diseases or disorders that is characterized by the uncontrolled division of cells and formation of metastases.
<b>Ribosoma</b> <b>Рибосома</b> <b>Ribosome</b>	Oqsil sinteziga javobgar bo'lgan RNK va oqsildan iborat hujayra organellasi	Клеточная органелла, состоящая из РНК и белков; обеспечивает синтез белка.	An organelle in cells composed of RNA and proteins that allows the synthesis of proteins.
<b>RNK</b> <b>РНК</b> <b>RNA</b>	(Ribonuklein kislota) monomer nukleotidlardan tashkil topgan polimer, informatsion RNK oqsil sintizi uchun DNK dan axborot tashiydi, bundan tashqari RNK struktura va signal funksiyasini bajaradi.	(Рибонуклеиновая кислота) Полимер из мономеров нуклеотидов. Информационная РНК переносит информацию от ДНК для синтеза белка, РНК также выполняет структурную и сигнальную функции.	Ribonucleic acid A nucleic acid polymer consisting of nucleotide monomers. mRNA is transcribed from the DNA to serve as the code for the synthesis of proteins. RNA can also serve as a structural and regulatory component.
<b>Suv texnologiyasi</b> <b>Водные технологии</b> <b>Water Technology or WaTech</b>	Oqava va turib qolgan tabiiy suvlarni tozalash texnologiyasi	Технологии очистки сточных и опреснения природных вод.	Technology that is associated with the treatment of water such as desalination and sewage treatment.
<b>Sopolimer</b> <b>Сополимер</b> <b>Copolymer</b>	Bir molekula tarkibida ikki yoki undan ortiq monomer turlarini saqlagan polimer.	Полимер, состоящий из двух и более типов мономеров в одной молекуле.	A polymer formed by two or more different types of monomer that are linked in the same chain.
<b>S qavat</b> <b>S-layer</b> <b>S-слой</b>	Bakteriya va arxeylar hujayra membranasi bilan assotsiyalangan	Структура, ассоциированная с клеточной мембраной	A cell membrane structure composed of protein and

	oqsillar va glikoproteinlardan hosil bo'lgan struktura.	бактерий и архей, образованная белками и гликопротеинами.	glycoprotein that is found in bacteria and archaea.
<b>Тepadan-pastga Top-down Принцип «сверхуниз»</b>	Murakkab sistemalarning miniaturizatsiyasi bo'lib komponent o'lchamlarini kamayishidir (“ <i>pastdan – tepaga</i> “ jarayoniga qarang)	Миниатюризация сложных систем путем уменьшения размеров их компонентов (см. <i>Принцип «снизу вверх»</i> ).	A process that is based on the miniaturization of complex system by sizing-down of its components (also see <i>bottom up</i> ).
<b>To'qima inlenerligi Тканевая инженерия Tissue engineering</b>	To'qimalar yig'indisidan tashkil topgan biologik sistemalarning shakllanishi	Конструирование биологических систем на тканевом уровне организации	The ability to engineer biological systems at the level of a tissue rather than cellular or sub-cellular
<b>Virus Вирус Virus</b>	Eng mayda parazit organizm, DNK yoki RNK molekulalaridan tashkil topgan oqsil yoki lipidli qobiq bilan o'ralgan. ( <i>bakteriofagga</i> qarang)	Мельчайший паразит, состоит из молекул ДНК или РНК в белковой или липидной оболочке (см. <i>Бактериофаг</i> ).	A parasite composed of DNA or RNA molecule that wrapped in a protein capsid or lipid envelope (also see <i>bacteriophage</i> ).

## VIII. АДАБИЁТЛАР

1. Ehud Gazit. Plenty of room for biology at the bottom: an introduction to Bionanotechnology. London:«ImperialCollegePress», 2007. 181 p.
2. Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 363 p.
3. C.M. Niemeyer., C.A. Mirkin. Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives. 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. CGaA, Weinheim. 458 p.
4. Yubing Xie. The nanobiotechnology handbook. 2013 by Taylor & Francis Group LLC, USA. 649 p.
5. К. Давранов., Б. Аликулов. Нанобиотехнология. Тошкент, 2015. 312 б
6. Goodsell D.S. Bionanotechnology. Lessons from nature. Wiley-Liss publ., 2004. 337 p.
7. P. Boisseau., P. Houdy., M. Lahmani. Nanoscience: Nanobiotechnology and Nanobiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg - 2010. 1163 p.
8. Yao He., Yuanyuan Su. Silicon Nanobiotechnology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg – 2014. 107 p.

### Интернет-сайтлар:

1. [www. Biochemistry.ru](http://www.Biochemistry.ru)
2. [www. Biochemistry.ru](http://www. Biochemistry.ru)
3. [www. nanorf.ru](http://www. nanorf.ru)
4. [www. nsu. ru / asf/phnews/digest 2005 1020/ Bio Nan tech/html](http://www. nsu. ru / asf/phnews/digest 2005 1020/ Bio Nan tech/html).
5. [www. sciam. ru/2004/9/nano](http://www. sciam. ru/2004/9/nano)
6. [www.botan0.ru/?cat=2&id=13](http://www.botan0.ru/?cat=2&id=13)
7. [www.cbio.ru](http://www.cbio.ru)
8. [www.electrospinning.ru](http://www.electrospinning.ru)
9. [www.express-k.kz/show\\_article.php?art\\_id=42460](http://www.express-k.kz/show_article.php?art_id=42460)
10. [www.foresight.org](http://www.foresight.org)

