

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI  
ZOOLOGIYA VA FIZIOLOGIYA KAFEDRASI**

**“Himoyaga tavsiya etilsin”**

**Tabiiy fanlar fakulteti dekani**

**dots. B.Boysunov \_\_\_\_\_**

**«\_\_\_\_» may 2019 yil**

**Tabiiy fanlar fakulteti kunduzgi bo‘lim  
5140100-biologiya ta‘lim yo‘nalishi bitiruvchisi  
ISMATOVA FARANGIZ XAMDAM QIZIning  
bakalavr darajasini olish uchun yozilgan**

**“O‘ZBEKISTONDA BIOFIZIKA FANINING RIVOJLANISHI VA  
ZAMONAVIY BIOFIZIK TADQIQOTLAR”  
MAVZUSIDAGI**

# **BITIRUV MALAKAVIY ISHI**

**Zoologiya va fiziologiya kafedrası**

**mudiri: Dots. Karimov O.R.**

**Ilmiy rahbar:**

**b.f.n., katta o‘qituvchi Cho‘liev I.N.**

**Qarshi – 2019 yil**

## ***R E J A.***

### **KIRISH.**

**1-BOB. BIOFIZIKA FANI HAQIDA TUSHUNCHA. FANNING  
PREDMETI VA VAZIFALARI.**

**2-BOB. BIOFIZIKANING BO‘LIMLARI VA TADQIQOT  
USULLARI**

**2.1. Biofizikaning bo‘limlari**

**2.2. Biofizikaviy tadqiqotlarning usullari**

**3-BOB. BIOFIZIKANING RIVOJLANISHI TARIXI.  
BIOFIZIKANING RIVOJLANISHIDA O‘ZBEKISTONLIK  
OLIMLARINING QO‘SHGAN HISSALARI**

**3.1. Biofizika fani rivojlanishida dunyo olimlarining qo‘shgan hissalari**

**3.2. Biofizika fani rivojiga O‘zbekistonlik olimlarning qo‘shgan  
hissalari**

**3.2.1. Akademik Yo.X. To‘raqulov**

**3.2.2. Akademik B.O. Toshmuxamedov**

**3.2.3. Professor A.I. Gagelgans**

**3.2.4. Professor P.B. Usmanov**

**3.2.5. Akademik R.Z. Sobirov**

**3.2.6. Biologiya fanlari doktori, professor M.I.Asrarov**

**3.2.7. Biologiya fanlari doktori I.G. Axmedjanov**

**3.2.8. Professor O.V. Krasilnikov**

**3.2.9. Biologiya fanlari doktori U.Z. Mirxodjayev**

### **XULOSA**

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

## Kirish

**Mavzuning dolzarbligi.** Birinchi Prezidentimiz tomonidan ilgari surilgan mamlakatimizda demokratik isloxlarni yanada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish konsepsiyasida fuqorolarning ekologik ma'daniyatini yuksaltirishga alohida e'tibor qaratilgan bo'lib, o'z navbatida soxaga oid qonunchilik xujjatlari, davlat dasturlarining so'zsiz bajarilishida parlament va uning nazorat mexanizmlarini kuchaytiradixamda ekologik nazorat samaradorligini ortishida katta ahamiyat kasb etadi<sup>1</sup>.

Agar biz o'z vaqtida uzoqni ko'zlab ertaga hayotga kirib kelayotgan yoshlarimizning chuqur bilim va kasb-hunar egallashi uchun zamin yaratmaganimizda, ularni zamon talab qiladigan mutaxassis kadrlar etib tayyorlamaganimizda, bugungi kunda butun dunyoni qamrab olgan moliyaviy-iqtisodiy inqiroz davrida yurtimizda tinchlikni saqlab, iqtisodiyotimizning barqaror o'sish sur'atlarini ta'minlashga, ayni shunday og'ir sharoitda xalqimiz hayotining tobora erisha olmasdik, albatta.

Birinchi Prezidentimiz I.Karimov aytganlaridek, tarixni o'rganmasdan turib, kelajakni yaratib bo'lmaydi. Shu sababli biofizika qanchalik yosh fanlardan bo'lmasin, uning ham o'z rivojlanish tarixi mavjud va akademik Frank ta'rif berganidek, u "barcha biologiya fanlarining nazariy poydevori" dir.

Fizika va texnika fanlarining taraqqiyoti boshqa fanlar qatori tibbiyot va biologiya fanlariga ham ijobiy ta'sir ko'rsatmoqda. Keyingi vaqtda tibbiy va biologik fizikaning rivojlanishi biologiya va tibbiyotda fizikaviy uslublar va tahlillarni keng qo'llanilishiga bog'liq bo'lib qoldi.

Hozirgi zamonaviy biofizikaning asosiy g'oyasidagi intilish butun tiriklikning strukturaviy tashkillanishining eng chuqur molekulyar darajalarini o'rganishga kirib borish xisoblanadi. Biologik xodisalar asosini tashkil etuvchi oddiy o'zaro ta'sirlashishlarning fizik va fizik-kimyoviy tabiatlarini o'rganish

---

<sup>1</sup> . I.A. Karimov. O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida xavfsizlikka taxdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari. Toshkent "O'zbekiston", 1997, 38-40 b.

aynan zamonaviy biofizikaning ta'saraffudadir. Biofizika shug'ullanadigan muammolar qatoriga murakkab biologik sistemalarning boshqarish mexanizmlari, transport va bioelektrogenezning membranaviy jarayonlari, fermentativ kataliz, fotobiologik, bioenergetik, mexanokimyoviy jarayonlardagi energiya transformatsiyalanishning molekulyar mexanizmlari va retseptsiya mexanizmlarini o'rganish kiradi. Hozirgi vaqtda faol molekulyar komplekslardagi o'zaro ta'sirlashishlar bo'ysunadigan ular tufayli jarayon va xodisalarning biologik ro'lini tushuntirib beradigan umumiy tamoyillar tobora aniqlashib bormoqda.

Elektron konformatsiyali o'zaro ta'sirlashishlar kontseptsiyasi bo'yicha makromolekulalarning elektron xususiyatlarini o'zgarishi natijasida kelib chiqqan, yo'naltirilgan konformatsiyali o'zgarishar ularning biologik sistemalardagi faoliyat ko'rsatishlarining asosini tashkil qiladi. Makromolekulalarning fizik ob'ekt sifatida o'ziga xosligi ularning statik va determin erkinlik darajalarining birgalikda bo'lib, ular faol makromolekulalar komplekslaridagi oddiy o'zaro ta'sirlashishlar mexanizmlarida o'z-o'zini to'ldiradi. Biofizika rivojlanishining hozirgi zamonaviy bosqichida molekulyar mexanizmlar tabiatlarini tushinish va adekvat fizik modellarni tuzish uchun bevosita tajribalar yordamida olingan va biologik ob'ektning xususiyatlarini anglatuvchi aniq ma'lumotlar zarurligi ham ravshan bo'lib qoldi. Aynan mana shu vaziyatda birlamchi molekulyar mexanizmlar tavsiflarini aniq biologik jarayonlar va xodisalar xossalari bilan bog'lay olishga muvaffaq bo'linadi. Bu esa biofizikaning asosiy vazfasi hisoblanadi [ Antonov V.F. 2001].

Mana bunday natijalarga erishmoq uchun ko'rinib turibdiki, intakt biologik obyektlardagi molekulyar mexanizmlar to'g'risidagi aniq, to'g'ridan-to'g'ri ma'lumotlar olish uchun eksperimental metodlarning o'rni juda kattadir. Shuni xam ta'kidlab o'tish zarurki, biofizikaning taraqqiy etishi hamisha yangi eksperimental, shuningdek, zamonaviy fizika, matematika, fizik-kimyoning yutuqlariga asoslangan nazariy metodlarning yaratish bilan bog'langan. Biofizikaning taraqqiy etishi xamisha yangi eksperimental, shuningdek, zamonaviy

fizika, matematika, fizik-kimyoning yutuqlariga asoslangan nazariy metodlarning yaratish bilan bog'langan. O'z vaqtida eritmalar nazariyasining fizik-kimyoviy qarashlari, kimyoviy kinetika tamoyillari, xujayra to'qimalar elektr parametrlarining qo'llanishiga va mazkur metodlarning biologiyaning boshqa eksperiment soxalariga kirib borishiga aniq, eksperimental metodlar sabab bo'lgan [ Veselova T.V. I 1993.]

Biofizika fundamental biologik fanlardan biri bo'lib, tirik tizimlarda kechadigan fizikaviy va fizik-kimyoviy jarayonlarni, makromolekulalar, biomembranalar va boshqa tirik tizimlar tuzilishi va faoliyatining barcha darajalarda fizikaviy-kimyoviy asoslari hamda fizik omillarning ularga ta'sirini o'rganadi. Biofizika tirik tizimlarda energiyaning hosil bo'lishi va bir turdan ikkinchi turga o'tishi, kinetika, termodinamika hamda axborot qabul qilinishi va qayta ishlanishi haqidagi qonuniyatlarni tadqiq etadi. Biofizika biologik tizimlarda amalga oshuvchi jarayonlarni tartibga tushirilishi va boshqarilishi, biopolimerlarning fermentativ katalizi, biologik membranalar orqali moddalar tashilishi, qisqaruvchan tizimlar va energiyaning membranada bog'lanishi va boshqa ko'pgina jarayonlarni fizika qonunlari asosida o'rganadi.

Yuqorida ta'kidlaganimizdek, biofizika yosh fanlardan bo'lib, juda tez sur'atlarda rivojlanib bormoqda. Shu sababdan, biofizika fani tarixini hamda uning rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlar haqidagi ma'lumotlarni o'rganish va uni kelajak avlodga yetkazish muhim ishlardan biridir.

Ma'lumki, har bir fanning tarixini o'rganmasdan turib, shu fanni o'rganib bo'lmaydi. Shu sababdan har bir o'quvchi fanni chuqur o'rgatishni xoxlasa, avvalo fanning tarixi, uning predmeti va tadqiqot uslublari hamda shu sohada ishlagan buyuk olimlar haqida ma'lum bir tushunchalarga ega bo'lmog'i zarur.

Fan tarixiga oid ma'lumotlarni o'z vaqtida va tegishli tizimga solib darsliklarda, o'quv qo'llanmalarda kiritish, o'quvchida shu fanga nisbatan qiziqishni ortirishga xizmat qilishi shubhasiz.

Mazkur bitiruv-malakaviy ishda zamonaviy biofizikaning shu darajaga yetib

kelishida xissa qo'shgan o'zbek biofizik olimlarining olib borgan ishlari. O'zbekiston va dunyoning yetakchi laboratoriyalarida muntazam rivojlantirilib kelinayotgan zamonaviy ilmiy-tadqiqot metodlaridan ayrimlari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan. Ularni ilmiy ishlarda qo'llash natijasida katta muvaffaqiyatlarga erishilmoqda.

Mazkur metodlarning tamoyillari va fizik asoslarini o'rganish zamonaviy biofizika, biokimyo, molekulyar biologiya va bioorganik kimyo fanlarining yutuqlarini tushunishda bosh me'zon bo'lib xizmat qiladi.

Bizga ma'lumki, ko'pgina fan sohaslarida ayniqsa, ijtimoiy-gumanitar fanlardan fan tarixiga oid va shu fan sohasi bo'yicha ishlagan o'zbekistonlik buyuk olimlar haqida ko'plab monografiya va qo'llanmalar yetarli darajada chop ettirilgan. Ammo bu boradagi ishlar biologiya fani, ayniqsa biofizika va fiziologiya sohasida ishlagan olimlar haqida yetarlicha ma'lumotlar chop etilmagani bizni bu ushbu bitiruv malakaviy ishni tayyorlashimizga zamin bo'ldi.

**Ishning maqsadi va vazifalari.** Ushbu bitiruv malakaviy ishining **asosiy maqsadi** shundan iboratki, biofizika fani, shuningdek biofizikaviy fanlarning rivojlanish tarixi va bu sohadan O'zbekistonda yashab ilmiy-tadqiqot ishlari olib borib, biofizika rivojlanishiga o'zlarining salmoqli hissalarini qo'shgan olimlar haqida ma'lumotlar to'plash, jamlash, tahlil qilish hamda shu asosida kichik bir to'plam sifatida chop ettirishdan iborat.

BMI amalga oshirish uchun maqsaddan kelib chiqqan holda quyidagi **vazifalarni** rejalashtirib oldik.

1. Biofizika fanining rivojlanishiga doir ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish.
2. Zamonaviy biofizikaviy tadqiqotlarni adabiyot manbalari asosida yoritish.
3. Biofizikaning turli sohalari bo'yicha ishlagan O'zbekistonlik olimlar haqida ma'lumotlar to'plash va tahlil qilish.

**Bitiruv malakaviy ishining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Olingan ma'lumotlardan talaba, magistrlar, shuningdek, organizmda yuqori molekulyar

birikmalardagi o'zaro ta'sirlashishlar bilan qiziquvchi bioorganik va organik kimyo sohalaridagi kimyo talabalari uchun ham katta ahamiyatga ega. Bitiruv malakaviy ishda keltirib o'tilgan ma'lumotlar va tadqiqot metodlaridan biofizika fanidan ma'ruza hamda amaliy mashg'ulotlarda foydalanish mumkin. Ushbu ma'lumotlar soha mutaxassislari va boshqa qiziquvchilarning biofizika fani bo'yicha ma'lumotlarini kengayishiga xizmat qiladi.

**Ishning strukturasi.** Bitiruv malakaviy ishi kompyuterda terilgan 66 ta sahifadan iborat bo'lib, ish kirish, 3 ta bob xulosa va adabiyotlar ro'yxatini o'z ichiga oladi. Mazkur ishda 9 ta rasm keltirilgan.

## 1-BOB. BIOFIZIKA FANI HAQIDA TUSHUNCHA. FANNING PREDMETI VA VAZIFALARI

Biofizika - tirik materiyaning turli xil tashkillanish darajalarida (*molekulyar, hujayra, organ, bir butun organizm, populyatsiya*) amalga oshuvchi biologik jarayonlar asosini tashkil qiluvchi o‘zaro aloqadorlikning fizik va fizik-kimyoviy mexanizmlari haqidagi fan hisoblanadi. Shuningdek, falsafiy nuqtai nazardan, «*Biofizika*» - har qanday tirik tizimlarning fundamental asosini tashkil qiluvchi fizik-kimyoviy jarayonlarni biologik eksperimentlarda maxsus fizik tadqiqot uslublari yordamida o‘rganish asosida, tabiiy-ilmiy dunyoqarash shakllanishida muhim o‘rin tutadi. «*Biophysics*» atamasi birinchi marta 1892-yilda Karl Pearson tomonidan yozilgan «*Fan grammatikasi*» (*Grammar of Science*) kitobida keltirilgan<sup>2</sup>. London universiteti professori, matematik va biolog olim, Karl Pirson (1857-1936) «*Fan grammatikasi*» asarida quyidagi fikrlarni keltiradi: «...Biz «mexanizm» atamasining organik jismlarga nisbatan tadbiq etilishi aynan nimani anglatishiga oydinlik kiritmasdan turib, hayotning mohiyati mexanizmdan tashkil topganligini to‘liq holatda aniq tasdiqlay olmaymiz. Hozirgi vaqtda fizikaning ayrim umumiy qonuniyatlari, ayniqsa energiyaning saqlanish tamoyili bizning hayotiy shakllarga nisbatan tasavvurlarimizni belgilab berishi, shubhasiz. O‘z navbatida, organik shakllar rivojlanishiga nisbatan tadbiq qilinuvchi, anorganik (notirik) hodisalar qonuniyatlarini aniqlash vazifasiga ega bo‘lgan fan yoki fizika fanining sohasi mavjudligi zaruriyat hisoblanadi. Bu fan biologiya fanlari - jumladan, morfologiya, embriologiya va fiziologiya dalillari umumiy fizika qonuniyatlarining xususiy holatlaridan tashkil topganligini ko‘rsatib beradi. Ehtimol bu fan «*Biofizika*» (*Biophysics*) deb nomlansa, yaxshi bo‘lar edi... *Biofizika* deb nomlanuvchi ushbu fan hozirgi vaqtda yirik yutuqlarga erishmagan

---

<sup>2</sup>R.Glaser (Humboldt-Universitat, Berlin Germany). *Biophysics. An Introduction* // Second Edition. «Springer-Verlag Berlin Heidelberg», 2012.



bo'lsada, biroq uning kelajagi buyuk bo'lishiga hech qanday shak-shubha yo'q...»<sup>3</sup>.

«*Biofizika*» atamasi grek tilida «*βιοζ-hayot, φύσιζ-tabiat*» so'zlaridan olingan bo'lib, molekula va hujayra darajasidan boshlab, umumiy biosfera darajasi bilan tugallanuvchi, tirik tabiatning barcha tashkillanish darajalari mavjudligining fizik jihatlarini o'rganuvchi biologiyaning bo'limi hisoblanadi<sup>4</sup>. Ayrim manbalarda «*Biofizika*» ning mustaqil fan sifatida qayd qilinishi 1966-yilda «Xalqaro sof (nazariy) va amaliy biofiziklar ittifoqi» (IUPAB, *International Union of Pure and Applied Biophysics*) tomonidan: «*Biofizika - tafakkurning alohida yo'nalishi hisoblanadi...*» deb ta'rif berilishi lahzasidan boshlanishi ta'kidlanadi. Albatta, «*Biofizika*» ning fan sifatida mazmun-mohiyati haqidagi bahs-munozaralar, fikrlar xilma-xilligi haligacha davom etmoqda<sup>5</sup>.

Quyida «*Biofizika*» faniga berilgan ayrim ta'riflarni keltiramiz:

*Biofizika* - tirik tizimlarga fizik va fizik-kimyoviy qonuniyatlar ta'sirini o'rganuvchi fan hisoblanadi<sup>6</sup>.

*Biofizika* - bu zamonaviy fizik-kimyoviy tasavvurlar asosida, tirik materiyaning tuzilishi va funksiyasining nazariy jihatdan tashkillanishi va tuzilish modellari haqidagi fan hisoblanadi. Biofizika - turli xil tashkillanish darajalarida amalga oshuvchi fiziologik jarayonlar asosini tashkil qiluvchi fizik, fizik-kimyoviy jarayonlarni o'rganadi<sup>7</sup>.

*Biofizika* - bu tashqi muhit bilan chambarchas bog'liqlikka ega bo'lgan tirik obyektlarda amalga oshuvchi fizik-kimyoviy hodisalar va jarayonlar haqidagi tabiiy fan hisoblanadi<sup>8</sup>.

*Biofizika* - biologik masalalarni fizik konsepsiyalar tushunchalari asosida hal

---

<sup>3</sup> История биофизики. Докл. члена-корреспонд. биофизик РАН Г.Р.Иваницкого // II Съезд биофизиков России. -Москва,1999. [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.biophys.msu.ru/conferences/99>.

<sup>4</sup> Биофизика // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://dic.academic.ru>

<sup>5</sup> Предмет биофизики // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://refwin.ru>

<sup>6</sup> D.Burns. An introduction to Biophysics // Cornell University Library. London, 1921.

<sup>7</sup> А.А.Присный. Биофизика. Учебно-методический комплекс для бакалавров по дисциплине. - Москва, 2010. -Стр. 4-5.

<sup>8</sup> С.А.Старченко. Биофизика: Учебное пособие для 10 кл., школ и лицеев с углубленным изучением естественно-научных дисциплин // Челябинск: Изд-во ЧГПУ «Факел», 1997. - 132.

qiluvchi fan hisoblanadi<sup>9</sup>.

*Biofizika* - tirik organizmlar fizikasi hisoblanadi<sup>10</sup>.

*Biofizika* - bu barcha darajalarda (molekulyar darajadan biosferagacha) biologik tizimlarning tashkillanish va funktsiya bajarishida qayd qilinuvchi fizik va fizik-kimyoviy tamoyillar, shuningdek ularning matematik tavsiflanishi bilan shug'ullanuvchi tabiatshunoslik bo'limi hisoblanadi<sup>11</sup>.

*Biofizika* - biologik tizimlarning tuzilishi, unda amalga oshuvchi o'zaro ta'sirlashish jarayonlari dinamikasini oydinlashtirish maqsadida biologik tizimlarni modellashtirishda fizika, kimyo qonuniyatlari, matematik tahlil va kompyuter yordamida modellashtirish tamoyillaridan foydalanuvchi fan hisoblanadi<sup>12</sup>.

IUPAB tashkil qilingan dastlabki yillarda «*Biofizika nima?*» mavzusidagi bahs-munozaralar avj olgan va umumiy holatda quyidagi to'xtamga kelingan: «Biofizika fani 3 ta qismga bo'linadi - *molekulyar biofizika, hujayra biofizikasi va murakkab tizimlar biofizikasi...*».

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar asosida, umumiy holatda «*Biofizika*» faniga quyidagi ta'rif berish mumkin:

*«Biofizika fani - bu biologik tizimlarning molekulyar darajadan biosfera darajasigacha tashkillanish pog'onalarida amalga oshuvchi strukturaviy-funksional jarayonlar mexanizmlarini fizik, kimyoviy qonuniyatlari va uslublar, shuningdek matematik modellashtirish yordamida tahlil qiluvchi fan hisoblanadi».*

Biofizika yosh fanlardan bo'lib, akademik Frank so'zi bo'yicha u "barcha biologiya fanlarining nazariy poydevori" dir. Tabiiy fanlarning jadal sur'atlar bilan rivojlanishi, bilimlarning yangi sohalarining kelib chiqishi zamonamizning xarakterli xususiyatidir. Fizika va texnika fanlarining taraqqiyoti boshqa fanlar

---

<sup>9</sup> J.Malmivuo, R.Plonsey. Bioelectromagnetism: Principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields // - Oxford University Press, New York, 1995.

<sup>10</sup> М.В.Волькенштейн. Молекулярная биофизика // - Монография. - Главная редакция физико-математической литературы изд-во «Наука». - Москва, 1975. - 616 с.: ил.

<sup>11</sup> В.А.Твердислов. Становление биофизики. Физики, биологи, химики, математики, медики (К 250-летию Московского университета. К 100-летию биофизики в Московском университете) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [crazy-fizik.narod.ru/biophys1.htm](http://crazy-fizik.narod.ru/biophys1.htm)

<sup>12</sup> What is Biophysics? M/LSA University of Michigan // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://www.lsa.umich.edu/biophysics/aboutus>

qatori biologiyaga ham katta ta'sir ko'rsatmoqda. Fizikaviy uslublar va tahlillarni barcha tabiiy fanlarda, shu jumladan biologiyada ham keng miqyosda qo'llanishi natijasida biologik tizimlarda kechadigan fizikaviy va fizik-kimyoviy jarayonlarni va fizik omillarning ularga ta'sirini o'rganuvchi biofizika fani rivojlandi va u hozirgi vaqtda fundamental biologik fanlarning biri bo'lib hisoblanadi. Biofizika fani bu biologik tizimlarda kechadigan va ular faoliyati asosida yotuvchi fizikaviy hamda fizik-kimyoviy jarayonlarni tadqiq etuvchi fandır<sup>13</sup>.

**Fanning predmeti va vazifalari.** Biofizika - biologik jarayonlar asosini tashkil qiluvchi nisbatan fundamental qonuniyatlar haqidagi fan bo'lib, *tadqiqot predmeti* - tirik tizimlardan tashkil topgan. Biofizika fanining predmeti - bu tirik tizimlarda amalga oshuvchi barcha jarayonlarning asosini tashkil qiluvchi fizik tamoyillar hisoblanadi<sup>14</sup>.

Demak, «*Biofizika*» fanining predmeti - molekulyar darajadan tortib, populyatsiya darajasigacha tirik materiyaning tashkillanish darajalarida qayd qilinuvchi biologik jarayonlarning fizik-kimyoviy qonuniyatlari hisoblanadi<sup>15</sup>.

Biofizikaviy tadqiqotlarning predmeti bo'lib, biopolimerlarning strukturasi va xossalari, tabiiy va sun'iy membranalar, ion kanallari, murakkab tuzilgan biologik tizimlar hisoblanadi. Biofizika o'z ichiga alohida olingan makromolekulalarning tuzilishi va xossalarini o'rganishdan tortib, biosfera darajasida kechadigan murakkab jarayonlarning mexanizmi va ichki dinamikasigacha bo'lgan muammolarni qamrab oladi. Biologiyadagi ko'p muammolarni tushunishda tabiatdagi qonuniyatlarning o'zaro bog'liqligini bilish, tirik organizmlarga va tizimlarga fizikaviy qonunlarning tatbiq etilishi yordam beradi.

Biofizika fanining *tadqiqot obyekti* - tirik tabiat hisoblanadi. Jumladan, bu fanning tadqiqot obyekti sifatida tirik tizimlarning yuqori darajada tartibga

---

<sup>13</sup> Асраров М.И., Хушматов Ш. Биофизика асослари. Ўқув қўлланма, Тошкент, 2008 й.

<sup>14</sup> R.Glaser (Humboldt-Universität, Berlin Germany). Biophysics. An Introduction // Second Edition. «Springer-Verlag Berlin Heidelberg», 2012.

<sup>15</sup> С.А.Старченко. Биофизика: Учебное пособие для 10 кл., школ и лицеев с углубленным изучением естественно-научных дисциплин. - Челябинск: Изд-во ЧГПУ «Факел», 1997. - 132.

asoslanganligi (*diskretlilik va bir butunlik*); tashkillanishning ko‘p pog‘onaliligi; o‘z-o‘zini ko‘paytira olish xossasiga egaligi; tashkillanish darajasi murakkablashish tomon yo‘nalishda rivojlanish xossasiga egaligi; axborotlar almashinuvi fenomeni; bir butunlik fenomeni qarab chiqiladi.

Demak, biofizika fanining *tadqiqot obyekt*i - tirik materiyaning barcha tuzilish darajalari tarkibiy qismlari hisoblanadi. Eksperimental biofizika sohasida amalga oshiriluvchi tadqiqotlarning aksariyat katta qismi aynan, tirik materiyaning hujayra va molekulyar tuzilish darajalarida amalga oshiriladi. Umumiy holatda, biofizika fanining tadqiqot obyekt*i* tirik tizimlar (*hujayra, organ, organizm va boshqalar*) hisoblanadi. Biofizika tiriklikning turli xil darajalari tuzilishi va funksiyasini fizika qonuniyatlari asosida o‘rganadi va biologik obyektlarda biologik nuqtai nazardan, hayotning asl mazmun-mohiyatini tashkil qiluvchi - modda, energiya va axborotlarning o‘zaro murakkab bog‘liqlik qonuniyatlarini aniqlaydi. Shuningdek, biofizika fani makromolekulalarning (*oqsillar, nuklein kislotalar*) strukturasi, fermentlarning funksiyasi, biologik membrananing tuzilishi va funksiyasi, bioenergetik jarayonlar, ko‘rish va eshitish biofizikasi (*organlar biofizikasi*), muskullar qisqarishining fizik mexanizmlari kabi xususiy masalalar bilan ham shug‘ullanadi<sup>16</sup>.

Shunday qilib, biofizika fanining *tadqiqot obyekt*i - biomakromolekulalar, hujayra, mikroorganizmlardan tortib, populyatsiya darajasigacha bo‘lgan tiriklikning tashkillanish darajalari hisoblanadi<sup>17</sup>.

Biofizika - tirik organizmlarda amalga oshuvchi fizik va fizik- kimyoviy hodisalarni o‘rganuvchi fan hisoblanadi va shuningdek, biofizika - biopolimerlarning struktura va funksiyasi, biologik tizimlarga turli xil fizik omillarning ta’sirini o‘rganadi<sup>18</sup>.

---

<sup>16</sup> Старченко С.А. Биофизика: Учебное пособие для 10 кл., школ и лицеев с углубленным изучением естественно-научных дисциплин. - Челябинск: Изд-во ЧГПУ «Факел», 1997. - 132.

<sup>17</sup> Биофизика. Кафедра биофизики биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.biophys.msu.ru>

<sup>18</sup> Филин С. Концепции современного естествознания: конспект лекций. Биофизика // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.gumer.info>

*Biofizika fanining maqsadi* - fizikaning umumiy tamoyillariga asoslangan holda, hayot (tiriklik) hodisasining mazmun-mohiyatini tushuntirib berish va shuningdek, moddaning atom-molekulyar strukturasi o'rganishdan tashkil topadi<sup>19</sup>.

Shunday qilib, biofizika fani fizik-kimyoviy qonuniyatlar asosida, molekulyar darajada amalga oshuvchi mexanizmlar bo'yicha biologik tizimlarning tuzilishi va funksiyasini tushuntirib beradi<sup>20</sup>.

Biofizika fani turli xil tashkillanish darajalarida biologik tizimlarda amalga oshuvchi fizik jarayonlar va biologik obyektlarga turli xil fizik omillarning ta'sirini o'rganadi va tirik obyektlarning tashkillanishi asosini tashkil qiluvchi fizik mexanizmlar va ularning hayot faoliyatining biologik xossa va xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash vazifasini bajaradi va umumlashtirilgan holda, qayd qilish mumkinki, *biofizika fani – moddaning biologik darajada tashkillanishida fizik qonuniyatlarning funktsiya bajarishi xususiyatlarini o'rganadi*<sup>21</sup>.

*Biofizika fanining vazifalari* - tirik organizmlarda amalga oshuvchi fizik-kimyoviy jarayonlar mexanizmlarini o'rganish asosida tirik tabiat qonuniyatlarini aniqlash, shuningdek fizik omillarning biologik organizmlarga ta'sir mexanizmlarini o'rganishdan tashkil topadi<sup>22</sup>.

IUPAB tomonidan biofizika fanining quyidagi vazifalari belgilangan:

- Muvozanat holatida bo'lmagan, ochiq tizimlarga oid qonuniyatlarni aniqlash va hayotning termodinamik asoslarini nazariy jihatdan asoslab berish;
- Individual (yakka tartibdagi) va evolyutsion rivojlanish, o'z-o'zini boshqarish va o'z-o'zini ko'paytirish hodisalarini ilmiy jihatdan tavsiflash;
- Biopolimerlar va boshqa biologik funksional faol moddalarning tuzilishi va funksiyasi o'rtasidagi bog'liqlik qonuniyatlarini aniqlash;

---

<sup>19</sup> Асраров М.И., Хушматов Ш. Биофизика асослари. Ўқув қўлланма, Тошкент, 2008 й.

<sup>20</sup> What is Biophysics? M/LSA University of Michigan // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://www.lsa.umich.edu/biophysics/aboutus>

<sup>21</sup> Биофизика // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://dic.academic.ru>.

<sup>22</sup> Биофизика. Предмет, цели, методы // Режим доступа: <http://dendrit.ru>.

- Biologik obyektlarni o'rganishning fizik-kimyoviy tadqiqot uslublarini ishlab chiqish va ularni nazariy jihatdan ilmiy asoslab berish;

- Tirik tizimlarda amalga oshuvchi keng ko'lamdagi funksional hodisalarni (jumladan, asab impulslarining hosil bo'lishi va uzatilishi, muskullarning qisqarishi, retsepsiya, fotosintez va hokazo) fizik jihatdan tavsiflab berish.

Shuningdek, biofizika fanining vazifalari jumlasiga tashqi muhit fizik omillarining tirik tizimlarga ta'sir mexanizmlarini o'rganish ham kiritiladi.

Biofizika materiyaning harakati va o'zaro aloqadorligi xususiyatlarini o'zida mujassamlashtirgan energiyaning xossalari, kuchlar va ular o'rtasidagi munosabatlar, kinetika, termodinamika hamda axborot qabul qilinishi va qayta ishlanishi nazariyalari haqidagi umumiy va xususiy qonuniyatlarni biologik tizimlarda fizika qonunlari asosida tadqiq etadi. Bunda biofizika tiriklikning eng murakkab, molekulyar darajada tuzilishi doirasida ham ish olib boradi.

Murakkab biologik tizimlar, ularning dinamik holati, biologik tuzilmalardagi makromolekulalar konformatsiya tuzilishi va xossalari, tizimdagi jarayonlarning tartibga tushirilganlik holatlari kabi keng qamrovli bilimlar majmuasini tahlil qilish jarayonida biofizika ko'pgina aniq fanlar tadqiqot usullaridan foydalaniladi. XX asrga kelib biofizikaning rivojlanishida fizika, kimyo, matematika fanlari erishgan yutuqlar asosida izotop atomlar yordamida tahlil, spektral va radiospektroskop tahlillar kabi uslublar yaratildi.

Biofizika kimyoviy kinetika, energiya transformatsiyasi asosida termodinamikaning birinchi qonuni, biologik tizimlar dinamikasini o'rganish asosida termodinamikaning ikkinchi qonuni kabi umumbiologik tushunchalarni tahlil qilishi bilan bir qatorda tirik tizimlarning molekulyar darajadagi struktura tuzilishlari va ushbu tuzilish darajalarida boradigan jarayonlarni umumbiologik qonuniyatlar bilan uyg'unligi kabi murakkab holatlarni ham o'rganadi.

Murakkab biologik tizimlar xususiyatlarini o'rganishda matematik modellash usullari qo'llaniladi. Biofizika umumiy holda biologik tizimlarda amalga oshuvchi jarayonlarni tartibga tushirish va boshqarish, biopolimerlarning

fermentativ katalizi, biologik membranalar orqali moddalar tashilishi, qisqaruvchi tizimlar va quyosh energiyasining tirik tizimlarda bog‘lanishi kabi jarayonlarini biologiya sohasi doirasida fizika qonunlari asosida tushuntirib beradi.

Murakkab biologik tizimlar kinetikasida matematik modellash va differensial tenglamalar asosida hujayralar o‘sinh dinamikasi yoki ekologik tizimlarda populyatsiya soni o‘zgarishlarining dinamikasini o‘rganish biofizika fanining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Murakkab biologik tizimlarda differensial tenglamalar yordamida asosan sifat tahlili tizimdagi barqaror holatlar mavjudligi va ularning soni, barqarorlik xususiyatining vaqt davomida ushlab turilishi, tizimda bir meyoriy holatdan ikkinchisiga o‘tish imkoniyatlari, shuningdek avtotebranishli jarayonlar kabi holatlar ustida olib boriladi.

Shuningdek, ushbu tizimda vaqt iyerarxiyasi o‘zgarishlari, biologik tizimda o‘z-o‘zini tashkil etishda (samoorganizatsiya) parametrlar o‘zgarishlari, tizimda bifurkatsiya nuqtasi orqali bog‘lanishlar xususiyatlari murakkab matematik usullar yordamida ko‘rib chiqiladi.

Biologik tizimlar faoliyatidagi turli xil o‘zgarishlar tizimdagi makromolekulalar majmuasidagi konformatsiya o‘zgarishlari bilan bog‘liq hisoblanadi. Bunda harorat, muhitning pH-ko‘rsatkichi qiymati, moddalar konsentratsiyasining o‘zgarishlari kabi omillar ta’sirida tizimda barqaror meyoriy holatdan bifurkatsiya nuqtasi orqali amalga oshuvchi o‘zgarishlarni keltirib chiqaradi.

Biofizika fanining termodinamika bo‘limida qaytmas jarayonlarda entropiya tushunchasining mavjudligini hisobga olgan holda tizimda barqaror holatni yuzaga keltirish masalalari ko‘rib chiqiladi.

Molekulyar biofizika makromolekulalarning elektron-konformatsiya tuzilishi asosida faoliyat mexanizmlarini tadqiq etadi. Bunda makromolekula faoliyat dinamikasidagi o‘zgarishlar, energiya shakli o‘zgarishlari kabi tizim xususiyatlari o‘zgarishlarini keltirib chiqaruvchi mexanizmlar statistik usulda

tadqiq etiladi.

Fotobiologik jarayonlar biofizikasida biologik membranada energiya bog'lash mexanizmlari molekulyar darajada ko'rib chiqiladi.

Umumiy holda biofizika biologik tizimlarning molekulyar darajadagi nazariy asoslarini ishlab chiqishga qaratilgan fan sohasi hisoblanadi. Ushbu asosda biologik tizimlarda amalga oshuvchi dinamik jarayonlarni mantiqiy xulosalarga tayangan holda boshqarish uslublarini ishlab chiqish imkoniyati yuzaga keladi.

Murakkab biologik tizimlar biofizikasida jarayonlar kinetikasi aniq yo'nalishda kechuvchi biokimyoviy o'zgarishlar va biomembranalarda elektr potensialining hosil bo'lishi va tarqalishi, biologik ritmlar, biomassa yoki turlarning ko'payishi, organizmlar populyatsiyalari o'rtasidagi aloqalar kabi jarayonlarning vaqt davomiyligiga bog'liq o'zgarishlarini o'rganadi.

Murakkab biologik tizimlarni umumiy holda biofizik jihatdan tadqiq qilish murakkab masala hisoblanadi. Chunki bu ko'rinishdagi tizimlarda bir vaqtning o'zida son jihatidan ko'plab jarayonlar bosqichli tarzda amalga oshadi. Shu sababli ushbu jarayonlar to'g'risida xulosaga kelish uchun tizimda kechuvchi jarayonlar ma'lum bir ko'rinishdagi qismlar yig'indisidan iborat deb qaraladi va jarayonning alohida qismlarini tadqiq etish orqali umumiy jarayon dinamikasi baholanadi. Bunda shunga ham e'tibor berish lozimki, o'rganilayotgan jarayon qismi umumiy jarayonning xususiyatlarini to'liq aks ettira olishi kerak va shu bilan birga tadqiqotda qo'llanilayotgan matematik modelning to'g'ri tanlanishiga ham bog'liq.

Bunda tirik tizimlarning iyerarxik xarakterga ega ekanligi, ya'ni ularda boruvchi jarayonlar o'zaro bog'liq, ammo alohida amalga oshuvchi jarayonlar yig'indisidan iborat ekanligini hisobga olish muxim ahamiyatga ega. Shu asosda biologik tizimlarni dinamik jihatdan o'rganish modellari ancha samarali hisoblanib, natijada ushbu jarayonlarni ijobiy yo'nalishda boshqarish imkoni tug'iladi.

Biomolekulalar, membranalar va tirik tizimlar uchun xarakterli bo'lgan fizik va fizik-kimyoviy jarayonlarning mexanizmlarini, ularga tashqi fizik ta'sirotlarni



o‘rganish biofizikaning asosiy vazifalaridan biridir.

Biologik qonunlar, asosan, fizikaviy kimyo qonuniyatlariga asoslanadi. Biologiyaga ushbu qonuniyatlardan tashqari, qandaydir boshqacha kuchlar, maydonlar, maxsus energetik kuchlar va shu kabilar ta’sirida qaraydigan fikrlar hali ham mavjud. Masalan, turli xil ekstrasenslar, “bioenergetiklar” aniq fanni buzib, undan o‘z maqsadlarida foydalanadilar. Hozirgi zamon biofizikasi esa ro‘y berayotgan hodisalarni aniq qonuniyatlar va dalillar asosida o‘rganadi. Shuningdek, biofizika organizmlarda kechadigan qon aylanish, nafas olish, harakat, ko‘rish va eshitish kabi fiziologik jarayonlar mexanizmlarini o‘rganadi.

Biofizika boshqa tabiiy fanlar bilan bevosita uzviy bog‘liq, masalan, fizika, biokimyo, anorganik va organik kimyo, kolloid kimyo, o‘simliklar fiziologiyasi, odam va hayvonlar fiziologiyasi, tibbiyot va boshqa shu kabi fanlar erishgan yutuqlaridan foydalanadi va o‘z qonunlari va uslublari bilan ushbu fanlar o‘rganadigan jarayonlarni tushuntirib beradi. Biofizikaning rivojlanishi amaliy jihatdan turli xil kasalliklarga tashhis qo‘yish va davolash uchun elektrokardiografiya, rentgenografiya, qon bosimini o‘lchash asboblardan foydalanishga, izotoplar, ultratovush, lazer, ultrabinafsha nurlar kabi uslub va vositalarni ishlab chiqishga asos bo‘ldi.

Biofizika yutuqlaridan qishloq xo‘jaligida yuqori samaradorlikka erishish uchun foydalanilmoqda. O‘simlik urug‘larini elektromagnit maydonlari bilan, yoki infraqizil nur bilan ishlov berish hosildorlikni oshirishga xizmat qiladi. Biofizika o‘z muammolarini boshqa fan sohalari yutuqlari bilan hal qiladi va o‘ziga yaqin turgan fanlarni rivojlanishiga turtki bo‘ladi. Hozirgi vaqtda tibbiyot, ekologiya, fiziologiya, qishloq xo‘jaligi va boshqa yondosh fanlarning taraqqiyoti biofizikaning rivojlanishi va uning uslublarini tadbqiq qilish bilan bog‘liq.

## 2-BOB. BIOFIZIKANING BO‘LIMLARI VA TADQIQOT USULLARI

### 2.1. Biofizika bo‘limlari

IUPAB tavsiyasiga binoan, har qanday holatda ham biofizika fan sohasi o‘z tarkibida umumiy biofizika asoslari haqidagi bilimlar bayon qilinishida zaruriy hisoblangan - *murakkab tizimlar biofizikasi, molekulyar biofizika va xujayra biofizikasi* kabi bo‘limlarni qamrab olishi zarurligi belgilangan<sup>23</sup>.

1966-yilda Vena shahrida IUPAB tomonidan tashkil qilingan II Biofiziklar xalkaro kongressida Biofizika quyidagi 5 ta maxsus yo‘nalishlarga bo‘lib chiqilishiga qaror qilingan:

- ❖ O‘zaro aloqadorlik va boshqarish jarayonlari biofizikasi;
- ❖ Hujayra va membrana biofizikasi;
- ❖ Biofizik ta’lim va taraqqiyot;
- ❖ Radiatsiya va ekologik biofizika;
- ❖ Hujayra ichi va makromolekulyar darajadagi biofizika.

2002 yilda IUPAB navbatdagi yig‘ilishida (Argentina) biofizik ilmiy tadqiqot yo‘nalishlari quyidagi ko‘rinishda qayta klassifikatsiyalangan:

- ✚ Bioinformatika;
- ✚ Umumiy biofizik tushunchalar va biofizik ta’lim;
- ✚ Biologik fan sohalarida YAMR tadqiqot uslubidan foydalanish;
- ✚ Biotibbiy spektroskopiya.

IUPAB tomonidan ishlab chiqilgan Nizom asosida, «*Биофизика*» fanining yo‘nalishlari quyidagi ko‘rinishda klassifikatsiyalanadi:

#### I. **Fizik biofizika** (yoki «asl» biofizika - «*true*» Biophysics):

- ✓ Klassik fizik biofizika: mexanika, gidrodinamika va gidrostatika, optika, akustika;
- ✓ Zamonaviy fizik biofizika: radiofizika, elektromagnetizm, to‘lqinlar

<sup>23</sup> Ш.С.Хушматов., А.Э.Зайнабиддинов., П.Б.Усманов Биофизикага мукаддима. Тошкент, 2018 й.

va ularning yutilishi-sochilishi masalasi, radioaktivlik.

**II. Fizik-kimyoviy biofizika (*Biofizik kimyo*):**

- ✓ Makromolekulalar, kolloid va gellarning struktura tuzilishi;
- ✓ Termodinamika va bioenergetika;
- ✓ Biologik jarayonlar kinetikasi.

**III. Fiziologik biofizika (*Fizik fiziologiya*):**

- ✓ Klassik fiziologik biofizika: bioelektrogenез, bosh miya va yurak funksiyasi, membrana potentsiali, elektr impulslari generatsiyasi va uzatilishi;
- ✓ Zamonaviy fiziologik biofizika: radiatsiya, issiqlik va yorug‘likning biologik organizmlarga ta’siri.

**IV. Matematik biofizika:**

- ✓ Biologik statistika, biologik tizimlarning dinamikasi, kompyuter yordamida modellashtirish.

YUNESKO tomonidan ishlab chiqilgan nomenklatura bo‘yicha «*Biofizika*» fani biologiyaning bo‘limi hisoblanadi (kodi-2406), shuningdek, ushbu nomenklatura tarkibida «*Biofizika*» quyidagi bo‘limlarga klassifikatsiyalanadi<sup>24</sup>:

- ✓ 2406.01 Bioakustika;
- ✓ 2406.02 Bioelektrogenез;
- ✓ 2406.03 Bioenergetika;
- ✓ 2406.04 Biomexanika;
- ✓ 2406.05 Biooptika;
- ✓ 2406.06 Tibbiy fizika;
- ✓ 2406 Murakkab tizimlar biofizikasi;
- ✓ 2406 Sensor tizimlar biofizikasi;
- ✓ 2406 Atrof-muxit biofizikasi;
- ✓ 2406 Davriy jarayonlar biofizikasi (Bioritmologiya);
- ✓ 2406 Rivojlanish va evolyutsiya biofizikasi;
- ✓ 2406 Moddalar almashinuvi biofizikasi;

---

<sup>24</sup> Биофизика // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://dic.academic.ru>.

✓ 2406 Boshqa bo‘limlar

Hozirgi paytda Biofizika fani bir necha bo‘limlarga bo‘lib o‘rganiladi, lekin bu bo‘limlar bir-biri bilan o‘zaro uzviy bog‘liq va hech qanday chegara bilan ularni ajratish mumkin emas. Molekulyar biofizika, membranalar biofizikasi, hujayraviy jarayonlar biofizikasi, qisqaruvchan tizimlar biofizikasi, bioenergetika, fotobiologiya, radiobiologiya, biologik jarayonlar kinetikasi, murakkab tizimlar biofizikasi biofizikaning asosiy bo‘limlari hisoblanadi<sup>25</sup>.

Yuqorida qayd qilinganidek, IUPAB tomonidan biofizika fan sohasi quyidagi asosiy tarkibiy bo‘limlarga ajratilgan:

**Molekulyar biofizika** biomolekulalarning fazoviy tuzilishi va xossalarini, ularning o‘zaro ta’sir kuchlarini o‘rganadi. Ayniqsa, makromolekulalarning tuzilishi va funksiyasini o‘rganishning ahamiyati katta bo‘lib, oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar va boshqa biopolimerlarning biologik tizimlarda tutgan o‘rnini tushunishga yordam beradi.

**Membranalar biofizikasi** biomembranalarning tuzilishi va fizikaviy xususiyatlarini, sun’iy membranalar tuzilishi va xossalari, membrana potentsiallarining hosil bo‘lish qonuniyatlarini o‘rganadi. Membranalardan moddalarni passiv va aktiv transporti, diffuziya va o‘tkazuvchanlik, ion kanallarining tuzilishi va xususiyatlarini ham membranalar biofizikasi bo‘limida o‘rganiladi.

**Hujayraviy jarayonlar biofizikasi** hujayrada kechadigan fizikaviy va fizik-kimyoviy jarayonlarni o‘rganadi. Bu bo‘limning ahamiyati shundaki, har bir to‘qima hujayralardan tuzilgan va ular faoliyatida kechadigan jarayonlar mohiyati va mexanizmini biofizika fanisiz o‘rganish va tushunish mumkin emas. Masalan, hujayra membranasi o‘tkazuvchanligi, muskullar qisqarishi, nerv impulsi hosil bo‘lishi va tarqalishi, retsepsiya, fotosintez, energiya almashinuvi va hokazo. Hujayra biofizikasi membranalar biofizikasi va molekulyar biofizika bilan uzviy aloqada bo‘ladi. Tinchlik va harakat potentsiallarining hosil bo‘lishi va tarqalishi,

---

<sup>25</sup> Ш.С.Хушматов., А.Э.Зайнабиддинов., П.Б.Усманов Биофизикага мукаддима. Тошкент, 2018 й.

sinapslarning tuzilishi va potentsiallarning ular orqali o'tishini o'rganish elektrofiziologiya va neyrofiziologiyada, umuman biologiyada katta ahamiyatga ega.

**Qisqaruvchan tizimlar biofizikasi** mushaklarning ultrastrukturasi, qisqarishning molekulyar mexanizmlari, mushaklar mexanikasini o'rganadi.

**Bioenergetika** tirik tizimlarda energiya hosil bo'lishi, transformatsiyasi, ya'ni bir turdan ikkinchi turga o'tish va sarflanish qonuniyatlarini o'rganuvchi bo'limdir. Hujayrada ATF sintezini bog'lovchi membranalar – mitoxondriya, xloroplastlarning tilakoid membranalari va ba'zi mikroorganizmlar membranalarida elektrokimyoviy potentsiali hisobiga hosil bo'lishining kashf qilinishi XX asr biofizikasining erishgan yutuqlaridan biridir.

**Radiobiologiya** tirik organizmlarga va umuman biologik tizimlarga ionlovchi nurlar ta'siri qonuniyatlarini o'rganuvchi biofizikaning bo'limi hisoblanadi. Radioaktiv nurlar biologik molekulalarning fazoviy tuzilishiga ta'siri orqali hujayra membranalari xususiyatlari, uning organoidlari funksional holati uzgarishlariga olib keladi hamda tirik tizimlar faoliyatini izdan chiqaradi.

**Fotobiologiya** bo'limi esa fotokimyoviy reaksiyalar va energiyaning uzatilishi va almashinishi, fotosintez mexanizmini, turli xil to'liq uzunligidagi nurlarning biologik tizimlarga ta'sir jarayonlarini o'rganadigan biofizika fanining bo'limi hisoblanadi.

**Murakkab tizimlar biofizikasi** hujayra, organ, organizm, tur, populyatsiyalar, umuman biotsenozda bo'ladigan murakkab jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslarini va ularga turli xil fizik omillarning ta'sirini o'rganadi. Murakkab tizim deganimizda nafaqat organizm, populyatsiya, balki biogeotsenoz yoki biosfera ham tushuniladi. Murakkab tizimlar biofizikasi biologiya fani nazariyalari bilan ish ko'radi. Masalan, Ch.Darvinning evolyutsion ta'limoti bo'yicha turlarning kelib chiqishida tashqi ta'sirlarning, ya'ni quyosh nuri, atmosfera bosimi, shamol, radioaktiv nurlar ahamiyati katta. Murakkab tizimlar biofizikasi rivojlanish, ya'ni filogenez va ontogenez qonuniyatlari bilan birga

tashqi omillarning o‘rganilayotgan tizimlarga ta’sir qilish mexanizmlarini ham o‘rganadi. Biofizikaning ushbu bo‘limida kibernetika uslublari, matematik modellash kabilardan keng foydalanadi.

Ma’lumki, murakkab biologik tizimlarni o‘rganish quyidagi ko‘rinishda ikkita yo‘nalishga ajratiladi<sup>26</sup>:

➤ Tirik materiyaning tuzilish shakllari va turli xilligini o‘rganish., ya’ni bu yo‘nalish anatomiya, morfologiya, gistologiya va sitologiya fan sohalarining o‘rganish predmeti hisoblanadi;

➤ Organizmning hayot faoliyatini ta’minlovchi jarayonlarni (jumladan, moddalar almashinuvi, biosintez va shuningdek, energiya ta’minoti) o‘rganish - ya’ni, bu yo‘nalish fiziologiya, biokimyoy va aynan biofizika fan sohalarining vazifasi doirasiga kiradi.

Biologik tizimlarni o‘rganishning *maqsadi* - bu organizmning funktsiya bajarishi mexanizmlarini oydinlashtirish, hujayra darajasidan tortib, populyatsiya darajasigacha tiriklikning barcha tuzilish darajalari doirasida struktura tuzilishi va funktsiya bajarish o‘rtasidagi o‘zaro aloqadorlikning fizik qonuniyatlarini aniqlashdan tashkil topadi. Umumiy holatda qayd qilish mumkinki, *biofizika - bu tirik tizimlarda amalga oshuvchi fizik- kimyoviy uzaro ta’sirlashishlarni keng ko‘lamda o‘rganuvchi fan sohasi hisoblanadi.*

Murakkab tizimlar biofizikasi zamonaviy davrda quyidagi asosiy bo‘limlarga ajratib o‘rganiladi:

- Dissipativ tavsifga ega bulgan, nochizits dinamik tizimlarning umumiy nazariyasi - jumladan, kaytmas jarayonlar termodinamikasi va kinetik modellashtirish;

- Qo‘zg‘aluvchan muhitlar nazariyasi - ya’ni, biologik tebranma jarayonlar nazariyasi;

- Bioenergetik hodisalarning umumiy nazariyasi;

---

<sup>26</sup> Ш.С.Хушматов., А.Э.Зайнабиддинов., П.Б.Усманов Биофизикага мукаддима. Тошкент, 2018 й.

- Biologik rivojlanish jarayonlarining (evolyutsiya, ontogenez kanserogenez, immunitet va hokazo) umumiy nazariyalari va ularni modellashtirish.

**Tibbiy va biologik fizika.** Fizika va texnika fanlarining taraqqiyoti boshqa fanlar qatori tibbiyot va biologiya fanlariga ham ijobiy ta'sir ko'rsatmoqda. Keyingi vaqtda tibbiy va biologik fizikaning rivojlanishi biologiya va tibbiyotda fizikaviy uslublar va tahlillarni keng qo'llanilishiga bog'liq bo'lib qoldi.

Ma'lumki, biofizika fundamental biologik fanlardan biri bo'lib tirik tizimlarda kechadigan fizikaviy va fizik-kimyoviy jarayonlarni, makromolekulalar, biomembranalar va boshqa tirik tizimlar tuzilishi va faoliyatining barcha darajalarda fizikaviy-kimyoviy asoslari hamda fizik omillarning ularga ta'sirini o'rganadi. Biofizika tirik tizimlarda energiyaning hosil bo'lishi va bir turdan ikkinchi turga o'tishi, kinetika, termodinamika hamda axborot qabul qilinishi va qayta ishlanishi haqidagi qonuniyatlarni tadqiq etadi. Biofizika biologik tizimlarda amalga oshuvchi jarayonlarni tartibga tushirilishi va boshqarilishi, biopolimerlarning fermentativ katalizi, biologik membranalar orqali moddalar tashilishi, qisqaruvchan tizimlar va energiyaning membranada bog'lanishi va boshqa ko'pgina jarayonlarni fizika qonunlari asosida o'rganadi. Bu esa organizmdagi kasalliklarni kelib chiqishini tushunishda ahamiyatga ega. "Tibbiy va biologik fizika" bilan "Tibbiyot biofizikasi" bitta tushunchani, bitta fan predmetini anglatadi.

Tibbiyot biofizikasida tirik tizimlarning iyerarxik tuzilishga ega ekanligi, ya'ni ularda boruvchi jarayonlar o'zaro bog'liq, ammo alohida amalga oshuvchi jarayonlar yig'indisidan iborat ekanligini hisobga olish muhim ahamiyatga ega. Shu asosda biologik tizimlarni dinamik jihatdan o'rganish modellari samaralidir va ushbu jarayonlarni ijobiy yo'nalishda boshqarish imkoni tug'iladi.

Deyarli hamma biologik jarayonlarni – qon aylanishi, ko'rish, rang ajratish, termoregulyatsiya, hujayra, to'qima va organlarning qo'zg'alishi, turli fizik va kimyoviy omillarning, fiziologik faol moddalarning biologik tizimlarga ta'siri,

yoki ularga zaharli birikmalarning ta'siri mexanizmlarini mohiyatini fizikaning nazariy asoslarisiz idrok etib bo'lmaydi.

Tibbiyot biofizikasining rivojlanishi amaliy jihatdan turli xil kasalliklarga tashhis qo'yish va davolash uchun elektrokardiografiya, rentgenografiya, qon bosimini o'lchash asboblardan foydalanishga, izotoplar, ultratovush, lazer, ultrabinafsha nurlar kabi uslub va vositalarni ishlab chiqishga asos bo'ldi.

Biofizikaning fan sifatida rivojlanishi, uning asosiy g'oyalari va nazariyalari molekulyar genetika, biomexanika, bioenergetika, gemodinamika, membranologiya, bioinjeneriya hamda mushak qisqarishi, energiya hosil bo'lishi, qo'zg'alish, eshitish, ko'rish nazariyalarining asosini tashkil qildi. Biologik faol moddalar va boshqa fizik omillarning ta'sir qilish mexanizmlarini o'rganish natijasida ularning fiziologik, patogenetik va terapevtik ta'siri haqida tushunchalar hosil qildi.

**Tibbiyot biofizikasining asosiy bo'limlari.** Tibbiyot biofizikasining asosini umumiy, xususiy va klinik biofizika tashkil qiladi.

*Umumiy biofizika* fani shartli ravishda o'zaro uzviy bog'liq bo'lgan uchta bo'limga bo'lib o'rganiladi: molekulyar biofizika, hujayra biofizikasi va murakkab tizimlar biofizikasi. Bu bo'limlar haqida yuqorida aytib o'tildi.

*Xususiy biofizika* turli darajalardan tashkil topgan tizimlarda, masalan, to'qima yoki organlarda kechadigan biologik jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslarini o'rganadi. Tayanch-harakat apparati mexanikasi, qon aylanishi, ko'rish, eshitish, nafas olish tizimlari ham shular jumlasidandir.

*Klinik biofizika* tizimlarning hamma tuzilish darajalarida patologik jarayonlarni aniqlash va qayd qilishni, ya'ni tashhis qo'yishni fizik asoslarini, konkret kasalliklar patogenezi va davolashning fizik va fizik-kimyoviy tomonlarini o'rganadi.

Yana ta'kidlash lozimki, biofizikani yuqoridagi bo'limlarga bo'lib o'rganish shartli ravishda amalga oshirilgan, ushbu bo'limlar orasida qandaydir chegara yo'q va ushbu bo'limlar o'zaro uzviy bog'liqdir.



## 2.2. Biofizikaviy tadqiqotlarning usullari

Albatta har bir fanning rivojlanishi u foydalanadigan usullarga va yondashuvlarga bevosita bog‘liqdir. Biofizika boshqa fanlarning aniqlash usullaridan foydalanish bilan birgalikda hozirgi kunda turli xil optik usullar,  $\gamma$ -rezonans spektroskopiya, mikroelektrod texnika yordamida membrana potensialini qayd etish, xemilyuminessensiya, lazer spektroskopiyasi, nishonlangan atomlar yordamida biologik jarayonlarni o‘rganish kabi zamonaviy biofizika usullaridan ham keng foydalaniladi.

Eksperimental biofizikaviy tadqiqotlar amaliy jihatdan hozirgi vaqtda Alsgeymer kasalligi, OITS, diabet, o‘sma kasalliklarini davolashda ijobiy farmakologik ta’sirga ega moddalarning hujayra darajasidagi ta’sir mexanizmlarini oydinlashtirishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Shuningdek, biofizika fani makromolekulalar konformatsiyasi, kvant biofizikasi, bioenergetika, muskullar qisqarishi biofizikasi, biologik membranalar strukturasi va funksiyasi, populyatsion biofizika kabi keng diapazonda tadqiqotlar olib boradi.

Biofizikaviy tadqiqotlar mahsuli sifatida hozirgi vaqtda klinik tibbiyotda *magnit-rezonans tomografiya (MRI), radiatsion terapiya, elektroterapiya, ul’tratovush yordamida tashxis qo‘yish, yurak peysmeker qurilmasi* kabilar ishlab chiqilgan. Shuningdek, atrof-muhitni turli xil kimyoviy chiqindilardan tozalash yo‘nalishida ishlab chiqilayotgan biologik ishlanmalarda biofizika fanining hissasi katta hisoblanadi. Hozirgi davrda insoniyat energiya resurslari tanqisligi, oziq-ovqat muammosi, chuchuk suv masalasini hal qilish, global miqyosda haroratning ko‘tarilishi, biologik xilma-xillikni saqlab qolish kabi global dolzarb muammolarga duch kelishi qayd qilinmoqda. Ushbu nuqtai nazardan, nazariy va amaliy «*Biofizika*» fani muqobil energiya manbalarini izlab topish, jumladan biologik yoqilg‘i va bioelektr quvvatini ishlab chiqish uchun mikroorganizmlar va boshqa biologik turlardan foydalanish istiqbollari belgilab beradi<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Biophysical Society // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.biophysics.org>

Quyida zamonaviy biofizikaning ayrim tadqiqot usullari haqida ma'lumot berilgan.

**Xromatografiya va elektroforez usullari** aralashma tarkibidan makromolekulalarni ajratib olishda foydalaniladi<sup>28</sup>.

*Xromotografiya usuli* harakatchan va harakatchanlikka ega bo'lmagan ikkita faza bo'ylab moddaning turli xilda taqsimlanishi, shuningdek ion almashinuv mexanizmi bo'yicha moddaning turli xil darajada adsorbsiyalanishi qonuniyatlariga asoslaniladi. Biofizik tadqiqotlarda *kapillyar xromotografiya*, ichki qismi maxsus sorbent bilan to'ldirilgan *kolonkali xromotografiya* yoki maxsus kog'oz va plastinkalar asosida ishlangan xromotografiya usullaridan foydalaniladi. O'rganilayotgan tadqiqot obyekti strukturasi mavjud molekulyar o'zaro ta'sirlashish tiplariga bog'liq holatda, xromatografiya uslubi 4 ta asosiy guruhlariga tasniflanadi:

1. Ion almashinuv xromatografiyasi (Ion-exchange chromatography);
2. Adsorbsion xromatografiya (Adsorption chromatography);
3. Ajratish xromatografiyasi (Partition chromatography);
4. Molekulyar xromatografiya (Molecular chromatography).

Shuningdek, foydalaniluvchi tizimga bog'liq holatda, xromatografiya uslubi quyidagi turlarga ajratiladi:

- ✓ Kolonkali xromatografiya (Column chromatography);
- ✓ Yupqa qavatli xromatografiya (Thin layer chromatography);
- ✓ Qog'oz yordamida amalga oshiriluvchi xromatografiya (Paper chromatography).

*Xromatografiya* - bu g'ovakdor sorbent (masalan, kolonkaga joylashtirilgan  $Al_2O_3$ ) orqali gaz yoki suyuq agregat holatdagi aralashmani o'tkazish va uni sorbetga adsorbsiyalanishi (so'rilishi) darajasi bo'yicha tarkibiy qismlarga ajratish uslubi hisoblanadi va 1903-yilda ishlab chiqilgan. Adsorbsiya jarayonidan keyin, kolonkaga erituvchi quyiladi (*elyuatsiya*) va o'rganilayotgan modda (aralashma)

---

<sup>28</sup> Биофизические исследования в физике // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.physicedu.ru>

tarkibi qismlarga ajraladi. Molekulyar adsorbsiya *Lengmyur izotermasi* bilan ifodalanadi<sup>29</sup>:

$$m = \frac{kc}{1 + Ac}$$

Bu yerda:  $m$  - adsorbsiyalangan modda miqdori;  $c$  - adsorbsiyalanuvchi moddaning eritma tarkibidagi konsentratsiyasi;  $A$  va  $k$  - o'zgarmas kattaliklar (*konstanta*) hisoblanadi.

**Elektroforez** - aralashma tarkibida mavjud bo'lgan moddalarni elektr maydon sharoitida ajratish usuli hisoblanadi.

**Rentgen-struktura tahlili usuli** yordamida rentgen nurlari difraksiyalanishi mexanizmi asosida, moddaning atom strukturasi o'rganish amalga oshiriladi. 1913-yilda Laurence Bragg tomonidan *NaCl* strukturasi rentgen nurlari yordamida (*X-ray analysis*) tahlil qilingan. Bu uslubda modda orqali o'tkazilgan rentgen nurlari difraksiyalanishi ma'lumotlari bo'yicha modda tarkibining elektron zichligi qiymati aniqlanadi va ushbu asosda uning tarkibiga kiruvchi atomlar va ularning joylashish pozitsiyasiga aniqlik kiritiladi. Shuningdek, ushbu uslub yordamida kristall struktura, suyuqliklar va oqsil makromolekulalari tadqiq qilinadi.

**Spektral tahlil** - moddani optik spektri bo'yicha miqdoriy va sifat jihatidan tahlil qilish uslubi hisoblanadi. Shuningdek, radiospektroskopiya - ya'ni, elektron paramagnit rezonans va yadro-magnit rezonans uslublaridan foydalaniladi.

**Yorug'lik va Elektron mikroskopiya usullari.** Ma'lumki, «*mikroskop*» - oddiy ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lmagan obyektlarni kattalashtirib ko'rishga mo'ljallangan optik asbob hisoblanadi. Birinchi mikroskop 1590-yilda **Xans Yansen va Zaxariy Yansen** (Gollandiya) tomonidan ishlab chiqilganligi qayd qilinadi. Shuningdek, ayrim ma'lumotlarda **Galileo Galiley** 1609-yilda qavarik linzalar asosida kattalashtirib kursatuvchi asbob («*occholino*») yasaganligi haqida yozma ma'lumotlar saqlanib qolgan. 1665-yilda **Robert Hooke** tomonidan zamonaviy mikroskopning tuzilish tamoyillariga mos keluvchi dastlabki

---

<sup>29</sup> М.В.Волькенштейн. Молекулярная биофизика // - Монография. - Главная редакция физико-математической литературы изд-во «Наука». - Москва, 1975. - 616 с.

mikroskop ishlab chiqilgan. **Antoni Van Levenhuk** (1632-1723) mikroskop yordamida dastlabki biologik tadqiqotlarni amalga oshirgan<sup>30</sup>.

1665-yilda **Robert Hooke** tomonidan o‘zi yasagan mikroskop yordamida o‘simliklarning elementar tuzilish birligi xujayra («*cell*») hisoblanishi aniqlangan. Gollandiyalik **Antoni van Leeuwenhoek** (1632-1723) tomonidan bitta linzali mikroskop ishlab chiqilgan<sup>31</sup>. 1931-yilda **R.Rudenberg** tomonidan elektron mikroskop sxemasi ishlab chiqilgan, 1932-yilda **M.Knoll va E.Ruska** tomonidan dastlabki elektron mikroskop ishlab chiqilgan. 1960-yillardan boshlab, yorug‘lik mikroskoplariga nisbatan ~1000-10000 martagacha kattalashtirib ko‘rsatuvchi, ~200-400 keV energiyaga ega elektronlar oqimi yordamida funktsiya bajaruvchi elektron mikroskoplar ishlab chiqarila boshlangan<sup>32-33</sup>.

Hozirgi vaqtda mikrosxemalar asosida, «DigiMicro Mobile», «SIGETA CAM», «EyeClops», «Supereyes B011» kabi, ixcham, zamonaviy raqamli «USB mikroskoplar» ishlab chiqilgan.

Shuningdek, 2006-yilda **Mariano Bossi** (Argentina) bilan hamkorlikda, Germaniyalik tadqiqotchilar tomonidan ~10 nm o‘lchamdagi obyektlarni ko‘rish imkonini beruvchi - *nanoskop* ishlab chiqilgan.

Hozirgi vaqtda dunyoga mashhur - «Carl Zeiss» va «Leica» firmalari tomonidan ishlab chiqariluvchi yuqori sifatli linzalar zamonaviy mikroskoplarning optik tizimining samaradorligini ta‘minlab bermoqda<sup>34</sup>. Jumladan, biofizik eksperimental tadqiqotlarda keng miqyosda foydalaniluvchi, eng mukammal, skanerlovchi elektron mikroskoplar Carl Zeiss Microscopy (Germaniya), FEI (Philips Electron Optics) Company (AQSH), [Hitachi](#) (Yaponiya), JEOL (Japan Electron Optics Laboratory; Yaponiya), [Tescan](#) (Chexiya), KYKY (Xitoy) kabi ishlab chiqaruvchilar tomonidan taqdim etiladi.

<sup>30</sup> Сканирующий (растровый) электронный микроскоп высокого разрешения JEOL JSM-7800F // <http://www.eavangard-semi.ru>

<sup>31</sup> Physics and biology: from molecules to life. Edited by Allemand Jean-Francois, Pierre Desbiolles. // - By World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 2015 (Originally published in French as «Physique et Biologie: de la molecule an vivant» by EDP Sciences. - 2012).

<sup>32</sup> Электронный микроскоп // <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title>.

<sup>33</sup> Оптический микроскоп // <https://ru.wikipedia.org/wiki>

<sup>34</sup> Сколько стоит современный электронный микроскоп // <http://www.юсб-микроскоп.рф>

**Ultrabinafsha nur mikroskopiyasi** - ultrabinafsha nur biologik obyektlar tasvirida kontrastlik darajasini oshiradi va bu uslub asosan, hujayra ichida joylashgan strukturalarni tadqiq qilishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

**Spektrofotometriya usuli** eritmalardan o'tgan nurning bir qismi yutilishini o'lchashga asoslangan. Ushbu usul bilan eritmalarda modda konsentratsiyasi o'lchanadi, makromolekulalarning ikkilamchi strukturasi, molekula ayrim guruhlarining ionlashuvi o'rganiladi.

**Differensial spektrofotometriya usuli** makromolekulalarning konformatsion holati, xromofor guruhlarning erituvchi molekulalari bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi.

**Rentgen nurlari difraksiyasi usuli** bilan biomolekulalarning fazoviy strukturasi, ularning shakli va o'lchamlari, ikkilamchi struktura elementlarining fazoviy joylashish holatlari aniqlanadi.

**Fluorescent zondlar usuli.** Ushbu usulda maxsus kimyoviy organik moddalar - zondlardan foydalaniladi. Zond "tikilgan" biomolekulaga ma'lum bir to'lqin uzunligidagi nur bilan tasir etganimizda, ushbu molekula qo'zg'algan holatga o'tadi va o'zidan boshqa to'lqin uzunligidagi nurni chiqaradi hamda ushbu nur spektri fluorimetr asbobi bilan o'lchanadi. Fluoresensiya usuli bilan makromolekulalarning konformatsiya holati, xromofor guruhlarning harakatchanligi, ba'zi ionlarning membranalar orqali transporti o'rganiladi<sup>35</sup>.

Ma'lumki, hujayrada  $Ca^{2+}$  ionlari signal uzatilishi jarayonida ikkilamchi vositachi (*messenjer*) sifatida muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Hujayra sitozolida  $Ca^{2+}$  ionlarining konsentratsiyasi o'zgarishlari ko'pgina muhim ahamiyatga ega fiziologik funksiyalar amalga oshishida hal qiluvchi rol o'ynaydi va  $Ca^{2+}$  ionlarining miqdorini aniqlashda fluorescent zondlardan tadqiqotlarda keng foydalaniladi. 1984 yilda **Tsien** tomonidan hujayra ichida  $Ca^{2+}$  ionlari konsentratsiyasini ( $[Ca^{2+}]_i$ ) Quin 2 ( $Ca^{2+}$ -fluorescent zondi) yordamida aniqlash

---

<sup>35</sup> Muhammad A.J., Markram H. NEOBASE: databasing the neocortical microcircuit // Stud. Health Technol. Inform. - 2005. - V. 112. - P. 167-177.

amalgam oshirilgan. Hozirgi kunda hujayra ichki  $\text{Ca}^{2+}$  konsentratsiyasini aniqlashda yuqori darajada sezgirlikka ega bo'lgan fluoressent  $\text{Ca}^{2+}$ -zondlari yaratilgan va ular yordamida hujayra sitozolidagi va hujayra ichki organellalari, jumladan sarkoplazmatik retikulum, mitoxondriya ichki qismidagi  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari konsentratsiyasining o'zgarish dinamikasini o'rganish imkoni tug'iladi<sup>36</sup>.

*Quin 2*  $\text{Ca}^{2+}$  - fluoressent zondi asosida ikkinchi avlod hujayra ichki fluoressent  $\text{Ca}^{2+}$ - zondlari - jumladan, *Fura 2*, *Indo 1*, учинчи авлод зондлари - *Fluo 3*, *Rhod 3* va to'rtinchi avlod zondlari - *Calcium-green*, *Calcium-orange*, *Oregon green 488* kabilar yaratilgan. Shuningdek, biofizik tadqiqotlarda hujayra sitoplazmasida  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarini bog'lab oluvchi - EGTA va BAPTA kabi kompleksionlardan foydalaniladi. Hujayra ichki  $\text{Ca}^{2+}$  konsentratsiyasini aniqlashda *Aequorea aequorea* meduzasidan ajratib olingan akvorin oqsilidan foydalaniladi, bunda akvorin  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari konsentratsiyasiga bog'liq holatda lyuminessensiya faolligini namoyon qiladi. Hozirgi kunda o'simlik hujayralarida  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarini aniqlashda *xameleon-zond* va fluoressensiyalanuvchi oqsil (*GFP*) kompleksi asosidagi zondlardan foydalanish istiqbollari yuqori baholanadi. Shuningdek, biofizik tadqiqotlarda kompyuter yordamida modellashtirish uslubidan foydalanish istiqbollari yuqori baholanadi. Masalan, 2005-yilda Shveysariyada «*Miya va ong instituti*»da (*Brain and Mind Institute*) ishlab chiqilgan BBR (*Blue Brain Project*) loyihasi sut emizuvchilar bosh miyasida asab hujayralari o'rtasidagi o'zaro bog'lanish mexanizmlarini kompyuter yordamida modellashtirish asosida o'rganishga yo'naltirilgan<sup>37</sup>. Jumladan, ushbu yo'nalishda amalga oshirilgan dastlabki tadqiqotlarda bosh miya yarim sharlari bo'yicha axborotlarni qayta ishlash funksiyasini bajaruvchi, o'zaro funksional bog'langan asab hujayralari qatori shakllantirilgan va matematik modellashtirish asosida sinapslar klassifikatsiyalangan.

**Doiraviy dixroizm usuli** asosida qutblangan nurning optik faol molekulaga

<sup>36</sup> Markram H. The Blue Brain Project // Nat. Rev. Neurosci. - 2006. - V. 7. - P. 153-160.

<sup>37</sup> Hill L. et al. Statistical connectivity provides a sufficient foundation for specific functional connectivity in neocortical neural microcircuits // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. - 2012. - V. 109, E2885-2894.

ta'siri yotadi. Makromolekulalarning turli qismlari anizotrop bo'lganligi sababli nurni turlicha yutadi, hamda ushbu spektrlarni yozib olish mumkin.

**IK-spektroskopiya usullari** bilan infraqizil nur yordamida makromolekulalarning ikkilamchi strukturasi va to'liqsimon dinamikasi o'rganiladi.

**Yadro-magnit rezonans spektroskopiya uslubi (YAMR- spektroskopiya)** kimyoviy moddalar, jumladan biologik makromolekulalar strukturasi tavsiflashda «yadro magnit rezonansi» deb nomlanuvchi mexanizmga asoslaniladi. Shuningdek, kimyoviy moddalarning struktura tuzilishi haqida ma'lumotlar olishda zamonaviy tadqiqotlarda proton magnit rezonansi (PMR-spektroskopiya),  $^{13}_6C$  izotopi ( $^{13}_6C$  YAMR-spektroskopiya) va  $^{18}_9F$  izotopi ( $^{18}_9F$  YAMR-spektroskopiya),  $^{13}_{15}P$  izotopi asosidagi  $^{13}_{15}P$  YAMR-spektroskopiya, infraqizil YAMR-spektroskopiya usulidan foydalaniladi. YAMR-spektroskopiya uslubi ko'pincha holatlarda o'rganilayotgan namuna tarkibida amalga oshuvchi kimyoviy reaksiyalar konstanta qiymati, molekulada amalga oshuvchi konformatsion o'zgarishlarga bog'liq energetik to'siqlar qiymatini hisoblashda foydalaniladi va eksperimental biofizika va organik kimyo yo'nalishida biomakromolekulalar strukturasi tarkibini tahlil qilishda yuqori samaradorlikka ega uslub hisoblanadi. YAMR-spektroskopiya uslubida tahlil qilish uchun o'rganilayotgan modda namunasi yupqa devorli shisha idishga (*ампула*) solinadi va magnit maydoniga joylashtirilib, faol holatdagi element yadrosi ( $^1_1H$  yoki  $^{13}_6C$ ) tomonidan YAMR elektromagnit energiyasi yutiladi. Bunda rezonans chastota, energiya adsorbsiyalanishi va signal qiymati intensivligi magnit maydon kuchiga to'g'ri proporsional hisoblanadi.

**Elektron paramagnit rezonans (EPR) usuli** bilan makromolekulalar konformatsiyasi, strukturalar va gidrat qavatlarini lokal harakatchanligini aniqlanadi.

**Yadro magnit rezonans usuli** makromolekulalar va ayrim guruhlarining konformatsiyasini, dinamik xossalari, ligandlarning bog'lanish darajasini aniqlashda qo'llaniladi.

*Yadro magnit rezonansi (nuclear magnetic resonance)* bilan bir xil ma'noga ega bo'lgan *yadro spin rezonansi* atamasi ham qo'llanilib, bu uslub bo'yicha dastlabki tadqiqotlar 1945-yilda **Blox** va **Pereyel** tomonidan kondensatsiyalangan muhitda yadro rezonansi signali hodisasi qayd qilinishi bilan bog'liq hisoblanadi<sup>38</sup>. Keyinchalik yadro atrofida elektron qobiqlar joylashishi bilan boqliq holatdagi kimyoviy siljish qiymatlari aniqlanishi, jumladan **Nayt** tomonidan bu hodisaning metallarda aniqlanishi va *rezonans chastota* deb nomlanishi, shuningdek suyukliklarda **Arnold** tomonidan aniqlanishi bu yo'nalishda tadqiqotlar rivojlanishiga turtki bergan<sup>39</sup>.

Yadro magnit rezonans (*YAMR*) signali haqidagi axborotlar yadro atrofidagi uni o'rab turgan muhit xossalari haqida va o'z navbatida ma'lum bir kimyoviy birikmaning struktura tuzilishi haqida ma'lumotlar olish imkoniyatini yuzaga keltiradi. 1966-yilda **E.Rixard** tomonidan *YAMR spektroskopiya* usuli takomillashtirilgan. **J.Jiner** tomonidan ikki o'lchamli *YAMR spektroskopiya* usuli (2M-YAMR) ishlab chiqilgan. 1985-1995 yillar davomida ko'p o'lchamli *YAMR-spektroskopiya* uslubi takomillashtirilgan va kichik ulchamdagi (<10 *kDa*) biomolekulalarning struktura tuzilishini ham yuqori aniqlikda tavsiflash imkoniyati tug'ilgan<sup>40</sup>.

**Korrelyatsion lazer spektroskopiya (LCS, Laser correlation spectroscopy)** uslubi biologik tizim tarkibida kimyoviy moddalar fraksiyalarini tahlil qilish uslubi bo'lib, hozirgi vaqtda biologik suyukliklar tarkibidagi zarrachalarni aniqlash asosida kasalliklarga tashxis qo'yish maqsadlarida ham keng foydalaniladi<sup>41</sup>.

Yuqorida ko'rib chiqilgan usullardan tashqari **potensiometriya, pH-metriya, fotometriya va polyarografiya** usullardan biofizikada keng

---

<sup>38</sup> Ч.Сликтер. Основы теории магнитного резонанса // Москва. - Изд-во «Мир», 1981.

<sup>39</sup> К.Х.Хауссер и др. ЯМР в медицине и биологии: структура молекул, томография, спектроскопия *in vivo* // Киев. - Изд-во «Наукова думка», 1993.

<sup>40</sup> А.Г.Шахагуни. Успехи спектроскопии ЯМР в исследовании трехмерной структуры биологических макромолекул // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.chem.msu.su/rus/welcome.html>.

<sup>41</sup> M.Karganov et al. Laser correlation spectroscopy: Nutritional, ecological and toxic aspects (Biophysics. Edited by prof. A.N.Mirsa; India) // Published by in Tech. - 2012.



foydalaniladi.

Shunday qilib, zamonaviy biofizik ilmiy tadqiqotlarda rentgen nurlari difraksiyasi (*rentgen-struktura tahlil uslubi*), yadro magnit rezonans uslubi (YAMR), «*patch-klamp*» texnikasi (*patch clamping technique*) kabi uslublar keng qo'llaniladi. Biofizik tadqiqotlarda optik uslublar, elektrometrik uslublar, mikroelektrod texnikasi, xemilyuminessensiya, lazer spektroskopiya, radioaktiv «nishonlangan» atomlar uslubi kabilardan ham foydalaniladi.

**Tibbiyot biofizikasi tadqiqotlarining usullari.** Texnikani rivojlanishi va u erishgan yutuqlarni tibbiyotga tadbiiq etilish natijasida turli xil kasalliklarni tashxis qilishda rentgenografiya, YAMR-tomografiya, organlar va to'qimalarning elektrogrammalarini qayd qilish, ultratovush diagnostikasi, biotelemetriyu kabi vositalar yaratildi.

Tibbiyot biofizikasini organizmlardan ajratib olingan biologik substratlar va mahsulotlarni - turli xil moddalar, qon, siydik, hujayra, to'qima va boshqalarni laboratoriya jihozlari bilan analiz qilishsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Bularga sentrifugalar, pH-metrlar, kolorimetrlar, spektrofotometrlar, fluorimetrlar, turli xil mikroskoplar va juda ko'p asbob-uskunalar kiradi. Quyida zamonaviy fiziko-kimyoviy biologiyada, shu jumladan tibbiyot biofizikasida foydalaniladigan ayrim usullarni ko'rib chiqamiz.

*Elektron mikroskopiya usuli* bilan makromolekulalar, membranalar, hujayra organoidlarining holati, shakl va o'lchamlari o'rganiladi.

*Spektrofotometriya usuli* eritmalardan o'tgan nurning bir qismi –spektrlarni yutilishini o'lchashga asoslangan. Ushbu usul bilan eritmalarda modda konsentratsiyasi o'lchanadi, makromolekulalarning ikkilamchi strukturasi, molekula ayrim guruhlarining ionlashuvi, makromolekulalarning konformatsion holati, xromofor guruhlarining erituvchi molekulalari bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi.

*Rentgen nurlari difraksiyasi usuli* bilan biomolekulalarning fazoviy strukturasi, ularning shakli va o'lchamlari, ikkilamchi struktura elementlarining

fazoviy joylashish holatlari aniqlanadi.

*Fluorescent zondlar usuli.* Ushbu usulda maxsus kimyoviy organik moddalar - zondlardan foydalaniladi. Zond "tikilgan" biomolekulaga ma'lum bir to'liq uzunligidagi nur bilan tasir etganimizda, ushbu molekula qo'zg'algan holatga o'tadi va o'zidan boshqa to'liq uzunligidagi nurni chiqaradi hamda ushbu nur spektri fluorimetr asbobi bilan o'lchanadi. Fluorensensiya usuli bilan makromolekulalarning konformatsiya holati, xromofor guruhlarining harakatchanligi, ba'zi ionlarning membranalar orqali transporti o'rganiladi.

*Doiraviy dixroizm usuli* asosida qutblangan nurning optik faol molekulaga ta'siri yotadi. Makromolekulalarning turli qismlari anizotrop bo'lganligi sababli nurni turlicha yutadi, hamda ushbu spektrlarni yozib olish mumkin.

*IK-spektroskopiya usullari* bilan infraqizil nur yordamida makromolekulalarning ikkilamchi strukturasi va to'liqinsimon dinamikasi o'rganiladi. Elektron paramagnit rezonans (EPR) usuli bilan makromolekulalar konformatsiyasi, strukturalar va gidrat qavatlarini lokal harakatchanligini aniqlanadi. Yadro magnit rezonans (YAMR) usuli makromolekulalar va ayrim guruhlarining konformatsiyasini, dinamik xossalari, ligandlarning bog'lanish darajasini aniqlashda qo'llaniladi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan usullardan tashqari potentsiometriya, rN-metriya, fotometriya, polyarografiya va boshqa ko'p usullardan tibbiyot biofizikasida keng foydalaniladi.

### 3-BOB. BIOFIZIKANING RIVOJLANISHI TARIXI. BIOFIZIKANING RIVOJLANISHIDA O‘ZBEKISTONLIK OLIMLARINING QO‘SHGAN HISSALARI

#### 3.1. Biofizika fani rivojlanishida dunyo olimlarining qo‘shgan hissalari

Biofizika fanining shakllanish tarixi bevosita tirik tizimlarning fizik, fizik-kimyoviy mazmun-mohiyatini ochib beruvchi tabiiy fan sohalari rivojlanishi bilan bog‘liq hisoblanadi. Biofizika fanining shakllanish tarixi qadimgi davrlarga borib taqaladi. Masalan, eramizdan oldingi V asrda hayot kechirgan donishmandlardan biri *Geraklit* tirik organizmlar hayotini notirik tabiat qonuniyatlari asosida izohlashga harakat qilgan. Biofizika fanining shakllanishi bevosita *biologiya, tibbiyot, fizika, kimyo va matematika* fanlari yutuqlari asosida amalga oshgan bo‘lib, ushbu nuqtai nazardan, biofizika fani tarixida quyidagi faylasuflar, olimlar faoliyati alohida o‘ringa egadir<sup>42</sup>:

**Arastu** (eramizdan oldingi 384-322 yillar) tirik va notirik tabiat o‘rtasidagi o‘xshashlik jihatlarini qayd qilib o‘tgan. Jumladan, Arastu tabiatni (grek tilida «*physis - tabiat*» degan ma’noni anglatadi) *anorganik olam, o‘simliklar, hayvonlar va odam* guruhlariga klassifikatsiyalagan, shuningdek materiyaning birlamchi asosini - «*issiqlik-sovuqlik*», «*quruqlik-namlik*» tashkil qilishini ta’kidlagan. Arastu barcha narsalar asosini tashkil qiluvchi elementlar - yer (tuproq), havo, suv va olovdan iborat deb hisoblaydi.

Qadimgi Gretsiyalik faylasuf **Epikur** (eramizdan oldingi 300 yilda yashagan) ham tirik obyektlarning mavjudligi notirik materiyaga xos bo‘lgan qonuniyatlarga bog‘liqligini ta’kidlagan. Shuningdek, **Arximed** (eramizdan oldingi 287-212 yillar), **Evklid** (eramizgacha III asr), **Galileo Galiley** (1564-1642), **Nikolay Kopernik** (1473-1543) asarlarida astronomiya, fizika, matematikaga oid

---

<sup>42</sup> История биофизики. Докл. члена-корреспонд. биофизик РАН Г.Р.Иваницкого // II Съезд биофизиков России.-Москва, 1999. [Электронресурс]. [http://www.biophys.msu.ru/conferences/99\\_bpil/10\\_Obzor/](http://www.biophys.msu.ru/conferences/99_bpil/10_Obzor/)

fikrlar bilan birgalikda biofizikaga tegishli fikrlar ham ko‘plab mavjudligi qayd qilinadi<sup>43</sup>. Jumladan, Galiley qurilish to‘sinlari va suyaklar tuzilishini qiyosiy o‘rganib, zamonaviy biomexanika, dinamika va biofizikaga oid boshlang‘ich fikrlarni ta’kidlab o‘tadi. **Galen** va **Alxazeni** tomonidan ko‘z to‘r pardasida tasvirning hosil bo‘lishi tavsiflangan. Galen va keyinchalik, **Leonardo da Vinchi** (*Leonardo da Vinci*; 1452-1519 yillar) optika qonuniyatlari asosida ko‘z to‘r pardasida tasvir hosil bo‘lishini tavsiflab bergan, shuningdek biologik organizmlarning harakatlanishini mexanika va fizika qonuniyatlari asosida tushuntirishga harakat qilgan. Leonardo da Vinchi organizmda muskullar klassifikatsiyasini ishlab chiqqan, biologik organizmda organlarning tuzilishi va funksiyasini o‘rgangan, biomexanika sohasining asoschisi hisoblanadi, jumladan sklet biomexanikasi, skelet muskullari tizimi kinematikasi, yurak biodinamikasi, odam va otlarning harakatlanish mexanikasi, qushlarning uchish mexanikasi kabi yo‘nalishlarda tadqiqotlar olib borgan va qimmatli fikrlar bildirgan<sup>43</sup>.

Italiyalik shifokor, Paduye universiteti professori **Santorio** (yoki *Santorius*, *Sanktorius*; 1562-1636) - tibbiyot amaliyotiga aniq miqdoriy o‘lchash uslublarini kiritgan, 1630-yilda *Geron termoskopi* asbobi asosida bemorlar tana haroratini o‘lchashda dastlabki termometrni amaliyotga joriy qilgan. Agar, biofizikani shartli ravishda matematika va fizika nuqtai nazaridan biologik masalalar yechimini hal kiluvchi fan sifatida hisoblansa, u xolda biofizika fani asoslarining paydo bulishi XII-XIII asrlarda amalga oshgan deb taxmin qilish mumkin. Ushbu davrga kelib, matematik modellash uslubi boshlang‘ich tamoyillari biologiyada populyatsiya dinamikasi, evolyutsiya jarayoni, epidemiya, biologik soat mexanizmlarini o‘rganish davomida tadbiiq etila boshlangan. Jumladan, Italiyada 1202- yilda **Leonardo Pizanskiy** (*Fibonachchi*; 1180-1240) tomonidan yozilgan «*Hisoblash haqida traktat*» asarida arifmetika va algebraga oid hisoblashlar bilan birgalikda, «*bir juft quyondan 1 yilda qancha quyon tug‘ilishi mumkin?*» masalasiga yechim

---

<sup>43</sup> В.А.Твердислов. Становление биофизики. Физики, биологи, химики, математики, медики (К 250-летию Московского университета. К 100-летию биофизики в Московском университете) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: crazy-fizik.narod.ru/biophys1.htm

topilgan. Bunda hosil qilingan «*Fibonachchi qatori*» tarkibida har bir qiymat, undan oldin keluvchi ikkita qiymat yig'indisidan tashkil topadi: 1, 1, 2, 3, 5, 8 va hokazo (*matematik model, populyatsiya biofizikasi*).

1628 yilda **Uilyam Garvey** (1578-1657) tomonidan gidravlika qonuniyatlari asosida qon aylanishi tizimi funksiyasi mexanizmi tushintirib berilgan. Angliyalik shifokor **Uilyam Garvey** «*Hayvonlarda yurak va qonning harakatlanishini anatomik jihatdan o'rganish*» asarida qon aylanish tizimi gemodinamikasi haqida fikrlarini bayon qilgan, jumladan qon yurak muskullarining qisqarishi natijasida qon tomirlar bo'ylab oqishini ko'rsatib bergan.

Fransiyalik faylasuf, matematik, fiziolog **Rene Dekart** (1596-1650) organizmda ochlik, og'riqlar, chanqash, ko'rish, xotira, reflekslar kabi fiziologik holatlar va jarayonlarni tadqiq qilgan, fiziologiya haqida «*De homine*» darsligini yozgan. Rene Dekart tomonidan biologik organizmda reflektor yoyning fizik mexanizm asosida funktsiya bajarishi qayd qilingan.

XVI-XVIII asrlarda Yevropada fizika, kimyo, tibbiyot va biologiya fanlarida to'plangan bilimlar uyg'unligi asosida «*yadrofizika*» (yoki «*yadromexanika*») (grek tilida «*iatros - shifokor*» degan ma'noni anglatadi) yo'nalishi rivojlangan. Shifokor olimlar tomonidan sog'lom va bemor biologik organizmda amalga oshuvchi jarayonlarni fizika va kimyo qonuniyatlari asosida izohlashga harakat qilingan<sup>44</sup>.

Germaniyalik geograf, astronom, matematik, shifokor **Atanasis Kirxer** (1601-1680) o'zining «*Buyuk yorug'lik va soyalar sa'nati*» (*Ars Magna Lucis et Umbrae*) asarida bioluminessensiya hodisasini izohlashga harakat qilgan. Gollandiyalik fizik **Kristian Gyuygens** (1629-1695) optika va tebranishlar mexanikasi bilan shug'ullangan. Yuqorida ta'kidlanganidek, Gollandiyalik tabiatshunos **Anton van Levenguk** (1632-1723) 1665-yilda «*Tabiat sirlari*» asarida o'zi yasagan mikroskop yordamida mikroorganizmlarni o'rganish bo'yicha ma'lumotlarni keltiradi. Nisbatan, murakkab tuzilishga ega bo'lgan mikroskop

---

<sup>44</sup> В.А.Твердислов. Становление биофизики. Физики, биологи, химики, математики, медики (К 250-летию Московского университета. К 100-летию биофизики в Московском университете) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: crazy-fizik.narod.ru/biophys1.htm

yordamida Angiyalik fizik, biolog olim **Robert Guk** (1635-1703) organizmlarning hujayralari tuzilishini o‘rgangan. Shubhasiz, aynan R.Guk eksperimental biofizika bo‘yicha dastlabki tajribalar muallifi sifatida qayd qilinishi mumkin.

Fizik olim **Isaak Nyuton** (1643-1727) organizmda amalga oshuvchi fiziologik jarayonlar, jumladan rangli ko‘rish mexanizmini o‘rgangan. I.Nyuton 1687-yilda o‘zining «*Principia*» kitobida quyidagi fikrlarni keltiradi: «...qandaydir efir moddaning tanaga kirib kelishi... ushbu efirdan tashqi sezgi organlarining tebranishi va miyaga ta’sir ko‘rsatishi, miyadan esa muskullarga tomon tebranish uzatilishi qayd qilinadi...».

Rossiyada tabiatshunoslik fanlarining rivojlanishi **Petr I** (1672-1725) davrida **Gotfrid Vilgelm fon Leybnits** (1646-1716) tashabbusi bilan, Peterburg shahrida Fanlar Akademiyasi tashkil qilinishi (1725) bilan bog‘liq hisoblanadi. G.F. fon Leybsig o‘zining «*Monadologiya*» kitobida tirik mavjudodlar o‘zaro uyg‘unlikda bog‘langan (*zamonaviy biofizikada biomakromolekulalar va metabolizm mexanizmlari o‘rtasidagi bog‘lanishlar!*), ko‘p sondagi monadalardan tashkil topganligini ta’kidlaydi.

Italiyalik fiziolog, fizik, astronom va matematik (Galileyning shogirdi) **Jovanni Alfonso Borelli** (*Alfonso Jovanni Borelli*; 1608-1650 yoki 1679) 1680-yilda Rimda nashr qilingan «*De motu animalium*» (*Hayvonlarning harakatlanishi haqida*) kitobida odam va hayvon organizmi muskullarining tuzilishi va funksiyasi, jumladan muskullarning qisqarishi, yurak funksiyasi, qon aylanishi, ovqat hazm qilish tizimining funksiyasi mexanika qonuniyatlari asosida amalga oshishini va muskullar harakatlanishining mexanik, matematik, statik va dinamik qonuniyatlarini qayd qilgan (*qisqaruvchan tizimlar biofizikasining boshlang‘ich ma’lumotlari*), muskullar qisqarishida asablar funksiyasi muhim o‘rin tutishini ta’kidlagan, yurak muskullari ishini o‘rgangan, odam organizmining «*mexanik mashina*» mexanizmlariga o‘xshash funktsiya bajarishini tushintirib bergan (*biomexanika*) va Jovanni Borelli «*Tibbiyot biofizikasi*» fanining asoschilaridan

biri sifatida qayd qilinadi<sup>45</sup>.

Qo'zg'aluvchan to'qimalar biofizikasi yo'nalishining tarixi Bolonye universiteti professori **L.Galvani** (*Luigi Galvani*; 1737-1798) tomonidan amalga oshirilgan tajribalar bilan bog'liq hisoblanadi. L.Galvani tasodifiy holatda baqa muskuli tuzilishini o'rganish davomida muskullarning elektrofiziologik qo'zgalish xossasini (*«elettrocita animale»*) kashf qilgan. Elektrofiziologiya sohasining shakllanishi va rivojlanishida **A.Volta** (*Alessandro Volta*; 1745-1827) o'z tajribalari bilan katta hissa qo'shgan, L.Galvani tajribasini fizik jihatdan asoslab bergan. Luidji Galvani va Alessandro Volta *«Elektrofiziologiya»* asoschilari hisoblanadi.

Fransiyalik kimyogar **Antuan Loran Lavuazye** (*A.L.Lavoisier*; 1743-1794) va astronom, matematik va fizik olim **Pyer Simon de Laplas** (*P.S. de Laplace*; 1749-1827) tomonidan hozirgi vaqtda *biofizik termodinamika* deb nomlanuvchi biofizik tadqiqotlar bo'limi - *kalorimetriya* yo'nalishida izlanishlar olib boradi. A.L.Lavuazye anorganik va organik jismlar mavjudligini asoslab berishda «tirik» va «notirik» kimyo yo'nalishlarini o'zaro ajratib ko'rsatadi<sup>46</sup>.

**Jan Batist Lamark** (1744-1829) va **Gotfrid Reynxold Treviranus** (1776-1837) tomonidan 1802-yilda *«Biologiya»* (*Biology*) atamasi fanga kiritilgan. Shifokor **Yulius Robert Mayyer** (*J.R.Mayer*; 1814-1878) turli xil kengliklar hududida dengizchilar venoz qoni rangini o'rganish asosida, sovuq harorat sharoitida energiyaning sezilarli qismi organizmda haroratning meyoriy holatda ushlab turilishiga sarflanishini aniqlagan va tajribalar natijalari asosida energiyaning saqlanish qonunini kashf qilgan (*bioenergetika, termodinamika*). Shuningdek, Y.R.Mayyer kashfiyotidan bexabar holda, Angliyalik fizik **Jeyms Preskott Joul** (1818-1889) ham deyarli bir vaqtda energiyaning saqlanish qonunini kashf qilgan.

Shuningdek, biofizika fanining shakllanish tarixida Fizik olim **Tomas Yung**

---

<sup>45</sup> История биофизики. Докл. члена-корреспонд. биофизик РАН Г.Р.Иваницкого // II Съезд биофизиков России.-Москва, 1999. [Электрон ресурс]. [http://www.biophys.msu.ru/conferences/99\\_bpil/10\\_Obzor...](http://www.biophys.msu.ru/conferences/99_bpil/10_Obzor...)

<sup>46</sup> Ш.С.Хушматов., А.Э.Зайнабиддинов., П.Б.Усманов Биофизикага мукаддима. Тошкент, 2018 й.

(*Thomas Young*; 1773-1829) va **Hermann von Helmholtz** (1821-1894) tomonidan ko‘rish jarayonining optik mexanizmlari va eshitish analizatori funksiyasining fizik qonuniyatlari aniqlanishi muhim o‘rin tutadi. Jumladan, Tomas Yung suyaklarning mexanik xossalari o‘rgangan va taranglik nazariyasini ishlab chiqqan, optika va akustika masalalari bilan shug‘ullangan, odam organizmida rangli ko‘rish jarayoni turli xil nur spektrlariga nisbatan sezgirlikka ega bo‘lgan 3 ta tipdagi retseptorlar funksiyasiga bog‘liqligini taxmin qilgan.<sup>47</sup>

**S.Arrenius** (*S.Arrhenius*; 1859-1927) 1903-yilda suvli eritmalarda tuzlarning elektrolitik dissotsiatsiyasi nazariyasini ishlab chiqadi (1903 йилда Нобель мукофоти совриндори), uning ilmiy tadqiqotlari natijalari kimyoviy reaksiyalar qonuniyatlari aniqlanishi, bevosita biofizikada biologik jarayonlar kinetikasi yo‘nalishining rivojlanishiga turtki bergan<sup>48</sup>.

**V.Nernst** 1908-yilda biologik to‘qimalarda elektrogenез va qo‘zg‘alish qonuniyatini aniqlagan. **Э.Хаксли** 1955-1956 yillarda muskul qisqarish nazariyasini ishlab chiqqan (1963 yilda Nobel mukofoti sovrindori sifatida qayd qilinadi)<sup>49</sup>.

Франциялик физик, физиолог олим **Жак Арсен Дарсонваль** (*Jacques Arsene d'Arsonval*; 1851-1940) tomonidan 1981 yilda o‘zgaruvchan tok kuchining (elektromagnit maydon) biologik obyektlarga ta’siri o‘rganilgan. Hozirgi vaqtda tibbiyotda yuqori chastotali (110-400 *kGs*), yuqori kuchlanishli va past tok kuchiga ega bo‘lgan (100-200 *mA*) elektr ta’sirida elektromagnit terapiya davolash uslubi («*darsonvalizatsiya*») J.A.Darsonval tomonidan asoslab berilgan. Shuningdek, Jak Arsen Darsonval Fransiyaning de Frans kollejida «*Biofizika kafedras*i» ni tashkil qilgan<sup>50 1</sup>.

**Mixail Vasilyevich Lomonosov** (1711-1765) - asab impulsi, retsepsiya va

<sup>47</sup> В.А.Твердислов. Становление биофизики. Физики, биологи, химики, математики, медики (К 250-летию Московского университета. К 100-летию биофизики в Московском университете) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [crazy-fizik.narod.ru/biophys1.htm](http://crazy-fizik.narod.ru/biophys1.htm)

<sup>48</sup> R.Glaser (Humboldt-Universitat, Berlin Germany). Biophysics. An Introduction // Second Edition. «Springer-Verlag Berlin Heidelberg», 2012.

<sup>49</sup> Биофизические исследования в физике // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://edportal.net>

<sup>50</sup> История биофизики. Докл. члена-корреспонд. биофизик РАН Г.Р.Иваницкого // II Съезд биофизиков России.-Москва, 1999. [Электрон ресурс]. [http://www.biophys.msu.ru/conferences/99\\_bpil/10\\_Obzor...](http://www.biophys.msu.ru/conferences/99_bpil/10_Obzor...)



ko‘rish kabi fiziologik jarayonlarda **I.Nyuton** tomonidan ilgari surilgan fikrlarni qo‘llab-quvvatlaydi. Fizik, matematik va astronom **Leonard Eyler** (1707-1783) qonning tomirlar bo‘ylab harakatlanishi (*gemodinamika*) masalalari bilan shug‘ullanadi, shuningdek rangli ko‘rish va ko‘zning optik tuzilish geometriyasini o‘rganadi. Shveytsariyalik **Daniil Bernulli** (1700-1782) suyuqliklar va gazlar mexanikasi, qon aylanish mexanizmi, gidrodinamika masalalari bilan shug‘ullanadiq.

1773 yilda **Jon Uolsh** tomonidan elektr skat balig‘i tanasida sun‘iy usulda hosil qilish mumkin bo‘lgan elektr toki hosil bo‘lishini ta‘kidlaydi. Avstriyalik shifokor, fiziolog **Fridrix Anton Mesmer** (1733-1815) tomonidan odam organizmiga o‘zgartiruvchi ta‘sirga ega bo‘lgan, ayrim kasalliklarga nisbatan davolovchi ta‘sir ko‘rsatuvchi qandaydir «*hayvon magnetizmi*» mavjudligi ta‘kidlangan. Qayd qilib o‘tish kerakki, hozirgi vaqtda ham zamonaviy biofizika fanida elektromagnit maydonning biologik organizmlarga ta‘sir mexanizmlarining ko‘pgina jixatlari uzil kesil oydinlashtirilmagan.

1828 yilda Shotlandiyalik botanik **Robert Broun** (1773-1858) o‘simlik hujayralari yadrosining mikroskopik tuzilishini o‘rganish jarayoni davomida zarrachalarning muhitda tartibsiz, o‘z-o‘zidan harakatlanishini («*Broun harakati*») qayd qilgan. Shoir, donishmand **Iogann Volfgang Gyote** (1749-1832) ham fiziologiya, tibbiyot sohasida qimmatli fikrlar bildirgan, jumladan rangli ko‘rish mexanizmlarini o‘rgangan. Shuningdek, termodinamika, elektromagnit to‘lqinlar sohasida ilmiy faoliyat ko‘rsatgan fizik **Jeyms Klerk Maksvell** (1831-1879) xam rangli ko‘rish mexanizmi ustida ayrim izlanishlarni olib borgan.

Germaniyalik elektrofiziolog olim, professor **Emil Dyubua- Reymon** (1818-1896) tomonidan birinchi *galvanometr* asbobi yaratilgan. U ushbu qurilma yordamida muskul va asab tolalarida elektr potensialini o‘rgangan. Germaniyalik fizik **Gustav Robert Kirxgof** (1824-1887) tomonidan asab tolalarida qo‘zg‘alishning hosil bo‘lishi va tarqalishini matematik jihatdan tavsiflagan.

Ayrim manbalarda zamonaviy biofizika fanining asoschisi sifatida fizik olim

**German L.Ferdinand fon Gelmgols** (*Hermann von Helmholtz*; 1821-1894) qayd qilinadi, u termodinamikaning I qonuni mualliflaridan biri hisoblanadi. Harbiy shifokor sifatida faoliyat olib borgan yosh olim Gelmgols muskullarda amalga oshuvchi metabolik o'zgarishlar muskul tomonidan bajariluvchi mexanik ish va ajralib chiquvchi issiqlik bilan bog'liqligini aniqlagan. Keyinchalik u elektrodinamika masalalari bilan shug'ullangan, 1858 yilda suyuqlikning uyurmali harakatlanishi nazariyasini asoslab bergan, shuningdek biofizika sohasida asab impulsining hosil bo'lishi va tarqalishi (aksonda asab impulsining to'lqinsimon tarqalishi), ko'rish biofizikasi sohasida tadqiqotlar olib borgan.

Fiziolog, biofizik olim **Ivan Mixaylovich Sechenov** (1829-1905) asab to'qimasida elektr hodisasining yuzaga kelishi mexanizmlarini o'rgangan. Fransiyalik mikrobiolog, biokimyogar olim **Lui Paster** (1822-1895) stereokimyo yo'nalishining asoschisi hisoblanadi. L.Paster tomonidan qayd kilingan molekulyar darajada simmetriya va nosimmetriya haqidagi tasavvurlar zamonaviy biofizikada biomolekulalarning struktura tuzilishi bilan bog'liq funksiyasi masalasining asosini tashkil qiladi.

Biofizika fanida XIX asrda erishilgan sezilarli yutuqlardan biri - bu tebranma jarayonlar aniqlanishi bilan bog'liq hisoblanadi. Jumladan, Germaniyalik fizik, Nobel mukofoti sovrindori (1909) **Vilgelm Fridrix Ostvald** (1853-1932) tomonidan nitrat kislota eritmasiga botirilgan holatda temir materialidan yasalgan sim hosil qiluvchi shakl tashqi ko'rinishidan asab tolasida elektr impulsining tarqalish jarayoniga o'xshashligini qayd kilgan («*temir asab*» hodisasi). Shuningdek, 1903 yilda **Georg Bredig** (1868-1944) tomonidan zamonaviy avtotetbranmali jarayonlar biofizikasida muhim o'rin tutuvchi - «simob yurak» hodisasi qayd qilingan.

«*Biofizika*» fanining rivojlanish tarixida 1961 yilda IUPAB tashkil qilinishi muhim ahamiyatga ega bo'lib, ushbu xalkaro tashkilot tomonidan Biofizika fanining maqsad va vazifalari, bo'limlariga aniqlik kiritilgan<sup>51</sup>.

---

<sup>51</sup> Предметы задачи биофизики. История развития биофизики // [Электрон ресурс]. Режим доступа:

IUPAB - bu Fanlar bo'yicha Xalkaro Ittifoqning (ICSU, *International Council for Science*) tarkibiy bo'limlaridan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda IUPAB tarkibiga dunyoning 50 ortiq mamlakatlari kiritilgan va uning asosiy funksiyasi - biofizika fani bo'yicha ilmiy tadqiqotlar va ta'lim jarayonini qo'llab-quvvatlashdan tashkil topgan. Shuningdek, IUPAB har 3 yilda bir marta *Xalqaro kongress (International Congresses)* va *Umumiy yig'ilish (General Assemblies)* o'tkazilishini tashkil qiladi. Biofizika bo'yicha ilmiy tadqiqotlar va ta'lim jarayonini rivojlantirish maqsadida IUPAB tomonidan dunyo miqyosida biofizika yo'nalishida faoliyat olib boruvchi jamiyatlarning hamkorligini tashkil qilish, Xalkaro miqyosda anjumanlar, uchrashuvlar o'tkazish, biofizika yo'nalishida olib borilayotgan ilmiy izlanishlarni har tomonlama qo'llab-quvvatlash amalga oshiriladi. 1998 yilda IUPAB tarkibida biologik va biofizik ma'lumotlar arxiv bazasini yaratish va undan foydalanish maqsadida IUBG (*Inter-union bioinformatics group*) tashkil qilingan. IUBG tomonidan «*Nuklein kislotalar tarkibi ketma-ketligi*» (DDBJ/EMBL/GenBank International Nucleotide Sequence Database), «*Oqsillar tarkibi ketma-ketligi*», «*Biomolekulyar struktura*» kabi yo'nalishlarda mavjud ma'lumotlar bazalari tizimlashtiriladi<sup>52</sup>.

1958 yilda AQShda «*Biofizika jamiyati*» (*Biophysical Society*) tashkil qilingan. Biofizika jamiyati - bu «*Биофизика*» faniga tegishli bilimlarni rivojlantirish, tarqatish, ommalashtirishga qaratilgan xalkaro tashkilot bo'lib, 1957 yilda **K.Ernest** (AQSH) tomonidan asos solingan. 1960 yildan boshlab «*Biofizika jamiyati*» tomonidan «*Biophysical Journal*»<sup>53</sup> nashr qilinadi, shuningdek dunyo miqyosida biofizika fanining nazariy va amaliy yutuqlari bo'yicha ilmiy konferensiyalar, simpoziumlar, ko'rgazmalar va taqdimotlar o'tkazilishiga xomiylik qiladi, ilmiy loyihalar tanlovlarini tashkil qiladi. «*Biofizika jamiyati*» ning struktura tarkibi: Bioenergetika, Biologik flyuoressensiya, Tabiiy biopolimerlar, Ekzotsitoz va endotsitoz, Oqsillarning xossalari, Membrana

---

<http://refsurf.ru>

<sup>52</sup> About IUPAB // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://iupab.org>

<sup>53</sup> Biophysical Journal // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.cell.com/biophysj>

biofizikasi, Membrana strukturasi va tashkillanishi, Molekulyar biofizika, Harakatchanlik, Nanoshkala biofizikasi, O‘tkazuvchanlik va transport bo‘limlaridan tashkil topgan<sup>54</sup>.

Ta’kidlab o‘tganimizdek, biofizika fanining shakllanishida ko‘pgina fizik, kimyogar va fiziolog olimlarning xizmatlari katta bo‘ldi. XVIII asr oxirlari va XIX asr boshlarida biofizika alohida fan sifatida o‘rganila boshlandi. Gelmgolsning biologiyada termodinamika hamda energetika muammolari, sezgi organlari va qo‘zg‘alishni nerv tolalari bo‘yicha o‘tishi ustida ilmiy ishlari, rus olimi I.M. Sechenovning fizik-kimyoviy uslublarni fiziologiyaga qo‘llashi, nafas olish jarayoni dinamikasi, biologik suyuqlik va gazlar aralashmasini hisoblash kabi tadqiqotlari alohida ahamiyatga ega.

Fizkolloid kimyo yutuqlarini biologiyada qo‘llash natijasida muhim jarayonlarning mexanizmlarini tushunishga va ilmiy asoslarini yaratishga muvaffaq bo‘lindi. Biofizikani fan sifatida tan olinishida olimlar Lyob va Shadelarning xizmatlari katta bo‘ldi. Ularning partenogenez, yallig‘lanish va serpushtlilik kabi jarayonlarni fizik kimyoviy nuqtai nazardan o‘rganishi katta ahamiyatga ega bo‘ldi. Rossiyada olimlardan P.P.Lazarev, S.I.Vavilov, P.A.Rebinder, N.K.Kolsova, B.N.Tarusov, V.V. Yefimov, S.V.Kravkovlarning fundamental tadqiqotlari natijasida o‘ziga xos biofizika maktabiga asos solindi. O‘tgan asrning o‘rtalarida biofizikaning rivojlanishida sobiq Ittifoq Fanlar akademiyasining Biofizika instituti, M.V.Lomonosov nomidagi Moskva davlat universiteti Biofizika kafedrasida ilmiy xodimlarining tadqiqotlari katta ahamiyatga ega bo‘ldi.

### **3.2. Biofizika fani rivojiga O‘zbekistonlik olimlarning qo‘shgan hissalar**

O‘zbekistonda birinchi bor 1963 yilda akademik Yo.X.To‘raqulov Toshkent Davlat universitetida biokimyo va biofizika kafedrasiga asos soldi va ushbu

---

<sup>54</sup> Biophysical Society // // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.biophysics.org>

kafedrada biofizik mutaxassislar tayyorlana boshlandi.

1979 yil esa ushbu kafedradan akademik B.O.Toshmuhamedov rahbarligida biofizika va tabiatni muhofaza qilish kafedresi ajralib chiqdi. O'zbekistonda biofizika maktabini asosiy yo'nalishi biologik membranalarda ionlar transporti, ion kanallari va biologik faol moddalarning membranalariga ta'sir qilish mexanizmlarini o'rganishdan iborat.

Respublikamizda «*Biofizika*» fanining rasmiy holatda shakllanishi va rivojlanish tarixi quyidagi ketma-ketlikda o'z aksini topgan.

O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Yadro fizikasi institutida *Biofizika laboratoriyasi* tashkil qilingan va unga 1977 yilga kadar akademik **Bekdjan Aybekovich Tashmuxamedov** rahbarlik qilgan. 1977 yilda O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Yadro fizikasi institutining *Biofizika laboratoriyasi* asosida, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Biokimyo institutining *Biofizika bo'limi* tashkil qilingan va unga 1985 yilgacha akademik **B.O.Tashmuxamedov** rahbarlik qilgan. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Biokimyo institutining Biofizika bo'limi tarkibida quyidagi laboratoriyalar tashkil kilingan:

➤ Hujayra biofizikasi laboratoriyasi (*laboratoriya mudiri: akademik B.O.Tashmuxamedov*);

➤ Молекуляр биофизика лабораторияси (*laboratoriya mudiri: prof. Z.U.Bekmuxametova*);

➤ Membranalar biofizikasi laboratoriyasi (*laboratoriya mudiri: prof. A.I.Gagelgans*).

Biofizika fanining O'zbekistonda rivojlanishida O'zR FA Fiziologiya va biofizika instituti o'z o'rniga ega. O'zR FA Fiziologiya va biofizika instituti 1985 yil O'zR FA Fiziologiya instituti va O'zR FA Biokimyo institutining Biofizika bo'limini birlashishi natijasida tashkil topdi. Institut O'zR FA Tibbiyot, Kimyo, biologik fanlar kompleksi tarkibiga kiradi va o'zining faoliyatini Fanlar akademiyasining ilmiy-uslubiy rahbarligi ostida olib boradi.

O‘zR FA Biokimyo instituti biofizika bo‘limiga B.O.Toshmuhamedov rahbarlik qilgan davr mobaynida (1985 y.) bo‘limga hujayra biofizikasi, molekulyar biofizika, membranalar biofizikasi laboratoriyalari kirgan. Keyinchalik bu laboratoriyalar O‘zR FA Fiziologiya va biofizika instituti tarkibida faoliyat ko‘rsatdi.

Institutda olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo‘nalishlari quyidagilardan iborat:

✓ biologik membranalarning tuzilishi va funksiyalarini fizik-kimyoviy asoslari, ionlar va metabolitlar transportining molekulyar mexanizmlarini (biofizika, biokimyo);

✓ qo‘zg‘aluvchan membranalarning ion kanallari va neyretseptorlarni (neyrofiziologiya), tabiiy va sintetik biologik faol moddalarning ta‘sirini (farmakologiya);

✓ organizm turli tizimlarining tashqi muhitdagi ekstremal omillarga moslashish mexanizmlari va gomeostazini (fiziologiya, ekologik fiziologiya) o‘rganishdir.

Hujayra fiziologiyasi va neyrofiziologiya, biologik membranalardan ionlar transportini molekulyar mexanizmlari, hujayra faoliyatini boshqarilishi va membrana faol birikmalarning ta‘sir qilish mexanizmlarini o‘rganish kabi sohalardagi tadqiqotlarning rivojlanishiga institut jamoasi tomonidan katta hissa qo‘shildi. Institut xodimlari tomonidan aksonal, pre- va postsinaptik ta‘sirga ega, turli xil ion kanallariga va retseptorlarga ta‘sir qiluvchi yangi neyrotoksinlar aniqlandi. Ushbu neyrotoksinlar yordamida ba‘zi bir ion kanallari va neyretseptorlar tiplarining strukturasi, funksiyasi va boshqarilish mexanizmlari o‘rganildi.

Fiziologik faol moddalar, jumladan, gormonlar, yurak glikozidlari va alkaloidlarni biologik membranalarda ionlar transportiga ta‘sir qilish mexanizmlarini o‘rganildi. Ba‘zi bakteriya toksinlaridan hosil bo‘lgan ion kanallarining strukturasi va faoliyati qonuniyatlari ochildi, ionlar transporti va

oksidlanishli fosforlanishning hujayradagi tabiiy regulyatorlari topildi.

Institut xodimlari odam va hayvonlarni atrof-muhitning ekstremal omillariga moslashuvining asosiy mexanizmlarining, o‘sayotgan organizmning chidamliligining, hujayra faoliyatining fiziologik asoslarini ochishga katta hissa qo‘shdilar. Bu tadqiqotlar natijasida ba’zi stress omillari organizm funksional tizimi rivojlanishiga ta’sir qilishi va o‘z navbatida o‘sayotgan organizmning fiziologik jarayonlarining buzilishiga olib kelishi aniqlandi. Biologik membranalaridan ionlar o‘tishining molekulyar mexanizmlari, ularga turli xil fiziologik moddalarning ta’siri va hujayra funksiyasining boshqaruv mexanizmlari o‘rganildi. Hujayrada  $Ca^{2+}$  ioni metabolizmi va uni boshqaruv roli o‘rganildi. Sun’iy fosfolipid membranalarda mitoxondriya kalsiy-o‘tkazuvchi tizimi, buyrak apikal membranalaridan ajratib olingan natriy kanallari rekonstruksiya qilindi.

Hozirgi vaqtda institutda nerv va yurak qon-tomirlari kasalliklarini davolashda farmakologik vosita sifatida qo‘llanishi mumkin bo‘lgan istiqbolli bo‘lgan, ion kanallari bilan o‘zaro ta’sirlashuvchi yangi tabiiy birikmalarni o‘rganish ustida ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda.

Institut olimlari MDH, Buyuk Britaniya, AQSH, Yaponiya, Belgiya, Braziliya va boshqa mamlakatlarning yirik ilmiy markazlari bilan aloqa o‘rnatishgan va fiziologiya va biofizikaning turli yo‘nalishlarida hamkorlikda ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishmoqda.

Akademik B.O.Toshmuhamedov «Biologicheskoye membrani» Xalqaro jurnalining redkollegiya a’zosi, molekulyar fiziologiya laboratoriyasining mudiri, b.f.d., akademik R.Z.Sobirov Yaponiya Milliy Fiziologiya instituti Ilmiy kengashi a’zosi, prof. P.B.Usmanov Xalqaro neyrofiziologiya jamiyatining mintaqaviy koordinatori va «World Toxin review» Xalqaro jurnalining muharriri a’zosi dirlar.

Xalqaro ilmiy jamoatchilik tomonidan institutda olib borilayotgan ilmiy-tadqiqotlar tan olindi va yuqori baholandi. Fundamental tadqiqotlar sohasida erishgan ulkan yutuqlari uchun institutning 6 ta ilmiy xodimi turli xil Davlat

mukofotlariga sazovor bo'ldilar. Institut ilmiy-tadqiqotlari yuqori baholanib, 2002 yili «International arch of Europe» Xalqaro fondining Oltin medaliga sazovor bo'lgan.

Institutning faoliyati davomida 300 dan ortiq fan nomzodlari va 80 dan ortiq fan doktorlari fiziologiya va biofizika sohalarida himoya qilib, mutaxassislar yetishib chiqqan.

So'nggi yillarda O'zbekistonda olib borilgan biofizika sohasidagi ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlari: biologik membranalarining tuzilishi va funksiyalarini fizik-kimyoviy asoslarini o'rganish (B.O.Toshmuhamedov, Z.U.Bekmuxametova, M.M.Raximov, M.U.To'ychibayev, E.M.Maxmudova), ionlar transportining molekulyar mexanizmlari va ion kanallari xususiyatlarini o'rganish (O.V.Krasilnikov, R.Z.Sobirov, M.V.Zamarayeva), qo'zg'aluvchan membranalarining ion kanallari va neyroretseptorlarini (P.B.Usmanov, J.Kalikulov), biologik faol moddalarning tuzilishi va ta'sir qilish mexanizmlarini o'rganish (T.F.Aripov, U.Z.Mirxo'jayev, B.X.Saloxutdinov, B.T.Ibragimov) bioenergetika va bog'lovchi membranalar funksiyasini o'rganish (A.I.Gagelgans, M.X.Gaynutdinov, M.I.Asrarov), fotobiologik jarayonlar (YE.YE.Gussakovskiy, I.G'.Axmadjonov) va o'simlik membranalari orqali ionlar tashilishini o'rganish (A.Q.Qosimov, K.S.Safarov) kabilardan iborat bo'ldi.

Hujayra fiziologiyasi va neyrofiziologiya, biologik membranalar orqali ionlar tashilishining molekulyar mexanizmlari, hujayra faoliyatini boshqarilishi va biologik faol birikmalar ta'sir qilish mexanizmlari kabi sohalarda tadqiqotlarning rivojlanishiga O'zR FA FBI jamoasi tomonidan katta hissa qo'shildi. Institut xodimlari tomonidan aksonal, presinaptik va postsinaptik ta'sirga ega, turli xil ion kanallariga va retseptorlarga ta'sir qiluvchi yangi neyrotoksinlar ajratib olindi va tuzilishi o'rganildi. Ushbu neyrotoksinlar yordamida ba'zi bir ion kanallari va neyroretseptor tiplarining strukturasi, funksiyasi va boshqarilish mexanizmlari o'rganildi.

O'zbekistonda biofizika fani sohasida faoliyat yuritgan olimlar va ularning



fanga qo‘shgan hissalarini haqida ma’lumotlarni yoritishga harakat qilamiz.

### 3.2.1. Akademik Yo.X.To‘raqulov (1917–2005)

To‘raqulov Y.X. 1916 yil 10 noyabrda Qozog‘iston Respublikasi Jambul viloyati Merke shahrida tug‘ilgan.



1958 yilda «Ayrim tireoid shakldagi patologiyalar sharoitida yod va qalqonsimon bez gormonlari almashinuvi» mavzusida doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan. 1963 yilda O‘zbekistonda biofizika fanining rivojlanishiga qo‘shgan hissasi uchun Mehnat ordeni bilan taqdirlanadi.

Yo.X.To‘raqulov biologiya va tibbiyot sohasidagi atoqli olim, biologiya fanlari doktori, professor, O‘zR FA akademigi (1964 y.). Yo.X.To‘raqulov biokimyoy, biofizika va tibbiyot fanlarining rivojlanishiga ulkan hissa qo‘shdi. Y.X. To‘raqulov rahbarligida gormonlarning organizmlarga ta’sir mexanizmlari molekulyar darajada chuqur o‘rganildi va bunda tireoid gormonlarning organizmda oqsil, uglevod va lipid almashinuvi jarayonlariga ta’siri konuniyatlari ilmiy asoslab berildi. Y.X.To‘raqulov fan sohasidagi atoqli olimlardan biri bo‘lishi bilan bir qatorda mohir va iste’dodli pedagog va tashkilotchi sifatida ham faoliyat

ko'rsatgan.

U 1936 yilda ToshMI assisenti, 1939-1941-yy. Toshkent Farmatsevtika instituti direktori, 1941-1944 yy. frontda harbiy vrach, 1951-1955 yy. O'zR FA Qishloq ho'jaligi instituti direktori, 1957 yildan O'lkashunoslik meditsinasi instituti direktori, 1960-1962 yy. O'zR FA Yadro fizikasi institutining radiotsion biofizika bo'limi mudiri, 1963-1966-yy. O'zR FA vitse-prezidenti, 1967-1970 yy. O'zR FA Biokimyo instituti direktori, 1970-1972 yy. Samarkand Davlat universiteti rektori lavozimlarida ishlagan va 1974 yildan O'zR FA Biologiya fanlari bo'limini boshqardi.

Y.X.To'raqulov 10 ta monografiya, o'zbek tilida nashr etilgan «Bioximiya» kitobi muallifi, shuningdek olim tomonidan 700 dan ortiq ilmiy va ilmiy-ommabop maqolalar nashr etilgan.

Y.X.To'raqulov O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan fan arbobi, «Buyuk xizmatlari uchun» ordeni sohibi, Beruniy nomidagi Davlat mukofoti sovrindori.

### **3.2.2. Akademik Toshmuxamedov Bekjon Oybekovich**

1935 yil Toshkent shahrida buyuk yozuvchi Oybek va kimyogar olim, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi Zarifa Saidnosirova oilasida tavallud topgan. B.O.Toshmuxamedov biomembranalarning tuzilishi va xossalari, ion kanallari va ionlar transporti o'rganish yo'nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan. Fiziolog olim X.S.Koshtoyans rahbarligida «Bo'g'imoyoqlilar (qisqichbaqasimonlar va hasharotlar) cho'zilish retseptorlari fiziologiyasi va farmakologiyasini qiyosiy o'rganish» mavzusida nomzodlik dissertatsiyasini (1962) va 1971 yilda (Moskva sh.) «Ionlarning biologik membranalar orqali faol tashilishi» mavzusida doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan. Jumladan, hujayra membranasida joylashgan  $\text{Na}^+$ -kanallari va  $\text{Ca}^{2+}$ -kanallari faolligini susaytiruvchi

va shuningdek, postsinaptik membranada glutamatergik sinapslarga ta'sir ko'satuvchi o'rgimchak neyrotoksinlarini o'rgangan.

B.O.Toshmuxamedov - atoqli olim, biologiya fanlari doktori, professor, O'zR FA akademigi, uzoq yillar O'zR FA Fiziologiya va biofizika instituti membranalar biofizikasi laboratoriyasining mudiri lavozimida ishlagan.

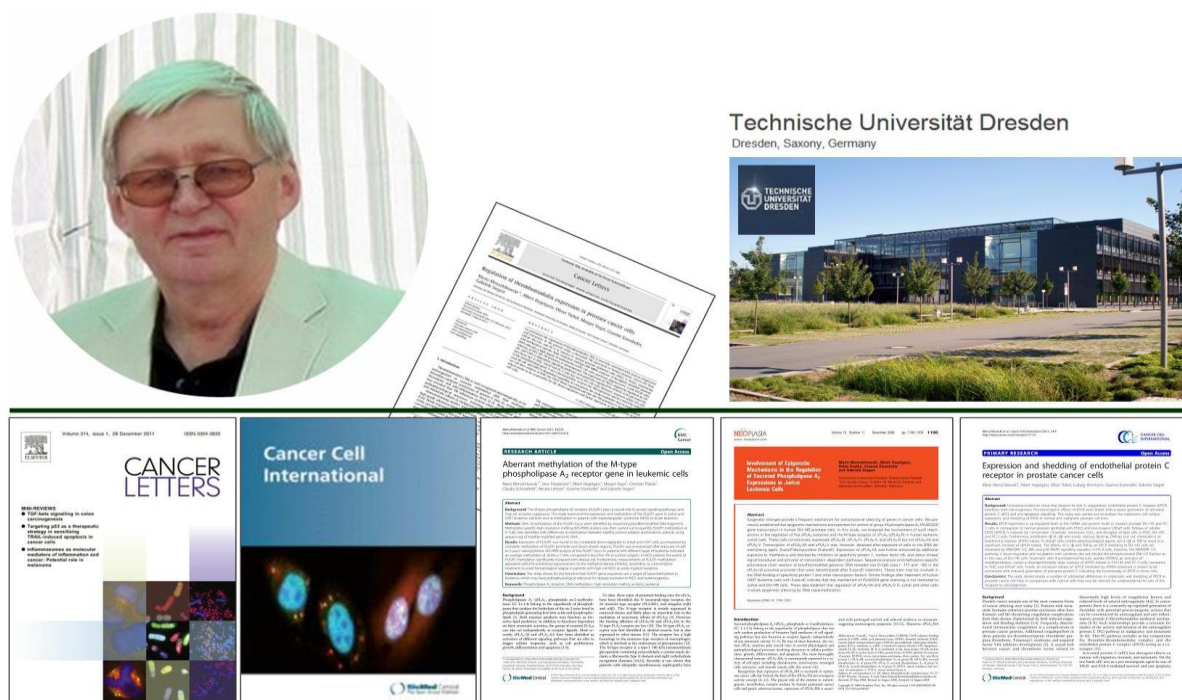


B.O. Toshmuxamedov qo'zg'aluvchan membranalarining tuzilishi va xossalari, ion kanallari va ionlar transporti o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan. B.O.Toshmuxamedov nefron, hujayra, mitoxondriya va sarkoplazmatik retikulumdagi ionlar tashilish mexanizmlarini o'rgandi. Turli xil zaxarlarni membranalariga ta'sirini o'rganish natijasida B.O.Toshmuxamedov yangi toksin-kanaloformerlarni aniqladi, hamda qo'zg'aluvchan membranalarining Na<sup>+</sup>-kanallarini bloklovchi bir qator yangi toksinlarni ajratib oldi. Uning rahbarligida umurtqalilar, qisqichbaqasimonlar va hashorotlarning postsinaptik membranalaridagi glutamatergik sinapslarini spetsifik va qaytmas ravishda bloklovchi neyrotoksinlari aniqlangan. Ushbu toksinlar yordamida kalamush miyasi, chigirtkaning nerv-muskul sinapslaridan glutamat retseptorlarini ajratib olindi va ularni ikki qatlamli sun'iy membranalariga rekonstruksiya qilindi.

B.O.Toshmuxamedov 350 ga yaqin ilmiy maqolalar nashr ettirgan. Uning rahbarligida 11 ta doktorlik va 48 ta nomzodlik dissertatsiyalari tayyorlangan. Toshmuxamedov B.O. sobiq SSSR Davlat mukofoti, Beruniy nomidagi davlat mukofoti sovrindori, O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan fan arbobi.

B.O. Toshmuxamedov O‘zbekistonda biofizika fanining asoschilaridan biri va birinchilardan bo‘lib, biofizika sohasida maktab yaratgan buyuk olim hamda jamoat arbobidir.

### 3.2.3. Professor Albert Ivanovich Gagelgans



**Albert Ivanovich Gagelgans** (*Albert Hagelgans*, 27.05.1942) – biologiya fanlari doktori (03.00.02–biofizika), professor, 1956 yilda O‘zbekistonga ko‘chib kelgan, O‘zMU (Sobiq ToshDU) Biokimyo va biofizika kafedrasida ish boshlagan va 1970 yilda O‘zR FA Biokimyo institutida bioenergetika va mitoxondriyada ion tarnsport mexanizmlari yo‘nalishida nomzodlik dissertatsiyasini himoya qilgan, 1977–1985 yillarda Membranalar biofizikasi laboratoriyasi mudiri lavozimida ishlagan, 1981–yilda «Hujayra ichki membranalarining kalsiy tashuvchi tizimlari» mavzusida doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan, 1985–2001 yillar davomida O‘zMU Biofizika kafedrasida mudiri lavozimida ishlagan, 190 dan ortiq ilmiy ishlar, jumladan akademik Y.To‘raqulov bilan hammualiflikda yozilgan «Qalqonsimon bez gormonlari» (*Гормоны щитовидной железы*) monografiyasi (AQShda ingliz

tilida qayta nashr qilingan), B.O.Tashmuxeimedov bilan hammualliflikda «Активный транспорт ионов через биологические мембраны» monografiyasi, 50 dan ortiq ilmi yishlar, 7 ta mualliflik guvoohnomasi, bir qator patentlar, o‘quv qo‘llanmalar muallifi hisoblanadi. 2001–yilda Germaniyaga ko‘chib ketgan va 2003 yildan boshlab, Texnika universitetida (*Technische Universität Dresden*, Dresden sh.) kanserogenez genetikasi yo‘nalishida ilmiy faoliyat olib boradi, jumladan 2003–2015 yillar davomida hujayrada signalizatsiya mexanizmlari va kanserogenez jarayonida genetik reugulyautsiya mexanizmlari yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan va bu tadqiqotlar natijalari 15 dan ortiq ilmiy maqolalar, 2 ta patentda o‘z ifodasini topgan.

#### **3.2.4. Professor Usmanov Po‘lat Bekmuratovich**

P.B. Usmanov 1946 yil Qashqadaryo viloyati Yakkabog‘ tumanida ziyoli oilasida tug‘ilgan.



**Po‘lat Bekmuratovich Usmanov**

P.B. Usmanov biologiya sohasidagi yirik olim, biologiya fanlari doktori, professor, O‘zR FA Fiziologiya va biofizika instituti direktori lavozimida ishlagan,

ayni vaqtda O‘zMU huzuridagi Biokimyo va biofizika instituti Hujayra biofizikasi laboratoriyasining mudiri lavozimida ishlaydi.

P.B. Usmanov biofizika sohasidagi turli xil ion kanallari va neyroretseptorlar faoliyatiga fiziologik faol birikmalar, jumladan, yangi neyrotoksinlarning ta’sir qilish mexanizmlarini o‘rgandi. Natijada fanga noma’lum bo‘lgan aksonal, presinaptik va postsinaptik ta’sirga ega yangi toksinlar aniqlandi va toksikologiya bo‘yicha jahon kolleksiyasi boyishiga katta hissa qo‘shildi. Bu kashfiyotlar nafaqat toksikologiya, shu bilan birga biofizika, neyrofarmakologiya va neyrokimyo fanlarining ham katta yutug‘i hisoblanadi.

Bugungi kunda P.B. Usmanov xorijdagi yirik ilmiy markazlar bilan hamkorlikda tabiiy va farmakologik birikmalar asosida yangi dorivor vositalar va ekologik havfsiz pestitsidlar yaratish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib bormoqda.

P.B. Usmanov biofizika sohasida 150 dan ortiq ilmiy maqola nashr ettirgan va 3 ta patent sohibi hisoblanadi. Uning rahbarligida 10 ta nomzodlik dissertatsiyasi, 3 ta doktorlik dissertatsiyasi tayyorlangan.

P.B. Usmanov Halqaro neyrokimyo jamiyati (Angliya) koordinatsion qo‘mitasining O‘zbekistondagi vakili, Nyu-York akademiyasi a’zosi hisoblanadi.

P.B. Usmanov 2003 yilda «Shuhrat» medali bilan mukofotlangan.

### **3.2.5. Akademik Sobirov Ravshan Zairovich**

Ravshan Zairovich Sabirov – (1958–y, Toshkent sh.), biologiya fanlari doktori (1993), professor (2014), Yaponiya Fiziologlar jamiyati a’zosi (1993), Angliya Fiziologlar jamiyati a’zosi (1997), akademik (2017) AQSH Biofiziklar jamiyati a’zosi hisoblanadi. R.Z.Sabirov 1993–yilda Oleg Vladimirovich Krasilnikov ilmiy rahbarligida «Sun’iy va tabiiy membranalarda induksiyalangan ion kanallari: struktura va funksiyalari» mavzusida doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan.





R.Z. Sobirov biofizika sohasida ion kanallarining tuzilishi va funksiyasini o‘rgandi, sun’iy membranalarda rekonstruksiya qilingan ion kanallarining radiusini aniqlash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib bordi.

2005–2009 yillarda M.Ulug‘bek nomidagi O‘zMU Biofizika kafedrası mudiri lavozimida ishlagan, 2009–yildan O‘zR FA Cobiq Fiziologiya va biofizika instituti Molekulyar biofizika laboratoriyasi, 2012–yildan O‘zR FA akad. O.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti Molekulyar biofizika laboratoriyasi mudiri lavozimida faoliyat olib boradi. Prof. R.Z.Sobirov tomonidan biomembrana ion kanallari struktura va funksiyasini o‘rganish yo‘nalishidagi amalga oshirilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida ion kanallarining radiusini aniqlash usuli ishlab chiqilgan. R.Z.Sabirov nafaqat respublikamiz, balki dunyo miqyosida eksperimental biofizika sohasida ion kanallari strukturasi va funksiyasini o‘rganuvchi yetakchi olimlardan biri hisoblanadi, jumladan hozirgi vaqtda Yaponiya Milliy Fiziologiya institutida ilmiy tadqiqotlar olib boradi.

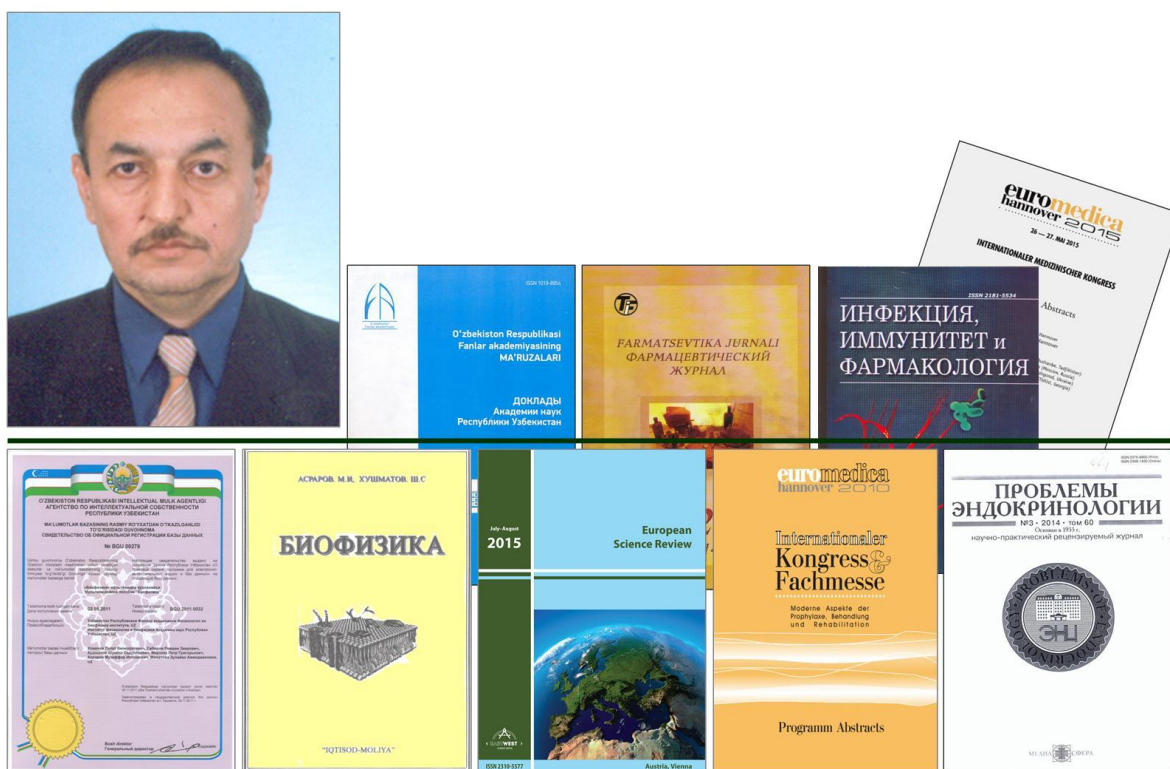
Uning uzoq yillar mobaynida olib borgan ishlari munosib baholanib unga O‘zR FA akademigi ilmiy unvoni berildi. Akademik R.Z.Sobirov Ayni damda

O'zMU qoshidagi Biokimyo va biofizika instituti direktori lavozimida ishlab kelmoqda.

R.Z. Sobirov 130 dan ortiq ilmiy ishlar va 1ta monografiya muallifi. Uning rahbarligida 10 ta nomzodlik va 1 ta doktorlik dissertatsiyalari himoya qilingan.

### 3.2.6. Professor Asrarov Muzaffar Islomovich

Muzaffar Islamovich Asrarov (1954, Toshkent vil., Piskent sh.) – biologiya fanlari doktori (1999), professor (2014), molekulyar biofizika, biologik faol moddalarning biologik membranalarga ta'sir mexanizmlarini o'rganish, hujayra bioenergetikasi sohasida ilmiy tadqiqotlar olib boradi.



M.I. Asrarov molekulyar biofizika sohasidagi olim, biologiya fanlari doktori, O'zR FA Fiziologiya va biofizika institutida ilmiy ishlar bo'yicha direktor o'rinbosari, molekulyar biofizika laboratoriyasi mudiri lavozimida ishlagan.

M.I. Asrarov biofizika sohasida hujayrada mitoxondriya darajasida kechadigan jarayonlarni o'rganish ustida ilmiy tadqiqotlar olib borgan.



M.I.Asrarov tomonidan mitoxondriyalarda  $Ca^{2+}$  ioni transportini boshqaruvchi bir qator biologik faol birikmalarning kashf qilinishi jahon miqyosida tan olindi va bu natijalar mamlakatimizda yangi asosda dorivor vositalar yaratishga ilmiy jihatdan asos bo'lishi mumkin. Hujayradagi  $Ca^{2+}$  ioniga bog'liq jarayonlarni boshqarishda o'simliklardan ajratib olingan yangi birikmalarni qo'llash, mitoxondriyalardagi megakanal xususiyatlarini o'rganish va ularga biologik faol moddalarning ta'siri bo'yicha o'tkazgan tadqiqotlari O'zbekistonda olib borilayotgan biofizika sohasidagi yirik ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Bugungi kunda M.I. Asrarov mitoxondriya membranalaridagi megakanal faoliyatini boshqarish, turli xil patologik holatlarda megakanal xossalarning o'zgarishi va ularni yangi biologik faol birikmalar bilan korreksiyalash ustida ilmiy tadqiqotlar olib bormoqda.

Prof. M.I.Asrarov 2000–2012 yillar davomida O'zR FA Fiziologiya va biofizika instituti direktorining ilmiy ishlar bo'yicha o'rinbosari lavozimida ishlagan, 2012–yildan boshlab, O'zR FA O.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti Molekulyar biofizika laboratoriyasi mudiri lavozimida faoliyat olib bormoqda, 100 dan ortiq ilmiy ishlar, «Biofizika» o'quv qo'llanmasi, 2 ta patent muallifi hisoblanadi, uning ilmiy rahbarligida 5 ta fan nomzodi, ko'plab magistrlar va bakalavrlar tayyorlandi.

M.I Asrarov ilmiy izlanishlarini pedagogik faoliyat bilan bog'lab yosh avlodni bilimli qilib tarbiyalashga munosib hissa qo'shib kelmoqda. Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat pedagogika universiteti talabalariga «Biofizika», «Tibbiy biofizika» kurslaridan, M.Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universitetida «Hujayra fiziologiyasi» kurslaridan ma'ruzalar o'qiydi va amaliy mashg'ulotlar olib boradi.

### **3.2.7. Biologiya fanlari doktori Axmedjanov Iskandar Gulyamovich**

1950 yilning 30 avgustida Namangan viloyatining Marg'ilon shahri shahrida ziyoli oilasida tug'ilgan.



### **Axmadjanov Iskandar G'ulomovich**

U O'zR FA Fiziologiya va biofizika instituti «Membranalar biofizikasi» laboratoriyasi yetakchi ilmiy xodimi hamda ushbu institut qoshidagi Ixtisoslashgan kengashning ilmiy kotibi lavozimlarida faoliyat ko'rsatgan.

U biofizika fanining fotobiologiya sohasida qator ilmiy ishlarni olib borgan. Olimning ilmiy-tadqiqot yo'nalishi ultrabinafsha nurlarning o'simlik to'qimalariga ta'siriga bag'ishlangan. Bundan tashqari u tabiiy faol birikmalarning ion kanallariga ta'sir etish mexanizmlarini o'rgandi, fanga noma'lum bo'lgan aksonal, pre- va postsinaptik ta'sirga ega yangi toksinlarni aniqlab jahon kolleksiyasini boyishiga hissa qo'shgan. Olimning bu kashfiyotlari nafaqat toksikologiya, shu bilan birga biofizikaning fotobiologiya bo'limi, neyrofarmakologiya va neyrokimyo fanlarini rivojlanishiga katta hissa qo'shdi.

O'z ilmiy yo'nalishi bo'yicha bir qancha xorijiy davlatlarda (jumladan, Isroil, Angliya va AQSH) ilmiy safarlarda bo'lib qaytgan.

I.G.Axmedjanov 100 ga yaqin ilmiy va 1ta monografiya muallifi. Uning rahbarligida 3 ta nomzodlik dissertatsiyasi himoya qilingan va hozirda 2 ta nomzodlik dissertatsiyasi tayyorlanmoqda.

### **3.2.8. Professor Krasilnikov Oleg Vladimirovich**

1950 yilda Qirgiziston Respublikasining O'sh viloyati Sulyukta shahrida ishchi oilasida tavnallud topgan. Uning ilmiy faoliyati (talabalikdan boshlab)

asosan, O‘zbekiston bilan bog‘liq. 1986 yil «Za Trudovuyu doblest» ordeni bilan mukofotlangan. Umumiy mehnat staji 37 yil, Fanlar akademiyasi tizimida 32 yil va mazkur lavozimda 20 yildan buyon ishlab kelmoqda. Biologiya fanlari doktori (1990), professor (1993).



### **Krasilnikov Oleg Vladimirovich**

U akademik B.A.Toshmuxamedov rahbarligida ilon zaharlarining membranaga ta'sir ko'rsatuvchi faol tarkibiy qismlarining ta'sir mexanizmlarini o'rgangan. 1977 yilda O'zR FA Biokimyó instituti Biofizika bo'limida membranaga ta'sir ko'rsatish faolligiga ega ilon toksinlarning biomembranada ion kanallari xosil qilish xossasini o'rganish yo'nalishida nomzodlik dissertatsiyasini, 1989 yilda (MDU, Moskva) doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan, 1993 yilda professor ilmiy unvonini olgan. 1989 yildan boshlab O'zR FA Fiziologiya va biofizika instituti Molekulyar fiziologiya laboratoriyasi mudiri lavozimida faoliyat olib borgan. O.V.Krasilnikov 1993 yilda Braziliyaning Resife shahrida joylashgan Federal universitet Biofizika va radiobiologiya kafedrasida (UFPE) ish boshlagan, 1999-2011 yillarda ushbu universtitetda Membrana biofizikasi laboratoriyasi (LBM) mudiri lavozimida faoliyat olib borgan. Shuningdek, O.V.Krasilnikov 2002 yildan boshlab UFPE Biofizika kursidan portugal tilida talaba va aspirantlarga ma'ruzalar o'qigan, 2011 yilda UFPE professori unvoniga sazovor bo'lgan. O.V.Krasilnikov Braziliya va AQSH Biofiziklar jamiyati a'zosi bo'lib, 10 ta fan nomzodi (PhD), 1 ta fan doktori, 26 ta biofizika yo'nalishida magistrga ilmiy

rahbarlik qilgan, 100 dan ortiq ilmiy maqola, 1 ta monografiya, 2 ta patent muallifi hisoblanadi. O.V.Krasilnikov *Staphylococcus aureus* bakteriyasi sintezlovchi  $\alpha$ -gemolizin, toksin-oqsil molekulasi, shuningdek, o'rgimchak, asalari, ilon toksinlari, patogen bakteriyalar toksinlarining lipid qo'sh qavatli membranada ion kanal xosil qilish mexanizmini o'rgangan. Jumladan, *Staphylococcus aureus* bakteriyasi toksinining membranada xosil qiluvchi ion kanali modeli ishlab chiqilgan va rentgen-struktura tahlil uslubi yordamida tasdiqlangan. Shuningdek, O.V.Krasilnikov tomonidan su'niy lipid qo'sh qavatli membranada toksin xosil qiluvchi ion kanali diametr o'lchamini aniqlashda polimer zondlash uslubi (*differential polymer exclusion method*) ishlab chiqilgan. lipid qo'sh qavatli membranada *Staphylococcus aureus* bakteriyasi sintezlovchi  $\alpha$ -gemolizin molekulasi xosil qiluvchi ion kanali orqali nafaqat ionlar, balki polietilenglikol molekulasi ham o'tishi va bu jarayonda ion kanalining elektr o'tkazuvchanlik parametrlarini qayd qilish asosida uning diametrini empirik usulda aniqlash imkoniyati yuzaga kelishi qayd qilingan. Braziliyada (UFPE) O.V.Krasilnikov *St. aureus*, *E.coli*, *V.cholerae*, *B.anthraxis* mikroorganizmlari sintezlovchi toksinlar ustida ilmiy tadqiqotlar olib borgan. Jumladan, *Staphylococcus aureus* bakteriyasi sintezlovchi  $\alpha$ -gemolizin toksini xosil qiluvchi ion kanalining polimer molekullar uchun o'tkazuvchanlik xossasi, ion kanalining undan o'tayotgan molekulani «tanib olish» mexanizmlari o'rganilgan. Shuningdek, Yaponiya elektrofiziolog olimlari bilan hamkorlikda polimer zondlash uslubi CFTR kanali diametrini aniqlashda qo'llanilgan.

### 3.2.9. Biologiya fanlari doktori U.Z.Mirxodjayev



Ulug'bek Zoxidovich Mirxo'jayev – (1946 y) biologiya fanlari doktori, professor, 1981–yilda nomzodlik dissertatsiyasi, 1993–yilda doktorlik dissertatsiyasini himoya

qilgan, 2003–yilda (Gdansk sh., Polsha), 2004–yilda (Kairns sh., Avstraliya), 2007 – yilda (Varshava sh., Polsha) o‘tkazilgan Halqaro simpoziumlar ishtirokchisi, 120 dan ortiq ilmiy ishlar, 2 ta monografiya, 2 ta o‘quv–uslubiy qo‘llanma muallifi hisoblanadi.

## XULOSA

Bitiruv malakaviy ishimiz bajarish davomida rejalashtirilgan vazifalarni amalga oshirib, to'plangan va tahlil qilingan ma'lumotlar asosida quyidagi xulosalarga keldik:

1. Biofizika biologiya fanlari doirasidagi eng yosh fanlardan bo'lib, unda tabiatdagi barcha biologik jarayonlar fizik qonuniyatlar asosida tushuntiriladi. Biofizikaning tadqiqot predmeti bu tirik tabiat jismlari - mikroorganizmlar, o'simliklar, hayvonlar va insonlardir.

2. Hozirgi zamonaviy biofizika biologiyaning fundamental fanlaridan hisoblanib, organizmda ro'y berayotgan biokimyoviy, fiziologik hamda patologik jarayonlarning tub mohiyatini tushinib yetishda, patologik jarayonlarning molekulyar mexanizmlarini o'rganishda asosiy rol o'ynaydi.

3. Organizmda sodir bo'layotgan turli jarayonlar mexanizmlarini o'rganishda biofizikaviy tadqiqot metodlaridan foydalaniladi.

4. Biofizika fan sifatida XIX asr oxiri XX boshlaridan mustaqil ravishda rivojlana boshlagan. O'zbekistonda esa, 1963 yilda Toshkent davlat universitetida akad. Y.X.To'raqulov tomonidan Biokimyovo va biofizika kafedrasini ochilishi bilan mustaqil fan sifatida o'qitila boshlagan.

5. O'zbekistonda biofizika sohasida faoliyat ko'rsatuvchi birinchi ilmiy tadqiqot instituti 1985 yilda O'zR FA qoshida ochildi. U Fiziologiya va biofizika instituti deb yuritildi va institutning birinchi direktori akad. B.O.Toshmuxamedov bo'ldi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. I.A. Karimov. O‘zbekiston XXI asr bo’sag’asida xavfsizlikka taxdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari. Toshkent “O‘zbekiston”, 1997, 38-40 b.
2. Асраров М.И., Хушматов Ш. Биофизика асослари. Ўқув қўлланма, Тошкент, 2008 й.
3. История биофизики. Докл. члена-корреспонд. биофизик РАН Г.Р.Иваницкого // II Съезд биофизиков России. -Москва,1999. <http://www.biophys.msu.ru/conferences/99>.
4. Бабаев Т.А. Академик Ё.Х.Туракулов (материалы к биобиблиографии ученых Узбекистана). Ташкент, 1986 г.
5. Биофизика // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://dic.academic.ru>
6. Биофизика. Кафедра биофизики биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова // [Электрон ресурс]. <http://www.biophys.msu.ru>
7. Гагельганс А.И. Конспекты лекций по биофизике. Тошкент, 2000.
8. Предмет биофизики // [Электрон ресурс]. <http://refwin.ru>
9. Ташмухамедов Б.А., Усмонов П.Б. Нейротоксины в исследовании биологических мембран. Москва, 1991.
10. А.А.Присный. Биофизика. Учебно-методический комплекс для бакалавров по дисциплине. - Москва, 2010. -Стр. 4-5.
11. С.А.Старченко. Биофизика: Учебное пособие для 10 кл., школ и лицеев с углубленным изучением естественно-научных дисциплин // Челябинск: Изд-во ЧГПУ «Факел», 1997. - 132.
12. М.В.Волькенштейн. Молекулярная биофизика // - Монография. - Главная редакция физикоматематической литературы изд-во «Наука». - Москва, 1975. - 616 с.: ил.
13. В.А.Твердислов. Становление биофизики. Физики, биологи, химики, математики, медики (К 250-летию Московского университета. К

100-летию биофизики в Московском университете) // [Электрон ресурс].  
Режим доступа: [crazy-fizik.narod.ru/biophys1.htm](http://crazy-fizik.narod.ru/biophys1.htm).

14. Филин С. Концепции современного естествознания: конспект лекций. Биофизика // [Электрон ресурс].<http://www.gumer.info>.

15. Қосимов М.М. Биофизика (маърузалар матни). Тошкент, 2000 й.

16. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, Университет, 1992 й.

17. Скулачев И.П., Гагельганс А.И., Косимов М.М. Биоэнергетикага муқаддима. Т., Университет, 1994.

18. Тарусов Б.Н. и др. Биофизика. М, Высшая школа. 1967.

19. Ш.С.Хушматов., А.Э.Зайнабиддинов., П.Б.Усманов Биофизикага муқаддима. Тошкент, 2018 й.

20. Волькенштейн М.В. Молекулярная биофизика // - Монография. - Главная редакция физико-математической литературы изд-во «Наука». - Москва, 1975. - 616 с.: ил.

21. Хауссер К.Х. и др. ЯМР в медицине и биологии: структура молекул, томография, спектроскопия *in vivo* // Киев. - Изд-во «Наукова думка», 1993.

22. Шахатуни А.Г.. Успехи спектроскопии ЯМР в исследовании трехмерной структуры биологических макромолекул // [Электрон ресурс].  
Режим доступа: <http://www.chem.msu.su/rus/welcome.html>.

23. M.Karganov et al. Laser correlation spectroscopy: Nutritional, ecological and toxic aspects (Biophysics. Edited by prof. A.N.Mirsa; India) // Published by in Tech. - 2012.

24. Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 2015 (Originally published in French as «Physique et Biologie: de la molecule an vivant» by EDP Sciences. - 2012)

25. Muhammad A.J., Markram H. NEOBASE: databasing the neocortical microcircuit // Stud. Health Technol. Inform. - 2005. - V. 112. - P. 167-177.

26. Markram H. The Blue Brain Project // Nat. Rev. Neurosci. - 2006. - V. 7. - P. 153-160.



27. Hill L. et al. Statistical connectivity provides a sufficient foundation for specific functional connectivity in neocortical neural microcircuits // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. - 2012. - V. 109, E2885-2894.

28. What is Biophysics? M/LSA University of Michigan // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://www.lsa.umich.edu/biophysics/aboutus>.

29. D.Burns. An introduction to Biophysics // Cornell University Library. London, 1921.

30. J.Malmivuo, R.Plonsey. Bioelectromagnetism: Principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields // - Oxford University Press, New York, 1995.

31. R.Glaser (Humboldt-Universitat, Berlin Germany). Biophysics. An Introduction // Second Edition. «Springer- Verlag Berlin Heidelberg», 2012.

## **MUNDARIJA.**

<b>KIRISH.</b>	<b>3</b>
<b>1-BOB BIOFIZIKA FANI HAQIDA TUSHUNCHA. FANNING PREDMETI VA VAZIFALARI.</b>	<b>8</b>
<b>2-BOB BIOFIZIKANING BO‘LIMLARI VA TADQIQOT USULLARI</b>	<b>18</b>
<b>2.1. Biofizikaning bo‘limlari</b>	<b>18</b>
<b>2.2. Biofizikaviy tadqiqotlarning usullari</b>	<b>25</b>
<b>3-BOB BIOFIZIKANING RIVOJLANISHI TARIXI. BIOFIZIKANING RIVOJLANISHIDA O‘ZBEKISTONLIK OLIMLARINING QO‘SHGAN HISSALARI</b>	<b>35</b>
<b>3.1. Biofizika fani rivojlanishida dunyo olimlarining qo‘shgan hissalari</b>	<b>35</b>
<b>3.2. Biofizika fani rivojiga O‘zbekistonlik olimlarning qo‘shgan hissalari</b>	<b>44</b>
<b>3.2.1. Akademik Yo.X. To‘raqulov</b>	<b>49</b>
<b>3.2.2. Akademik B.O. Toshmuxamedov</b>	<b>50</b>
<b>3.2.3. Professor A.I. Gagelgans</b>	<b>51</b>
<b>3.2.4. Professor P.B. Usmanov</b>	<b>52</b>
<b>3.2.5. Akademik R.Z. Sobirov</b>	<b>53</b>
<b>3.2.6. Biologiya fanlari doktori, professor M.I.Asrarov</b>	<b>54</b>
<b>3.2.7. Biologiya fanlari doktori I.G. Axmedjanov</b>	<b>58</b>
<b>3.2.8. Professor O.V. Krasilnikov</b>	<b>59</b>
<b>3.2.9. Biologiya fanlari doktori U.Z. Mirxodjeyev</b>	<b>60</b>
<b>XULOSA</b>	<b>62</b>
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI</b>	<b>63</b>