

E.Ismailov, N.Mamatkulov,
G'.Xodjayev, Q.Norboev

BIOFIZIKA VA RADIOBIOLOGIYA

Toshkent – 2018

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI**

E.Ismailov, N.Mamatkulov, G'.Xodjayev, Q.Norboyev

BIOFIZIKA VA RADIOBIOLOGIYA



5440100 – Veterinariya, 5410600 – Zootexniya, 511000 – Kasb
ta'limi (5111009 – Veterinariya), (5111015 – Zootexniya) bakalavr
ta'lim yo'nalishlari uchun darslik

**«Sano-standart» nashriyoti
Toshkent – 2018**

UO'K: 577.3:619(075.8)

KBK: 28.07ya73

B 70

577,3:619
B70

Biofizika va radiobiologiya / darslik: E.Ismailov,
N.Mamatkulov, G'.Xodjaye'v, Q.Norboyev: «Sano-
standart» nashriyoti, 2018-yil. – 488 bet.

Darslik O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan 2016-yil 25-avgustda №355 -buyrug'i bilan tasdiqlangan. "Biofizika va radiobiologiya" fanining namunaviy o'quv dasturi asosida yozilgan. Darslik 5440100 – Veterinariya, 5410600 – Zootexniya (tarmoqlar bo'yicha), 511000 – Kasb ta'limi (5111009 – Veterinariya), (5111015 – Zootexniya) bakalavr ta'lim yo'nalishlariga mo'ljallangan.

Darslikda veterinariya va chorvachilik sohalari uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan biomexanika, bioakustika, gidrodinamika, biologik tizimlarda ko'chish hodisalari, termodinamikaning biologik asoslari, bioelektromagnetizm, kvant biofizikasi, atom nurlari, radiobiologiyaga oid ma'lumotlar bayon etilgan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan veterinariya, zootexniya, kasb ta'limi veterinariya va kasb ta'limi zootexniya bakalavriat yo'nalishlari talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

Z.F.Ismoilov – biologiya fanlari doktori, Samarqand davlat universiteti "Genetika va biokimyó" kafedrasi professori.

N.O.Sodiqov – fizika-matematika fanlari nomzodi, Samarqand tibbiyot instituti "Biofizika" kafedrasi mudiri, dotsent.

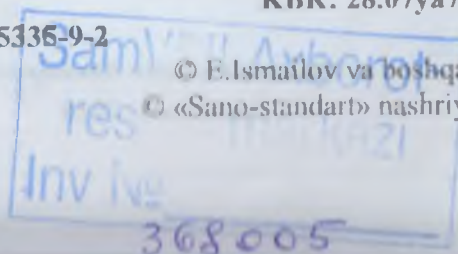
UO'K: 577.3:619(075.8)

KBK: 28.07ya73

ISBN: 978-9943-5335-9-2

© E.Ismatlov va boshqalar, 2018

© «Sano-standart» nashriyoti, 2018



SO'Z BOSHI

O'zbekiston Respublikasi "Ta'lim to'g'risida" gi qonuni hamda "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi" asosida yuqori malakali, ijodkorlik va tashabbuskorlik qobiliyatiga ega, kelajakda kasbiy va hayotiy muammolarni mustaqil hal qila oladigan, yangi texnika va texnologiyalarga tez moslashishga layoqatli kadrlarni tayyorlashda ta'lim jarayonini Davlat ta'lim standartlari asosida tuzilgan namunaviy fan dasturiga muvofiq yozilgan darsliklar bilan ta'minlash muhim ahamiyatga ega. Ushbu darslik Davlat ta'lim standartida belgilangan asosiy o'quv materialini qamrab olgan va talabalar tomonidan bilimlarni mustaqil o'zlashtirib olishga hamda ko'nikma va malakalarni shakllantirishga, amaliy faoliyatda qo'llashni o'rganishga, ijodiy qobiliyatni shakllantirishga moslab yozilgan.

Darslikda "Biofizika va radiobiologiya" fani namunaviy o'quv dasturi, uslubiy va didaktik talablari asosida barcha mavzular to'liq yoritilgan. hamda turdosh ta'lim yo'nalishlarida foydalanish imkoniyatlari ham hisobga olingan.

Darslikda o'quv materiallari tushunarli, mantiqiy va tizimli bayon etilgan hamda milliy xususiyatlarni shakllantirishga yo'naltirilgan, faqat nazariy bilim berish bilan cheklanmasdan veterinariya, zootexniya va qorako'lchilik mutaxassisliklariga oid amaliy ko'nikmalarni shakllantiruvchi muammoli savollar va ijodiy topshiriqlar berish yo'li bilan o'quv materiallari aniq maqsad va vazifalarga yo'naltirilgan. Mustaqil O'zbekiston kelajagini fan va texnikaning sir-asrorlarini chuqur egallagan va hayotga tadbiq qila oladigan yuqori malakali mutaxassislersiz tasavvur qilib bo'lmaydi. har tomonlama yetuk mutaxassislarni tayyorlash, asosan, oliy ta'lim muassasalari zimmasiga tushadi. Bunday sharafl va o'ta mas'uliyatli vazifani bajarish uchun yangi pedagogik texnologiyalardan va zamonaviy axborot texnologiyalardan dars berish jarayonida unumli foydalanish talab qilinadi. Mamlakatimiz mustaqillikka erishgandan buyon veterinariya, zootexniya va qorako'lchilik ta'lim yo'nalishlari uchun o'zbek tilida yozilgan "Biofizika va radiobiologiya" fani bo'yicha darslik nashr etilmagan.

Mualliflar tomonidan tavsiya etilayotgan "Biofizika va radiobiologiya" fani darsligi ko'p yillar davomida shu fan dasturiga binoan o'qilgan ma'ruzalar asosida tayyorlandi.

Darslikda ko'pgina fizik qonuniyatlarning nazariyasi, ya'ni formulalarni keltirib chiqarishga e'tibor qaratilmasdan, balki o'rganilayotgan qonunlarning fizik mohiyati kasbiy yo'nalishlarga mos keluvchi qo'llanish sohalari va amaliy ahamiyatga ko'proq e'tibor berilgan.

Ushbu kitobda tirik organizmlarda kechadigan fizik jarayonlar va hodisalarning fizik mexanizmlari hamda biomexanika, bioakustika, ultratovushning veterinariya va qishloq xo'jalik amaliyotida qo'llanilishi, biologik tizimlarda ko'chish hodisalari, kapillyarlik hodisalarini tushuntirishda, yurak va qon tomirlarda qonning harakatini, elektr, magnit va optik hodisalar shu bilan birga ko'rish hodisasining biofizik mohiyati, nurlanishning tirik organizmlarga ta'siri va kasalliklarni davolashda qo'llash usullari, molekulyar va hujayra radiobiologiyasi, hujayralar va to'qimalarning nurlanishga reaksiyasi, Ionlashiruvchi nurlanishning organizm to'qimalari va organlarga ta'siri, radiobiologik effektlar, tashqi ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida kelib chiqadigan shikastlanishlar Ionlashtiruvchi nurlanishning ichki organlarga tushishi natijasidagi zararlanishlar, nurlangan organizmlar tiklanishi, radioekologiya va uning vazifalari, radioaktiv moddalarning organizmlarga tushishi, to'planishi va chiqarilishi, radioaktiv moddalar toksikologiyasi, ionlashtiruvchi nurlanishdan himoyalash, radiasion xavfsizlikni ta'minlash, atom yadro nurlarining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi to'liq bayon qilingan.

Darslik mualliflari O'zbekiston Milliy universiteti biofizika kafedrası va Toshkent Davlat Agrar universiteti Fizika va kimyo kafedrası jamoasiga darslikni yozishda bergan ko'rsatmalari uchun minnatdorchiligini izhor qilishadi.

KIRISH

Bizning tevarak-atrofimiz, barcha narsalar, bizning o'zimiz ham materiyaning bir bo'lagimiz. Keng ma'noda oladigan bo'lsak materiya bu moddiy borliqdir. Boshqa tabiiy fanlar kabi "Biofizika va radiobiologiya" fanining ham maqsadi tirik tabiat va tirik organizmni o'rganishdir. Materiya doimo harakatdadir. Bu harakat oddiy ko'chishdan tortib, tafakkurga qadar koinotda sodir bo'ladigan hamma o'zgarishlar va jarayonlarni o'z ichiga oladi. Biologik harakat materiya harakatining oliy formasidir, lekin oddiy harakatni bilmasdan turib oliy harakat mexanizmini bilib bo'lmaydi. O'simlik va hayvonot olamida turli xil fizik va kimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi. Ammo hayot harakatning oliy formasi sifatida unga har tomonlama yondashishni talab qiladi.

Tabiat qonunlariga asoslangan holda, biologiya, fizika va kimyoning tutashish joyida yangi fan "Biofizika va radiobiologiya" fani yuzaga keldi. Biofizika va radiobiologiya – biologik tizimlardagi fizik va fizik-kimyoviy jarayonlarni va tirik organizmga turli omillarning ta'sirini o'rganadi.

"Biofizika va radiobiologiya" faniga quyidagicha ta'rif berish mumkin.

"Biofizika va radiobiologiya" – fizik va fizik-kimyoviy jarayonlarni, biologik tizimlar ultrastrukturasi tashkil qilishning hamma sohalarini submolekulyar va molekulalardan to to'qima va to'liq organizmgacha o'rganadigan fandır.

Tirik organizmda sodir bo'ladigan turli jarayonlarning murakkabligiga va o'zaro bog'liqligiga qaramasdan, ular ichidagi fizik jarayonlarni ajratib ko'rsatish mumkin. Masalan, qon aylanishi bu jarayon suyuqlikning oqimi (gidrodinamika), tomirlar bo'ylab elastik to'liqlarning tarqalishi (akustika), yurakning ishi va quvvati (mexanika), biopotensiallar generatsiyasi (elektr), nafas olishda gaz

harakati (aerodinamika), issiqlik uzatish (termodinamika), bug'lanish (fazoviy o'tishlar) va hokazo bo'limlarda o'rganiladi.

Tirik organizmda fizik mikrojarayonlardan tashqari molekulyar jarayonlar ham sodir bo'ladi va ular biologik tizimlarning holatini belgilaydi. Bunday mikrojarayonlarning fizikasini tushunish organizm holati, ba'zi bir kasalliklarning tabiatini anglash, dorilarning ta'sirini va shu kabilarni to'g'ri baholash uchun zarurdir.

Kasalliklarga tashxis qo'yish biologik tizimlarni tadqiq qilishning fizik usullari, prinsiplari va g'oyalaridan foydalanishga asoslangan. Ko'pgina zamonaviy tibbiy asboblarni tuzilishiga ko'ra fizik asboblardir, ulardan qon bosimini o'lchash, organizm ichkarisidagi tovushlarni eshitish, ichki organlarning kasal yoki sog'ligi haqida axborot olish, issiqlikdan kengayishga asoslangan termometrlar esa tibbiyotda keng tarqalgan tahlil qilish asboblardir. Hozirgi davrda texnika va elektronikaning rivojlanishi tirik organizmda hosil bo'ladigan kuchsiz biopotensiallarni yozib olishga imkon bermoqda. Masalan, EKG yurak biopotensiallarni yozib olishdir. Tola optikasiga asoslangan endoskoplarni esa organizm ichki qismlarini ko'rishga imkon bermoqda. Spektral tahlil qilishdan esa kriminalistika, gigiyenada, farmakologiyada va biologiyada foydalaniladi. Rentgen nuri yordamida tashxis qo'yishda nishonlangan atom usullari ham keng qo'llanilmoqda.

Tibbiyot va veterinariyada turli davolash usullari ichida davolashning fizik omillari ham alohida o'rin egallaydi. Masalan, suyak singanda gipslash, davolash maqsadida sovitish (krioterapiya), isitish yoki elektr yordamida isitish usullari, ul'traibinafsha, infraqizil, rentgen, gamma nurlar davolashda keng qo'llanilmoqda.

Tibbiyot va veterinariyada ishlatilayotgan materiallar fizik xossalarni o'rganish ham muhimdir, chunki bunday materiallar mavjud sharoitda ishlatilishini baholash uchun ular tayyorlangan materiallar fizik xossalarni o'rganish kerak. Masalan, protezlar

tayyorlash uchun qo'llanilayotgan materialning mexanik mustahkamligini, elastikligini, issiqlik o'tkazish qobiliyatini, elektr o'tkazuvchanlikni va boshqa xossalarni bilish muhimdir.

Tirik organizm atrof-muhit bilan o'zaro ta'sirlashgan holdagina yashashi mumkin. U muhitning harorat, namlik, havo bosimi va boshqa fizik xarakteristikalarining o'zgarishlardan keskin ta'sirlanadi. Tashqi muhit yordamida davolash ham mumkin. Masalan, klimatoterapiya va baroterapiya.

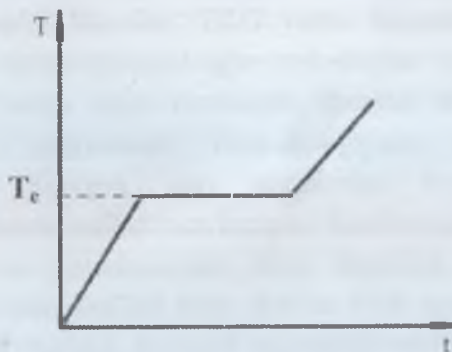


I bob. BIOMEXANIKA ASOSLARI

§ 1.1 Qattiq jismlar deformatsiyasi

Moddalar molekularining joylashishiga qarab uch xil agregat holatida bo'lishi mumkin; qattiq, suyuq va gaz holatlarida. Qattiq jismlarning o'zi ham ikki turga bo'linadi: kristall va amorf jismlar. Kristall holati anizotropiya, ya'ni fizik (mexanik, issiqlik, elektr, optik) xossalarning yo'nalishga bog'liq bo'lishidir. Kristallar anizotropiyasining sababi ularni tashkil etgan atom va molekularning tartibli joylashishidir. Odatda kristall jismlarning polikristallari bir-biri bilan tutashib, tartibsiz joylashgan, ayrim kichkina kristallchalar shaklida uchraydi. Bu holda anizotropiya xossasi shu kristallchalar chegarasida kuzatiladi.

Kristallar atom va ionlari bir-biridan bir xil masofada joylashib, panjara hosil qiladi va panjara tugunlarida tebranma harakatda bo'ladi. har bir kristall modda uchun aniq erish va qotish harorati mavjud bo'lib, grafik usulida quyidagicha ifodalash mumkin. (1.1-rasm).



1.1-rasm. Qattiq jismning erish va qotish diagrammasi:
 T -harorat, t -vaqt, T_c -erish harorati

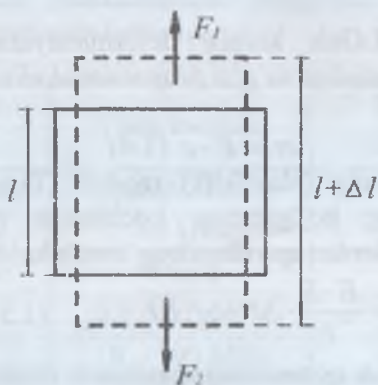
Jism harorati oshishi bilan atom va ionlar tebranma harakati oshib boradi va har bir qattiq jism uchun aniq bir haroratda kristall panjara buzila boshlaydi. Tashqi berilayotgan issiqlik energiyasi shu panjarani buzishga sarflanadi. Toki hamma panjaralar buzilguncha kristall harorati o'zgarmaydi. Bu haroratga erish harorati deyiladi.

Shunday jismlar borki, ularning na aniq shakli, na aniq erish nuqtasi bor. Bunday jismlarga amorf jismlar deyiladi. Ular izohrop xossaga ega, ya'ni fizik xossalari yo'nalishga bog'liq emas. Amorf jismlarning har qanday haroratda suyuq qismi ham, qattiq qismi ham bo'lishi mumkin. Bunday jismlarga parafin, mum, shisha kiradi. Kristallarda uzoq tartibli joylashuvi o'rinli bo'lsa, suyuq va amorf jismlarda atom va molekulalarning yaqin tartibli joylashuvi o'rinlidir.

Har qanday qattiq jism tashqi ta'sir tufayli o'z shakli va o'lchamlarini o'zgartirish xususiyatiga ega. Bu hodisaga deformatsiya deyiladi.

Agar tashqi ta'sir to'xtatilgandan so'ng jism o'zining boshlang'ich shakliga qaytsa, bunday deformatsiyaga elastik, qaytmasa plastik deformatsiya deyiladi.

Umuman olganda, hamma deformatsiyalar plastikdir. Lekin kuch kichik bo'lganda elastik deformatsiya kuzatilishi mumkin. Deformatsiyaning turli shakllari mavjud: cho'zilish (siqilish), siljish, buralish, egilish. Bularni cho'zilish yoki siqilish deformatsiyasiga olib kelish mumkin. Jismga tashqi deformatsiyalovchi kuch ta'sir etganda atomlar (ionlar) orasidagi masofa o'zgaradi. Bu esa atomlarni oldingi vaziyatga qaytarishga intiluvchi ichki kuchlarni yuzaga keltiradi. Bu kuchlarning o'lchovi mexanik kuchlanishdir.



1.2-rasm. Cho'zilish deformatsiyasini tasvirlash chizmasi

MUNDARIJA

Kirish	5
---------------------	----------

I BOB. BIOMEXANIKA

1.1. Qattiq jismlar deformatsiyasi	8
1.2. Polimerlar tuzilishi va xossalari	12
1.3. Biopolimerlar orasidagi kuchlar	20
1.4. Muskul mexanikasi	26
1.5. Biomexanik jarayonlar	43

II BOB. BIOAKUSTIKA

2.1. Tovush, fizik xossalari va uning ahamiyati	51
2.2. Tovushning fiziologik xossalari	52
2.3. Tibbiyot va veterinariyada tovush usullaridan foydalanish	56
2.4. Shovqin va uning veterinariyadagi roli	62
2.5. Shovqin va undan himoyalaniş. Кичик шовкинлар	65

III BOB. GIDRODINAMIKANING FIZIK ASOSLARI

3.1. Ideal suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi	71
3.2. Yopishqoqlik koeffitsiyentini o'lash usullari	74
3.3. Yurak va qon tomirlari yopiq biofizik tizim	78
3.4. Yurakning ishi va quvvati	82
3.5. Qonning fizik xossalari	85
3.6. Qon tezligini aniqlash	88
3.7. Qon tomiri tarmoqlari	90
3.8. Yopishqoq suyuqliklar	93

IV BOB. MEMBRANALAR BIOFIZIKASI

4.1. Biologik membranalar tuzilishi	101
4.2. Hujayra membranası mexanikasi	106
4.3. Membranalarda fazaviy o'tishlar	109
4.4. Suzish va so'rilish	113

V BOB. BIOLOGIK TIZIMLARDA KO'CHISH HODISALARI

5.1. Ko'chish hodisasining fizik mohiyati va uning tenglamasi.....	122
5.2. Ko'chish turlari.....	124
5.3. Biologik membranalarda ko'chish.....	127
5.4. Biomembranalarda elektronlar ko'chishi va energiya transformasiyasi	141
5.5. Diffuziyaning biologik tizimlarda sodir bo'lishi	151
5.6. Osmos. Osmotik bosim.....	154
5.7. Muvozanatdagi osmotik bosim ideal gaz qonuniga bo'ysunadi	158
5.8. Ho'llash va ho'llamaslik. Kapilyar hodisalar	162
5.9. Tirik organizmda issiqlik almashinuvining biofizik asoslari.....	167

VI BOB. BIOLOGIK JARAYONLAR TERMODINAMIKASI

6.1. Termodinamik jarayonlar va tizimlar	176
6.2. Biologik tizimlarda energiyaning saqlanish qonuni	178
6.3. Ochiq tizimlar uchun entropiya	181
6.4. Veterinariyada termodinamik usullardan foydalanish	184
6.5. Tirik organizmda issiqlik balansi.....	186
6.6. Tasodifiy ko'chishlar diffuziv harakatdir.	191
6.7. Harorat – issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasidir.....	196
6.8. Entropiya – tartibsizliklarning maksimumi hisoblanadi	200
6.9. Ikkinchi qonun. Cheklanish olib tashlansa entropiya uzluksiz ortadi	202

VII BOB. BIOELEKTROMAGNETIZM

7.1. Elektr maydoni va uning asosiy xarakteristikalar.....	210
7.2. Elektr hodisalar.....	214
7.3. Moddalarning elektr xossalari	218
7.4. Suyuqliklarda elektr toki.....	225
7.5. Tirik organizmga elektr tokining ta'siri.....	227
7.6. Biopotensiallar va ularni o'lchash	231

7.7. Biologik tizimlarda o'zgarma va o'zgaruvchan tok	240
7.8. Veterinariya elektr tokidan foydalanish	245
7.9. Magnit maydonining asosiy fizik xarakteristikalar	247
7.10. Elektromagnetizm	251
7.11. Moddalarning magnit xossalari	255
7.12. Veterinariya terapiyasida magnit maydonining qo'llanilishi	259



VIII BOB. KVANT BIOFIZIKASI

8.1. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari	274
8.2. Optik hodisalar	277
8.3. Fotometriya asoslari	279
8.4. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri	282
8.5. Quyosh nurining biologik ahamiyati	294
8.6. Optik nurlanishning biologik ta'siri	298
8.7. Kvant-optik hodisalar	305
8.8. Yorug'likning kvant tabiati	308
8.9. Ko'rishning biofizik mohiyati	316

IX BOB. ATOM TUZILISHI VA NURLANISHI

9.1. Atom elektron qobiqlarining tuzilishi	330
9.2. Rentgen nurlari, xossalari va qo'llanilishi sohalari	336
9.3. Lyuminessensiya turlari, xarakteristikalar va qo'llanilishi	340
9.4. Lazerlar va ularning tibbiyot va biologiyada qo'llanilishi	347
9.5. Lazer nurlarining, fizik xossalari va biologik ta'siri	350

X BOB. RADIOAKTIVLIK

10.1. Atom yadrosining, tuzilishi va fizik xarakteristikalar	361
10.2. Radioaktivlik, uning turlari va asosiy qonunlari	364
10.3. Radioaktivlik	368
10.4. Radioaktiv nurlarni qayd qilish usullari	371

XI BOB. RADIOBIOLOGIYA ASOSLARI

11.1. Radiobiologiya predmeti va tarixi	376
11.2. Modda bilan radiasiyaning o'zaro ta'siri fizikasi va kimyosi	379
11.3. Radioaktivlik dozimetriyasi	383

XII BOB. IONLASHTIRUVCHI NURLANISHNING BIOLOGIK TA'SIRI

12.1. Molekulyar va hujayra radiobiologiyasi	391
12.2. Hujayralar va to'qimalarning nurlanishga reaksiyasi	394
12.3. Ionlashtiruvchi nurlanishning organizm to'qimalari va organlarga ta'siri	398
12.4. Radiobiologik effektlar	413

XIII BOB. NUR KASALLIGI

13.1. Tashqi ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida kelib chiqadigan shikastlanishlar	419
13.2. Ionlashtiruvchi nurlanishning ichki organlarga tushishi natijasidagi zararlanishlar	424
13.3. Nurlangan organizmlar tiklanishi	427

XIV BOB. RADIATION EKOLOGIYA VA TOKSIKOLOGIYA

14.1. Radioekologiya va uning vazifalari	431
14.2. Radioaktiv moddalarning organizmlarga tushishi, to'planishi va chiqarilishi	438
14.3. Radioaktiv moddalar toksikologiyasi	442
14.4. Ionlashtiruvchi nurlanishdan himoyalaniş	447
14.5. Radiation havfsizlikni ta'minlash	451
14.6. Atom yadro nurlarining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi ..	456
<i>Foydalaniladigan adabiyotlar</i>	478

72.000

E. Ismailov, N. Mamatkulov,
G'.Xodjayev, Q. Norboyev

BIOFIZIKA VA RADIOBIOLOGIYA

Darslik

Muharrirlar: A. Tilavov
A. Abduljalilov
Texnik muharrir: Y. O'rinov
Badiiy muharrir: I. Zaxidova
Musahhiha: N. Muxamedova
Dizayner: Y. O'rinov

Nash.lits. № AI 245. 02.10.2013.

Terishga 23.09.2018-yilda berildi. Bosishga 23.11.2018-yilda ruxsat
etildi. Bichimi: 60x84 1/16. Ofset bosma. «Times New Roman»
garniturasi. Shartli b.t. 30.5. Nashr b.t. 28,365.

Adadi 300 nusxa. Buyurtma №110.

Bahosi shartnoma asosida.

«Sano-standart» nashriyoti, 100190, Toshkent shahri,
Yunusobod-9, 13-54. e-mail: sano-standart@mail.ru

«Sano-standart» MCHJ bosmaxonasida bosildi.

Toshkent shahri, Shiroq ko'chasi, 100-uy.
Telefon: (371) 228-07-96, faks: (371) 228-07-95.