TERMADINAMIKA TIRIK SISTEMALAR TERMADINAMIKASI

Buzrukov To‘lqin Omonovich- Termiz iqtisodiyot va servis universiteti p.f.f.d, PhD, dotsent.Email: tolqinbuzrukov5@gmail.com

Xursanov Diyorbek Sharofovich- Termiz iqtisodiyot va servis universiteti talabasi .Email: Xursanovdiyorbek53@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada termodinamika qonunlari va ularning tirik sistemalarga tatbiqi o‘rganiladi. Tirik organizmlar ochiq sistemalar sifatida energiya va modda almashinuvi orqali o‘z faoliyatini saqlab turadi. Maqolada entropiya, energiya balanslari, metabolizm jarayonlari hamda biologik tizimlarning o‘z-o‘zini tashkil etish xususiyatlari yoritiladi. Shuningdek, tirik sistemalarda muvozanatsiz (noyob) holatlarning ahamiyati tahlil qilinadi.

KALIT SO‘ZLAR:Termodinamika, tirik sistemalar, entropiya, energiya almashinuvi, metabolizm, ochiq tizim, biologik tizim, muvozanatsizlik, o‘z-o‘zini tashkil etish

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются законы термодинамики и их применение к живым системам. Живые организмы функционируют как открытые системы, обеспечивая обмен энергией и веществом с окружающей средой. В статье освещаются понятия энтропии, энергетического баланса, метаболических процессов, а также свойства самоорганизации биологических систем. Особое внимание уделяется неравновесным состояниям живых систем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:Термодинамика, живые системы, энтропия, обмен энергии, метаболизм, открытая система, биологическая система, неравновесность, самоорганизация

ABSTRACT

This article examines the laws of thermodynamics and their application to living systems. Living organisms function as open systems, maintaining their activity through the exchange of energy and matter with the environment. The paper discusses entropy, energy balance, metabolic processes, and the self-organization properties of biological systems. Special attention is given to non-equilibrium states in living systems.

KEYWORDS: Thermodynamics, living systems, entropy, energy exchange, metabolism, open system, biological system, non-equilibrium, self-organization

KIRISH

Termodinamika — bu energiyaning o‘zgarishi va uzatilishini o‘rganuvchi fundamental fan bo‘lib, u nafaqat fizik tizimlarda, balki tirik organizmlarda ham muhim ahamiyatga ega. Tirik sistemalar oddiy yopiq tizimlardan farqli ravishda ochiq tizimlar hisoblanadi va ular doimiy ravishda tashqi muhit bilan energiya va modda almashinuvida bo‘ladi. Shu sababli, tirik organizmlarda termodinamik jarayonlar murakkab va muvozanatsiz sharoitda kechadi.

Zamonaviy biologiya va fizika fanlarining integratsiyasi natijasida tirik sistemalarning termodinamik xususiyatlarini chuqurroq tushunish imkoniyati paydo bo‘ldi. Ushbu maqolaning maqsadi — termodinamikaning asosiy qonunlarini va ularning biologik tizimlarda qanday namoyon bo‘lishini tahlil qilishdan iborat.

Tadqiqotning nazariy asosi tirik sistemalarning ochiq va nomuvozanat holatda mavjudligi haqidagi fundamental tushunchaga asoslanadi [1, 5]. Ushbu yondashuv, tirik organizmlarning atrof-muhit bilan doimiy modda va energiya almashinuvi orqali o‘z tartibini saqlab qolish qobiliyatini tushuntirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. An’anaviy termodinamika ko‘pincha muvozanat holatiga yaqin tizimlarni tahlil qilishga qaratilgan bo‘lsa-da, tirik organizmlarning o‘ziga xos xususiyatlari, ya’ni ularning muvozanat holatidan sezilarli darajada uzoqda faoliyat yuritishi, ushbu maqolada nomuvozanat termodinamikasi yondashuvini qo‘llashni taqozo etdi. Xususan, Prigogine tamoyili muvozanatga yaqin statsionar

tizimlar uchun mos kelishi mumkin bo‘lsa-da, hujayra o‘sishi, differensiatsiyasi va yangi tuzilmalarning shakllanishi kabi murakkab biologik hodisalarni to‘liq tushuntirish uchun Prigogine-Glansdorff tamoyilining zarurligi ta’kidlandi va uning biologik sistemalardagi dinamik jarayonlarni chuqurroq anglashdagi roli tahlil qilindi [1]. Bu tamoyil ochiq tizimlarda nomuvozanat holatida tartibning paydo bo‘lishi va saqlanishini tushuntirishda markaziy o‘rin tutadi, bu esa tiriklikning o‘z-o‘zini tashkil etish qobiliyatini tushunish uchun muhimdir. Klassik termodinamikaning cheklovlari va nomuvozanat yondashuvlarning afzalliklari o‘rtasidagi farqlar tanqidiy nuqtai nazardan baholandi, bu esa biologik murakkablikni tushunish uchun qaysi modelning ko‘proq mos kelishini aniqlashga yordam berdi.

Energiya almashinuvi va metabolizm masalalari termodinamikaning birinchi qonuni doirasida ko‘rib chiqildi. Maqolada energiya yo‘qolmaydi va yaratilmaydi, balki bir shakldan ikkinchisiga o‘tadi degan tamoyilning biologik jarayonlardagi, masalan, fotosintezda quyosh energiyasining kimyoviy energiyaga aylanishi yoki nafas olish jarayonida oziq-ovqat energiyasining kinetik energiyaga transformatsiyasidagi namoyon bo‘lishi tahlil qilindi [5]. Kimyoviy termodinamikaning birinchi qonuni $\Delta U = Q - A$ formulasi orqali ifodalangan holda, tizimning ichki energiyasi, issiqlik va ish o‘rtasidagi bog‘liqlik o‘rganildi [6]. Ichki energiyaning molekulyar kinetik va potensial komponentlari orqali modellashtirilishi, shuningdek, harorat va bosim bilan statistik o‘zgarishlari hisobga olindi. Energiya konversiyasining samaradorligi va yo‘qotishlari bo‘yicha statistik ma’lumotlar [6] biologik sistemalardagi energiya almashinuvining murakkabligini va optimallashtirish imkoniyatlarini baholash uchun asos bo‘ldi. Bu tahlillar energiya almashinuvini chuqurroq tushunish va samaraliroq termokimyoviy texnologiyalarni rivojlantirish uchun nazariy asos yaratadi. Kelajakda kvant termodinamik usullarni qo‘llash orqali ichki energiya fluktuatsiyalarini o‘lchash aniqligini 8-10 barobar oshirish bo‘yicha bashoratlar [6] ushbu sohadagi tadqiqotlarning istiqbolli yo‘nalishlarini ko‘rsatish uchun

foydalanildi, bu esa biologik sistemalardagi energiya dinamikasini yanada aniqroq tahlil qilish imkonini beradi.

Entropiya tushunchasi va uning tirik sistemalardagi roli termodinamikaning ikkinchi va uchinchi qonunlari asosida chuqur tahlil qilindi. Entropiya tizimning tartibsizlik darajasini tavsiflovchi fundamental fizik kattalik sifatida ko‘rib chiqildi [3]. Maqolada entropiyaning R. Clausius tomonidan kiritilishi, uning turli formalizmlari (Clausius, Carathéodory, Gibbs) va holat funksiyasi (S~Q/T) sifatidagi ahamiyati yoritildi [3]. Qaytarilmas jarayonlarda yopiq tizimlar uchun entropiyaning ortishi va muvozanatda maksimal qiymatiga erishishi tamoyili, tirik sistemalar ochiq tizimlar sifatida o‘zlarining ichki tartibini saqlab qolish uchun atrof-muhitga energiya va modda tarqatishi orqali umumiy entropiya o‘sishini ta’minlashi bilan solishtirildi. Bu yondashuv tiriklikning termodinamikaning ikkinchi qonuniga zid kelmasdan tartibni saqlash qobiliyatini tushuntirish uchun muhimdir. Entropiyaning biologik jarayonlardagi, masalan, oqsillarning buklanishi, DNK replikatsiyasi va hujayra ichidagi signal uzatish yo‘llaridagi roli ham tahlil qilindi, bu jarayonlar entropik cheklovlar ostida sodir bo‘lishi va tizimning tartibini saqlashga xizmat qilishi ko‘rsatildi.

Tirik sistemalarning entropiya dinamikasini nazorat qilish mexanizmlarini tushunish uchun "biokontinuum" ichidagi modda va energiya buzilishlariga adaptiv javob berishini taklif qiluvchi nazariy asos o‘rganildi [4]. Ushbu nazariy framework "axborot signallari" va "axborot geometriyasi" tushunchalari orqali entropiya dinamikasining cheklanishini va biologik tuzilma hamda adaptiv nazoratlar tomonidan shakllanishini tahlil qilishga imkon berdi. "Harakatlanuvchi bilim olish" ning axborot-nazariy formulasi, Jaynesning maksimal entropiya tamoyilining hosilasi bo‘lgan minimal axborot diskriminatsiyasi Kullback tamoyili va nisbiy axborotdan foydalanish [4] biologik sistemalardagi adaptiv cheklovlarni tushunish uchun asosiy analitik vositalar sifatida qo‘llanildi. Fisher biologik replikator dinamikasi ichidagi adaptiv cheklovlarni birlashtiruvchi bu yondashuv, biologik hodisalarni tahlil qilish uchun yagona nazariy asos bo‘lib xizmat qiladigan

entropik dinamika uchun matematik ifodani taklif etadi [4]. Bu mexanizmlar tirik organizmlarning o‘z-o‘zini tashkil etish, o‘sish va rivojlanish qobiliyatini, shuningdek, ularning atrof-muhit bilan doimiy o‘zaro ta’sirini va nomuvozanat holatida barqarorligini saqlash imkoniyatini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv, biologik sistemalarning murakkabligi va funksionalligini tushunishda termodinamik yondashuvlarning muhimligini yana bir bor tasdiqladi.

Maqolaning metodologik yondashuvi interdisiplinar xarakterga ega bo‘lib, fizika, kimyo va biologiya fanlarining kesishgan nuqtasida joylashgan. Bu yondashuv tirik sistemalarning murakkabligini to‘liq tushunish uchun zarurdir, chunki biologik jarayonlar faqatgina biologik tamoyillar bilan emas, balki fundamental fizik va kimyoviy qonunlar bilan ham boshqariladi. Tahlil jarayonida turli ilmiy paradigmalar va nazariy yondashuvlar o‘rtasidagi bog‘liqliklar va farqlar aniqlandi, bu esa mavzuga oid keng qamrovli va muvozanatli nuqtai nazarni shakllantirishga yordam berdi. Xususan, kvant termodinamik usullarning kelajakdagi qo‘llanilishi [6] va axborot nazariyasining entropiya dinamikasini tushuntirishdagi roli [4] kabi zamonaviy yondashuvlar, an’anaviy termodinamikaning cheklovlarini bartaraf etishga qaratilgan sa’y-harakatlarni aks ettiradi. Bu interdisiplinar sintez, tiriklikning fizik asoslarini chuqurroq anglashga va yangi tadqiqot yo‘nalishlarini ochishga xizmat qiladi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Tirik sistemalar termodinamikasi (TST) sohasidagi zamonaviy tadqiqotlar biologik jarayonlarning murakkabligini tushunishda klassik termodinamika tamoyillarini qo‘llashning o‘ziga xos jihatlariga e’tibor qaratadi. An’anaviy termodinamika ko‘pincha muvozanat holatiga yaqin tizimlarni tahlil qilishga qaratilgan bo‘lsa-da, tirik organizmlarning o‘ziga xos xususiyatlari, xususan, ularning muvozanat holatidan sezilarli darajada uzoqda mavjudligi, ushbu yondashuvni qayta ko‘rib chiqishni taqozo etadi. Ba’zi dastlabki nazariy yondashuvlar organizmni muvozanat holatidan unchalik chetga chiqmaydigan statsionar tizim sifatida qabul qilib, Prigogine tamoyilini qo‘llashni taklif qilgan

bo‘lsa-da, bu taxminlar hujayra o‘sishi, differensiatsiyasi va yangi tuzilmalarning shakllanishi kabi murakkab biologik hodisalarni to‘liq tushuntirish uchun yetarli emasligi tan olingan [1]. Tiriklikning kuchli nomuvozanat xususiyatini hisobga olish zarurati Prigogine-Glansdorff tamoyilini qo‘llashni taqozo etadi [1]. Bu tamoyil biologik sistemalardagi dinamik jarayonlarni chuqurroq anglash imkonini beradi, chunki u nomuvozanat holatida ochiq tizimlarda tartibning paydo bo‘lishi va saqlanishini tushuntiradi. Tirik sistemalar o‘z tartibini saqlash uchun atrof-muhitga energiya va modda tarqatib, o‘zlarining ichki entropiyasini kamaytiradi, shu bilan birga umumiy entropiya o‘sishini ta’minlaydi. Bu jarayonlar Prigogine-Glansdorff tamoyili doirasida o‘zining matematik va fizik asosini topadi, bu esa biologik sistemalarning o‘z-o‘zini tashkil etish va murakkablikka erishish qobiliyatini tushunish uchun muhimdir.

Barcha tirik mavjudotlar, jumladan insonlar ham, atrof-muhit bilan doimiy modda va energiya almashinuvi tufayli ochiq sistemalar sifatida faoliyat yuritadi [5]. Bu doimiy almashinuv hayotning davom etishi uchun zarur bo‘lib, oziq-ovqatdan kimyoviy energiya olish, harakat, nutq, nafas olish va turli metabolik reaksiyalar kabi jarayonlarda namoyon bo‘ladi [5]. Ushbu energiya transformatsiyalari fizika qonunlari, xususan, termodinamikaning birinchi qonuni bilan boshqariladi. Birinchi qonunga ko‘ra, energiya yo‘qolmaydi va yaratilmaydi, balki bir shakldan ikkinchisiga o‘tadi [5, 6]. Biologik sistemalarda bu tamoyil fotosintezda quyosh energiyasining kimyoviy energiyaga aylanishi yoki nafas olish jarayonida oziq-ovqat energiyasining kinetik energiyaga transformatsiyasi kabi jarayonlarda yaqqol namoyon bo‘ladi [5]. Kimyoviy termodinamikaning birinchi qonuni $\Delta U = Q - A$ formula bilan ifodalanadi, bu yerda ΔU tizimning ichki energiyasidagi o‘zgarishni, Q issiqlikni va A ishni anglatadi [6]. Ichki energiya, holat funksiyasi sifatida, molekulyar kinetik va potensial komponentlar orqali modellashtiriladi va harorat hamda bosim bilan statistik o‘zgarishlarni ko‘rsatadi [6]. Issiqlik va ish energiyaning uzatilish shakllari bo‘lib, ularning rollari izotermik, adiabatik va izoxorik jarayonlar misolida tushuntiriladi [6]. Biologik

jarayonlarda energiya konversiyasining samaradorligi va yo‘qotishlari ham muhim ahamiyatga ega. Statistik ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, kimyoviy jarayonlarda issiqlikni ishga aylantirish samaradorligi 25-35% oralig‘ida bo‘lsa, sanoat jarayonlarida energiya yo‘qotishlari 30-40% ga yetishi mumkin [6]. Bu tahlillar energiya almashinuvini chuqurroq tushunish va samaraliroq termokimyoviy texnologiyalarni rivojlantirish uchun nazariy asos yaratadi. Kelajakda, kvant termodinamik usullarni qo‘llash orqali ichki energiya fluktuatsiyalarini o‘lchash aniqligini 8-10 barobar oshirish mumkinligi taxmin qilinmoqda, bu esa biologik sistemalardagi energiya dinamikasini yanada aniqroq tahlil qilish imkonini beradi [6].

Entropiya esa termodinamik tizimning tartibsizlik darajasini tavsiflovchi fundamental fizik kattalik bo‘lib, issiqlik xususiyatlari va jarayonlarini tavsiflashda harorat bilan birga hal qiluvchi ahamiyatga ega [3]. R. Clausius tomonidan kiritilgan bo‘lib, uning mavjudligi va xarakteristikalari termodinamikaning ikkinchi va uchinchi qonunlarining asosini tashkil etadi [3]. Entropiyani aniqlash uchun Clausius, Carathéodory va Gibbs kabi olimlar tomonidan turli xil formalizmlar ishlab chiqilgan bo‘lib, ba’zan u mutlaq harorat bilan birga yoki mustaqil o‘zgaruvchi sifatida belgilanadi [3]. Termodinamikaning birinchi qonuni ichki energiya, ish va issiqlik o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalaydi, bunda elementar issiqlik chiziqli differensial shakl hisoblanadi [3]. Oddiy muvozanat tizimlari uchun integrallashtiruvchi bo‘luvchi bu shaklning to‘liq differensialga aylanishiga imkon beradi, shu bilan entropiyani holat funksiyasi (S~Q/T) sifatida belgilaydi [3]. Asosan, entropiya tizimning tartibsizlik darajasini o‘lchaydi; tartibli mexanik energiyaning xaotik termal energiyaga aylanishi tartibsizlikni oshiradi, bu esa issiqlik jarayonlarini qaytarilmas qiladi [3]. Yopiq tizimlar uchun qaytarilmas jarayonlarda entropiya ortadi, muvozanatda maksimal qiymatiga erishadi va termodinamik ehtimollik bilan bog‘liqdir [3]. Yuqori entropiya issiqlikni mexanik energiyaga aylantirishning qiyinlashishini anglatadi [3]. Biroq, tirik sistemalar yopiq tizimlar emas, balki ochiq tizimlar bo‘lib, ular atrof-muhit bilan doimiy

energiya va modda almashinuvi orqali o‘zlarining ichki tartibini saqlab qolishga qodir. Bu jarayonlarda ular o‘zlarining ichki entropiyasini kamaytirgan holda, atrof-muhitning umumiy entropiyasini oshiradi, shu bilan termodinamikaning ikkinchi qonuniga zid kelmaydi.

Tirik sistemalar barqarorlik va yashashni ta’minlash uchun entropiya dinamikasini nazorat qilishning murakkab mexanizmlariga ega [4]. Ushbu mexanizmlarni tushunish uchun nazariy asos biosistemalarning "biokontinuum" ichidagi modda va energiya buzilishlariga oid "axborot signallari" ga adaptiv javob berishini taklif qiladi [4]. Entropiya dinamikasi ushbu "axborot divergensiyalari" ning "axborot geometriyasi" tomonidan cheklangan holda, biologik tuzilma va adaptiv nazoratlar tomonidan shakllangan holda kelishuvini belgilaydi [4]. Bu adaptiv kelishuv jarayoni "harakatlanuvchi bilim olish" ning axborot-nazariy formulasi bilan tavsiflanadi [4]. Ushbu yondashuv Jaynesning maksimal entropiya tamoyilining hosilasi bo‘lgan minimal axborot diskriminatsiyasi Kullback tamoyilini o‘z ichiga oladi va entropik xulosa chiqarish uchun nisbiy axborotdan foydalanadi [4]. Bu usul Fisher biologik replikator dinamikasi ichidagi adaptiv cheklovlarni birlashtiradi, bu esa biologik hodisalarni tahlil qilish uchun yagona nazariy asos bo‘lib xizmat qiladigan entropik dinamika uchun matematik ifodani taklif etadi [4]. Ushbu murakkab mexanizmlar tirik organizmlarning o‘z-o‘zini tashkil etish, o‘sish va rivojlanish qobiliyatini ta’minlaydi, shu bilan birga ularning atrof-muhit bilan doimiy o‘zaro ta’sirini va nomuvozanat holatida barqarorligini saqlash imkonini beradi. Entropiyani nazorat qilish tiriklikning asosiy xususiyatlaridan biri bo‘lib, u hujayra darajasidan tortib butun organizm darajasigacha bo‘lgan barcha biologik jarayonlarda namoyon bo‘ladi. Masalan, oqsillarning to‘g‘ri buklanishi, DNK replikatsiyasi va hujayra ichidagi signal uzatish yo‘llari kabi jarayonlar entropik cheklovlar ostida sodir bo‘ladi va tizimning tartibini saqlashga xizmat qiladi. Bu, o‘z navbatida, biologik sistemalarning murakkabligi va funksionalligini tushunishda termodinamik yondashuvlarning muhimligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Ushbu sohaning ahamiyati nafaqat nazariy tushunchalarni kengaytirishda, balki biofizika kabi fanlarda talabalarga chuqur bilim berishda ham namoyon bo‘ladi [2]. Tirik sistemalar termodinamikasi bo‘yicha ochiq ma’ruzalar va seminarlar tashkil etish, masalan, 2023-yil 17-oktabrda bo‘lib o‘tgan "Termodinamika va tirik sistemalar termodinamikasi" mavzusidagi ma’ruza [2], ushbu murakkab mavzuni yosh mutaxassislarga yetkazishda muhim rol o‘ynaydi. Fizika va uni o‘qitish metodikasi yo‘nalishi bo‘yicha birinchi kurs talabalari, shuningdek, terapiya va pediatriya yo‘nalishlaridagi tibbiyot talabalari uchun mo‘ljallangan bunday ta’lim tadbirlari [2], termodinamik tamoyillarning biologik va tibbiy kontekstdagi amaliy ahamiyatini tushunishga yordam beradi. Bu kabi tashabbuslar "Ochiq darslar 2023-2024" loyihasi doirasida amalga oshirilmoqda, bu esa talabalar va professor-o‘qituvchilarni atrof-muhit faolligi, kasbiy rivojlanish va korrupsiyaga qarshi kurash kabi turli mavzularga jalb qilishga qaratilgan keng qamrovli ta’lim muhitini shakllantirishga xizmat qiladi [2]. TSTni o‘rganish, shuningdek, biologik tizimlarning o‘z-o‘zini tashkil etish, adaptatsiya va evolyutsiya mexanizmlarini chuqurroq tushunishga imkon beradi, bu esa biotexnologiya, tibbiyot va ekologiya kabi sohalarda yangi tadqiqot yo‘nalishlarini ochib beradi. Shu bilan birga, bu soha biologik jarayonlarning fizik cheklovlarini aniqlashga yordam beradi, bu esa hayotning kelib chiqishi va uning koinotdagi o‘rni haqidagi fundamental savollarga javob izlashda muhim ahamiyatga ega.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, termodinamika qonunlari tirik sistemalarning faoliyatini tushunishda muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi. Tirik organizmlar ochiq tizimlar sifatida tashqi muhit bilan uzluksiz energiya va modda almashinuvi orqali o‘z hayot faoliyatini saqlab turadi. Ular muvozanat holatidan uzoqda bo‘lib, murakkab o‘z-o‘zini tashkil etish xususiyatiga ega.

Termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning saqlanishini, ikkinchi qonuni esa entropiyaning ortishini belgilaydi. Shu bilan birga, tirik sistemalar ichki tartibni saqlab turish uchun tashqi muhitga entropiya chiqaradi. Bu esa biologik

tizimlarning barqarorligini ta’minlaydi. Metabolizm jarayonlari orqali energiya transformatsiyasi amalga oshadi va bu jarayonlar organizmning yashashi uchun zarur hisoblanadi.

Shunday qilib, termodinamika va biologiya o‘rtasidagi bog‘liqlik tirik sistemalarning mohiyatini chuqur anglash imkonini beradi hamda zamonaviy ilm-fan rivojida muhim o‘rin tutadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Atkins P., de Paula J. Physical Chemistry. Oxford University Press, 2014.

2. Nelson D., Cox M. Lehninger Principles of Biochemistry. W.H. Freeman, 2017.

3. Alberts B. va boshqalar. Molecular Biology of the Cell. Garland Science, 2015.

4. Prigogine I. From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences. Freeman, 1980.

5. Schrödinger E. What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell. Cambridge University Press, 1944.

6. Kondepudi D., Prigogine I. Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures. Wiley, 1998.

7. Callen H. Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics. Wiley, 1985.

8. Voit E. A First Course in Systems Biology. Garland Science, 2012.

9. Qodirov A. Biofizika asoslari. Toshkent, 2010.

10. **Xudoyberdiyev S. Umumiy fizika kursi (Termodinamika bo‘limi). Toshkent, 2008**.