



## FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI

## DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGI



*1*  

---

*2026*

**Tahririyat hay'ati raisi:**  
**SIDDIQOVA S.G'. –**  
**Buxoro davlat texnika universiteti rektori**

**Muovini:**  
**NIZAMOV A.B. –**  
**BuxDTU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori**  
**Tahrir hay'ati:**

**MUQIMOV K.M. –** O'zR FA akademigi (O'zMU)  
**JALILOV A.T. –** O'zR FA akademigi (Toshkent kimyo-texnologiya ITI)  
**NEGMATOV S.N. –** O'zR FA akademigi ("Fan va taraqqiyot" DUK)  
**BAHODIROV G'.A. –** t.f.d., professor, O'zR FA bosh ilmiy kotibi  
**XAMIDOV O.X. –** iqtisod fanlari doktori, professor (BuxDU)  
**JALILOV T.K. –** iqtisod fanlari doktori (DSc), professor (TKTI)  
**PARDAYEVA M.D. –** BuxDTU yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha birinchi prorektori, falsafa fanlari doktori (DSc)  
**XOJIYEV A.X. –** o'quv ishlari bo'yicha prorektor, texnika f.f.d. (PhD)  
**SAIDOV S.B. –** Buxoro DTU moliya va iqtisod ishlari bo'yicha prorektori  
**QURBONOV J.M. –** texnika fanlari doktori, professor (Samarqand ISI)  
**ADIZOV B.Z. –** texnika fanlari doktori (DSc), pprofessor, O'zRFA UNKI  
**ASTANOV S.X. –** fizika-matematika fanlari doktori, professor  
**RAXMONOV X.Q. –** texnika fanlari doktori, professor  
**VOXIDOV M.M. –** texnika fanlari doktori, professor  
**JO'RAYEV X.F. –** texnika fanlari doktori, professor  
**SADULLAYEV N.N. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAJIDOV Q.X. –** texnika fanlari doktori, professor  
**FOZILOV S.F. –** texnika fanlari doktori, professor  
**ISABAYEV I.B. –** texnika fanlari doktori, professor  
**ABDURAHMONOV O.R. –** texnika fanlari doktori, professor  
**GAFUROV K.X. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**XAYDAROV A.A. –** texnika fanlari doktori (DSc), dotsent  
**JO'RAYEV F.O'. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MURADOVA F.R. –** pedagogika fanlari doktori (DSc), professor  
**JUMAYEV M.R. –** fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor  
**YUNUSOVA G.S. –** falsafa fanlari doktori (DSc), professor  
**BOBOYEV A.Ch. –** iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor  
**TO'XTAYEVA Z.Sh. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAXMUDOV M.J. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**HAYITOV R.R. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**BOZOROV G'.R. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**BOLTAYEV Z.I. –** fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor  
**OLTIYEV A.T. –** texnika fanlari doktori, (DSc)  
**JALILOV R.B. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAXMUDOV M.I. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAJIDOVA N.Q. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**AXMEDOV V.N. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAXMUDOV R.A. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**PULATOVA M.I. –** fizika-matematika fanlari nomzodi, professor  
**RAHMATOV Sh.A. –** pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)  
**OCHILOV A.R. –** texnika fanlari doktori (DSc), dotsent  
**O'RINOV U.A. –** pedagogika fanlari doktori (DSc), professor  
**PO'LATOVA S.U. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**SAMIYEVA Sh.X. –** pedagogika fanlari doktori (DSc), professor  
**TESHAYEV M.X. –** fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor  
**XAITOV V.U. –** iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent  
**XOJIYEV Sh.M. –** texnika fanlari doktori (DSc), dotsent  
**XAYITOV Sh.N. –** iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent  
**ZOIROV E.X. –** falsafa fanlari doktori (DSc), dotsent  
**NARZIYEV M.S. –** texnika fanlari doktori (DSc), dotsent  
**NAMAZOVA N.J. –** iqtisodiyot fanlari b.f.d. (PhD), dotsent

**Bosh muharrir: DO'STOV H.B. –** kimyo fanlari doktori, professor

**Muharrirlar: Artikova M.M., Istamova G.X.**  
**Musahhih: Barakayeva D.F.**

**FAN VA TEXNOLOGIYALAR**  
**TARAQQIYOTI**  
**ILMIY-TEXNIKAVIY JURNAL**

**DEVELOPMENT OF SCIENCE**  
**AND TECHNOLOGY**  
**SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL**

*Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyati boshqarmasida 2014 yil 22-sentyabrda № 05-066-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan*

*Muassis:*  
*Buxoro davlat texnika universiteti*

*Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2017 yil 29-martdagi №239/5-sonli qarori bilan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan. 2019 yilda O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining qarorlari bilan qayta ro'yxatdan o'tkazilgan.*

*Tahririyat manzili:*  
*200117, Buxoro shahri, Q. Murtazoyev ko'chasi, 15-uy, Buxoro davlat texnika universiteti*

*Tel: 0(365) 223-92-40*

*Faks: 0(365) 223-78-84*

*E-mail: [fantt\\_jurnal@umail.uz](mailto:fantt_jurnal@umail.uz)*

*Jurnalning to'liq elektron varianti bilan <http://journal.bstu.uz> sayti orqali tanishish mumkin.*

*Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to'liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim ham mos tushmasligi mumkin. Jurnalda yoritilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolalarning mualliflari va reklama beruvchilar mas'uldirlar.*

# MUNDARIJA – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

<b>TEXNIKA, TEXNOLOGIYA VA JIHOZLAR</b>	
<b>Normayev Q.H., Pardayeva Sh.S., Pirnazarov Sh.V., Ashirova M.R., Jalg‘asova G.S.</b> Burg‘ilash mashinalari va ularning mexanizmlarini samarali qayta tiklash texnologiyalari. . . . .	<b>5</b>
<b>Azamjonov R.S.</b> Eksploatatsiyadagi avtoyo‘l ko‘priklarining yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirish usulini takomillashtirish . . . . .	<b>11</b>
<b>Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O.</b> Burg‘ulash eritmasidan markazdan qochma separator yordamida yengillashtirilgan eritma tayyorlash texnologiyasi . . . . .	<b>15</b>
<b>Джураев Х.Ф., Ўктамова Ш.Х.</b> Ковок уруғи қобиғининг синдириш қучларини аниқлаш методикаси . . . . .	<b>20</b>
<b>Mansurov O.A.</b> Improving the drying process of fruits using convective method. . . . .	<b>24</b>
<b>Jo‘rayev F.O‘., Jo‘rayev A.A., Saidova G.K.</b> Uneversal qurilmaning yumshatuvchi ish oraganining parametrlarini uning ish ko‘rsitkichlariga ta’siri. . . . .	<b>27</b>
<b>Авлиякулов Н.Н.</b> Достижение качества измерительных процессов при метрологическом обеспечении производства . . . . .	<b>32</b>
<b>Do‘stov H.B., Rahimov B.R., Savriyev F.A.</b> Suvlangan gaz quduqlarini qayta ishga tushirish texnologiyasini takomillashtirish tahlili. . . . .	<b>36</b>
<b>KIMYO VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR</b>	
<b>Toshboyev S.O‘., Panoyev E.R., Hasanov Z.Z.</b> Gazlarni tozalashda qo‘llaniluvchi absorbentlarning tavsifi va unda hosil bo‘ladigan ko‘piklanish sabablari. . . . .	<b>43</b>
<b>Умаров С.Х., Рустамов В.Дж., Халлоков Ф.К., Ходжаев У.О., Нарзуллаева З.М.</b> Механизм отрицательной фотопроводимости в TiGaSe <sub>2</sub> . . . . .	<b>47</b>
<b>Фозилов Х.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф.</b> Маҳаллий иккиламчи хом ашё – қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаб синтетик юқори ёғ кислоталари олиш ва уларнинг физик-кимёвий хоссалари. . . . .	<b>52</b>
<b>Абдирахимов И.Э.</b> Способы предотвращения образования гидрата при переработке газов. . . . .	<b>57</b>
<b>Alinazarov A.X., Shariboyev N.Y., Jo‘raxanov D.M.</b> Anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligining metanogen bakteriyalar faolligiga ta’siri va uni quyoshli issiqlik tizimi orqali ta’minlash. . . . .	<b>61</b>
<b>Abdirakhimov I.E.</b> Anticorrosion properties of copper phosphide. . . . .	<b>66</b>
<b>Norqulov J.F., Ibodullayev M.X., Abduraxmonov O.R., Kodirov O.Sh.</b> Amin eritmalarini issiqlikka bardoshli tuzlardan tozalash jarayonini modellashtirish. . . . .	<b>72</b>
<b>Абдирахимов И.Э., Буранов Ф.Э., Курбанов А.Т.</b> Исследование технологических параметров, рекомендованных для синтеза этилена из метана. . . . .	<b>79</b>
<b>Rahimov B.R.</b> Yuqori qatronli neftlarning qovushqoqligini pasaytiruvchi depresantlar kompozitsiyasini ishlab chiqish. . . . .	<b>86</b>
<b>Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С.</b> Определение концентрации диэтанолamina титриметрическим методом . . . . .	<b>91</b>
<b>Rahimov B.R.</b> Qoldiq neftlarni olishda chuqurlik nasos qurilmasini takomillashtirishning dolzarb muamolari. . . . .	<b>96</b>
<b>Yuldashev T.R., Buronov F.E., Hafizov S.Sh.</b> Tabiiy gazning tarkibidagi zaharli komponentlarni aminlar yordamida tozalash jarayonlari. . . . .	<b>100</b>

<b>MASHINASOZLIK VA ENERGETIKA</b>	
<b>Bafoyev D.X.</b> Detallar sirtini plastik deformatsiyalash va bir tekis mikrorelefnı shakllantirish	<b>107</b>
<b>Majitov J.A.</b> Bioreaktor devorining turli sirtlarida issiqlik berish koeffitsiyentlarini hisoblash va tahlil etish. . . . .	<b>112</b>
<b>Azamov S.S.</b> Uch fazali tok o'zgartkichlari yordamida asinxron motorlarni himoya qilish tizimi tatqiq etish. . . . .	<b>118</b>
<b>Maxmudov M.I., Qo'shshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O.</b> Quyosh panellarining samaradorligiga changlanganlikning ta'sirini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar tahlili. . . . .	<b>122</b>
<b>Атауллаев А.О.</b> Исследование и разработка виброустойчивых инклинометрических преобразователей для систем контроля и управления. . . . .	<b>128</b>
<b>Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B.</b> Tojlanish jarayonining yuqori kuchlanishli havo liniyalaridagi quvvat yo'qotishlariga ta'sirini baholash. . . . .	<b>135</b>
<b>Murodov K.J.</b> Ko'p qavatli binolarning vertikal chiqindi quvurlaridagi suyuqlik oqimlaridan elektr energiya hosil qilish. . . . .	<b>141</b>
<b>Xamroyev X.X.</b> Mexanik ishlov berishda sirt qatlamining mexanik xususiyatlari. . . . .	<b>145</b>
<b>Tojimurodov D.D.</b> Asinxron motorlarni nosimmetrik rejimlari. . . . .	<b>149</b>
<b>Sadullayev N.N., Nematov Sh.N., To'xtayev Sh.B., Soliyeva Z.N., Murtazoyev F.F.</b> O'zbekistonda quyosh sovtutish tizimlari va ularning texnik imkoniyatlari. . . . .	<b>154</b>
<b>INFORMATIKA VA AXBOROT – KOMMUNIKATSION TIZIMLAR</b>	
<b>Babomuradov O.J., Kuyliyeva F.A.</b> Statistical analysis of social network messages. . . . .	<b>163</b>
<b>Madaminov U.A., Qodirov D.R.</b> Katta hajmli ma'lumotni parallel qayta ishlashda Hadoop MapReduce tizimini qo'llash. . . . .	<b>168</b>
<b>Каххоров М.М.</b> Моделирование ветровой турбины типа Дарье и обоснование её параметров в системе Ansys Fluent. . . . .	<b>173</b>
<b>Maxmudov M.Sh.</b> Relief morfometrik ko'rsatkichlari asosida marshrutlashning model va algoritmlari. . . . .	<b>179</b>
<b>OZIQ-OVQAT SANOATI TEXNOLOGIYALARI</b>	
<b>Ravshanov S.S., Botirov M.Sh., Ergashev A.M., Mirzaev J.D., Shodmonqulova Q.</b> Quruq iqlimda yetishtirilgan bug'doy donini ochiq omborlarda saqlashning mahsulot xossalariga ta'siri. . . . .	<b>184</b>
<b>Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S.</b> Gilos danagidan moy olish jarayonini infraqizil nurlar yordamida jadallashtirish. . . . .	<b>187</b>
<b>Шарипов Н.З.</b> Интенсификация процесса получения масла из ядра косточек вишни в поле сверхвысокочастотного тока. . . . .	<b>190</b>
<b>Баракаев Н.Р., Шукуров Ю.У.</b> Мева ва сабзавотларни сублиматия йўли билан қуритишнинг илмий асослари. . . . .	<b>194</b>
<b>Ibragimov R.R., Sharipov N.Z.</b> Bodringni konservalash jarayonida noan'anaviy usulda issiqlik ishlov berish jarayonini nazariy asoslari. . . . .	<b>199</b>
<b>Kuliyev N.Sh.</b> Meva va sabzavot sharbatlarini ko'pirtirishda ko'pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlarining dinamikasi. . . . .	<b>203</b>
<b>Мухамедова М.Э.</b> Разработка рецептуры диабетических сдобных сухарей с использованием синергии растительных компонентов . . . . .	<b>209</b>
<b>Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х.</b> Исследование показателей качества местных сортов овощной продукции длительного хранения. . . . .	<b>220</b>

<b>Файзиев А.А., Ахмедов В.Н., Кедельбаев Б.Ш.</b> Технология приготовления натурального мясного полуфабриката ферментированного бифштекса . . . . .	<b>227</b>
<b>TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYALARI</b>	
<b>Ramazonov S.S., Ismoyilov F.B.</b> Tola sifatini yaxshilash va tozalash maqsadida jinlash mashinasini ishchi qismlarini takomillashtirish. . . . .	<b>233</b>
<b>Muxitdinova M.A., Bebutova N.N.</b> Milliylik va zamonaviylik uyg‘unligi: O‘zbek libos dizaynida yangi yo‘nalishlar. . . . .	<b>237</b>
<b>Nematova L.X., Qodirova D.X.</b> Yoshi katta ayollar fe‘l atvori belgilari bo‘yicha iste‘molchilarning tipologik xususiyatlarini aniqlash. . . . .	<b>242</b>
<b>Saidova A.S., Saidova G.Sh., Fayzilloyeva N.B.</b> Tikuv mashinasining tahlama qurilmadagi taxlam hosil qilishda takomillashgan tahlam berishdagi tishlarini turli ko‘rinishda choklarga ta‘siri. . . . .	<b>246</b>
<b>Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Холиқов К.М., Муқимов М.М.</b> Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг физик-механик кўрсаткичлари тадқиқи . . . .	<b>251</b>
<b>Shodmonova M.S.</b> Elastikligi yuqori bo‘lgan polimer kompozitsiya olish usulini ishlab chiqish . . . . .	<b>258</b>
<b>Садуллаева Д.А.</b> Современные материалы: Хан-атлас – традиция и инновация. . . . .	<b>261</b>
<b>Джурраев А., Росулов Р.Х., Пардаев Б.Ч., Имомназаров М.С.</b> Пахтани майда ифлосиклардан тозалагичнинг самарали конструкцияси. . . . .	<b>267</b>
<b>Aliyev Sh.B.</b> Tikuv mashinasining tishli reykasini lazer nuri yordamida termik ishlov berishning matematik modeli. . . . .	<b>270</b>
<b>Musayev S.S., Qodirov T.J.</b> Reseptura ko‘rsatkichlarining poliolefin va etilenpropilen kauçhugi asosidagi poyabzal kompozitsiyalarining iste‘mol va texnologik xususiyatlariga ta‘siri.	<b>275</b>
<b>Amonov A.R., Muxammedjanov M.M.</b> Tikuv mashinasi qavariq rezinali vtulkali qayishqoq tayanchlarga o‘rnatilgan bosh vali tebranish amplitudasi tahlili. . . . .	<b>281</b>
<b>Berdimuratov U.T., Rosulov R.X., Pardayev B.Ch.</b> Arrali jinlar konstruksiyasi, asosiy ishchi organlari, ishlash jarayoni. . . . .	<b>284</b>
<b>Muxammedova M.O., Axmedov J.J.</b> O‘smirlar uchun soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv yechimlarini ishlab chiqish. . . . .	<b>286</b>
<b>Temirova G.I., Shodmonova M.S.</b> Polimer kompozitsiya asosida ko‘p qatlamli mo‘ynali paketlar tayyorlash texnologiyasi. . . . .	<b>291</b>
<b>Saidova X.X., Murodova Z., Ulugova N.</b> 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash. . . . .	<b>295</b>
<b>Kuliyeva D.R.</b> Bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyim turini tanlash va konstruksiyasini ishlab chiqish . . . . .	<b>299</b>
<b>Sharipov J.O., Sayitqulov S.O., Begmurodov A.F.</b> Detallarni yeyilishi va korroziyalanishiga asosiy sabablar hamda ulardan himoyalaniş. . . . .	<b>306</b>
<b>Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A.</b> Turli o‘rilishli ikki qatlamli ko‘ylakbop matolarning mexanik va deformatsion xususiyatlarining o‘zgarishi. . . . .	<b>309</b>
<b>Sayitqulov S.O., Razzoqov R.R.</b> Paxtani mayda iflosliklardan tozalash mashinasining yangi konstruksiyasini ishlab chiqish. . . . .	<b>314</b>
<b>Qodirova S.X.</b> Ayollar ustki liboslari bo‘yicha istiqbolli moda yo‘nalishlarini tahlil qilish	<b>318</b>
<b>Каримова Н.Х.</b> Оценка свойств двухслойных трикотажных тканей на основе структурного и механического анализа противостоячивости к трению и разрывного удлинения . . . .	<b>322</b>
<b>Maxmudova X.M.</b> Paxta quritishning ahamiyatliligi va undagi texnik muammolar. . . . .	<b>326</b>
<b>Behbudov Sh.H., Samadova M.O.</b> Ip va matoga ta‘sir etuvchi tashqi kuchlar asosida tikuv mashinasi bo‘g‘inlarining harakat tenglamalarini tahlil qilish. . . . .	<b>332</b>

<b>Шопулатов А.А., Райимкулов Ж.К., Бердимуратов У.Т., Росулов Р.Х.</b> Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда қозикчали-планкали барабан планкаларининг таъсири . . . . .	<b>336</b>
<b>Sultonov M.M., Aloxodjayev A.M., Mirzaaxmedova D.Yu.</b> Takomillashtirilgan tozalash qurilmasining texnologik parametrlarini tadqiq qilish. . . . .	<b>340</b>
<b>Azimova G.A., Shokirov L.B.</b> Mahalliy xomashyolarga asoslangan yarim jun to‘qimalar ishlab chiqishning dolzarb masalalari. . . . .	<b>350</b>
<b>Agzamova S.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M., Karimova N.H.</b> Turli xomashyoli ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining sifat ko‘ratkichlarini kompleks baholash. . . . .	<b>354</b>
<b>ANIQ VA IJTIMOIIY-IQTISODIIY FANLAR</b>	
<b>Mannonov Y.O.</b> Kitobxonlik madaniyatini oshirishning ayrim masalalari. . . . .	<b>360</b>
<b>Мухамадиев Б.Т, Мухамадиева З.Б., Джамалов С.Ш.</b> Значение сбалансированного кишечного микробиома в укреплении физического и психологического здоровья . . . . .	<b>363</b>
<b>Xakimova M.Y.</b> Elektron kutubxonani yaratishda zamonaviy dasturiy-texnik ta‘minot . . . . .	<b>372</b>
<b>Шарипов М.З., Назаров Э.С., Зокирова З.М., Иброхимова С.Ш., Муминов Ш.Х.</b> Структура и свойства одномерных микромагнитных конфигураций в ферромагнитных кристаллах. . . . .	<b>375</b>
<b>EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI</b>	
<b>Мамедов Р.А., Жамолов Ж.Ж.</b> Оценка низконапорного гидроэнергетического потенциала водозаборных сооружений и ирригационных каналов. . . . .	<b>381</b>
<b>Мамедов Р.А.</b> Исследование зависимости выхода водорода от термохимических характеристик электролита в процессе электролиза. . . . .	<b>391</b>

## ЗНАЧЕНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО КИШЕЧНОГО МИКРОБИОМА В УКРЕПЛЕНИИ ФИЗИЧЕСКОГО И ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

<sup>1</sup>Мухамадиев Б.Т., <sup>1</sup>Мухамадиева З.Б., <sup>2</sup>Джамалов С.Ш.

<sup>1</sup>Бухарский государственный технический университет,

<sup>2</sup>Московский государственный университет.

*Аннотация.* Целью этой статьи было провести интегративный обзор современной научной литературы о влиянии сбалансированного микробиома кишечника на физиологическое и психологическое здоровье с акцентом на ось кишечник-мозг, результаты клинических исследований и будущие перспективы применения таких знаний в клинической медицине. Она сосредоточена на взаимосвязях микробиома с метаболическими, иммунными и нейроэндокринными процессами, а также на формулировании рекомендаций по поддержанию баланса микробиоты.

*Ключевые слова:* кишечник, микробиом, физическое здоровье, психология, мозг, ось, иммунная система, клиническая медицина, биоинформатика, геномика, гериатрия, психология, геронтология.

## THE IMPORTANCE OF A BALANCED INTESTINAL MICROBIOME IN STRENGTHENING PHYSICAL AND PSYCHOLOGICAL HEALTH

<sup>1</sup>Mukhamadiev B.T., <sup>1</sup>Mukhamadieva Z.B., <sup>2</sup>Jamalov S.Sh.

<sup>1</sup>Bukhara state technical university, <sup>2</sup>Moscow state university.

*Annotation.* The purpose of this article was to conduct an integrative review of the current scientific literature on the effects of a balanced gut microbiome on physiological and psychological health, with an emphasis on the gut-brain axis, the results of clinical research, and future prospects for the application of such knowledge in clinical medicine. She focuses on the interrelationships of the microbiome with metabolic, immune, and neuroendocrine processes, as well as on the formulation of recommendations for maintaining microbiota balance.

*Keywords:* gut, microbiome, physical health, psychology, brain, axis, immune system, clinical medicine, bioinformatics, genomics, geriatrics, psychology, gerontology.

**Введение.** Активность выполнения научно-исследовательских работ по проблеме микробиома выросла вследствие новой области знания, имеющего потенциальное значение как для общественного здоровья, так и для медицины – психосоматики, в рамках которой активно изучается функциональная анатомия центральной нервной системы и ее влияние на работы внутренних органов.

Для достижения поставленных целей проводилось: изучение научной литературы по исследуемой теме; систематизация и обобщение материалов, изысканий и наблюдений, касающихся исследования микробиома человека и интеграция полученных данных.

Проблема работы направлена на комплексное изучение микробиома и его ассоциаций для улучшения здоровья с акцентом на влияние на общее и психическое состояние пациента.

Для достижения поставленных результатов необходимым является анализ современного состояния вопроса о воздействии кишечного микробиома на психическое здоровье человека, а также определение роли микробиома для обеспечения оптимального состояния здоровья.

В теоретической части работы составлены предвзятые выводы по предстоящим данным и запланирована основная часть собранной информации по микробиому, его значению и основным параметрам. База эмпирической теории отличается особенностью работы с первичными материалами – публикациями клинических экспериментов, метаанализов и контролируемых испытаний, что позволяет отнести информацию к рецензируемым изданиям.

**Материалы и методы.** Сбалансированный кишечный микробиом играет ключевую роль в поддержании физического здоровья, регулируя метаболические и иммунные процессы. Микроорганизмы Bacteroidetes и Firmicutes продуцируют короткоцепочечные жирные кислоты (ацетат, пропионат и бутират), которые служат источником энергии для клеток кишечника и регулируют липидный обмен. Исследования показывают, что средиземноморская диета, богатая клетчаткой, увеличивает долю Bacteroidetes на 15%,

повышая уровень бутирата, что снижает риск метаболического синдрома и воспалительных заболеваний кишечника [1].

Таблица 1.

**Сравнение состава микробиома при сбалансированном состоянии и дисбактериозе**

Фила	Доля у здоровых (%)	Доля при дисбактериозе (%)	Метаболиты (SCFAs)
Bacteroidetes	40-50	20-30	Бутират, пропионат
Firmicutes	30-40	40-50	Ацетат, бутират
Proteobacteria	1-5	10-20	—

Кишечный микробиом представляет собой сложную экосистему микроорганизмов, населяющих желудочно-кишечный тракт человека. Микробиом — это совокупность всех микроорганизмов, их генетического материала и продуктов их метаболизма в определенной среде, в данном случае — кишечнике. Основными представителями кишечного микробиома являются бактерии, но также присутствуют археи, грибы, вирусы и простейшие. Эта экосистема играет ключевую роль в поддержании гомеостаза организма, влияя на процессы пищеварения, иммунной регуляции и даже психологического благополучия. Кишечный микробиом формируется с момента рождения и продолжает развиваться под влиянием множества факторов, включая генетику, питание, образ жизни и окружающую среду. Основная масса микроорганизмов сосредоточена в толстой кишке, где их численность достигает  $10^{10}$ – $10^{12}$  клеток на грамм содержимого кишечника [2]. Общее количество генов микробиома, также называемого «вторым геномом» человека, в 100–150 раз превышает количество генов в человеческом геноме, что подчеркивает его функциональную значимость.

Микробиом выполняет ряд жизненно важных функций, включая ферментацию неперевариваемых углеводов, синтез витаминов (например, витаминов группы В и К), защиту от патогенных микроорганизмов и регуляцию иммунной системы.

Кишечник характеризуют 5 основных параметров:

- Состав
- Разнообразие (альфа и бета-разнообразие)
- Динамичность
- Функциональная значимость
- Индивидуальность

Основу микробиома составляют бактерии, принадлежащие к нескольким основным филумам: Firmicutes (например, Lactobacillus, Clostridium), Bacteroidetes (например, Bacteroides, Prevotella), Actinobacteria (например, Bifidobacterium) и Proteobacteria (например, Escherichia). Соотношение этих групп варьируется в зависимости от состояния здоровья, диеты и возраста. Именно это соотношение определяет состав.

Высокое альфа-разнообразие ассоциируется с устойчивостью экосистемы и лучшим состоянием здоровья. Исследование показало, что снижение разнообразия микробиома коррелирует с депрессией и метаболическими расстройствами [1].

Микробиом участвует в метаболических, иммунных и нейроэндокринных процессах. Например, SCFAs, такие как ацетат, пропионат и бутират, продуцируемые Bacteroidetes и Firmicutes, служат источником энергии для клеток кишечника, регулируют воспалительные процессы и влияют на экспрессию генов, связанных с метаболизмом (Koh et al., 2016). Кроме того, микробиом синтезирует нейротрансмиттеры, такие как серотонин и гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), которые играют роль в регуляции настроения и поведения [2].

При этом не смотря на большое количество общих черт каждого отдельно взятого микробиома, его состав уникален для каждого человека и может рассматриваться как «микробный отпечаток». Эта индивидуальность обусловлена генетическими факторами, диетическими привычками и окружающей средой. Например, исследования показывают, что микробиом жителей регионов с традиционной диетой (например, средиземноморской) отличается более высоким разнообразием по сравнению с микробиомом людей, потребляющих западную диету [3].

Кишечный микробиом выполняет функции, делающие его критически важным для здоровья человека:

- **Метаболическая функция:** микроорганизмы ферментируют неперевариваемые углеводы (например, клетчатку), производя SCFAs, которые обеспечивают до 10% энергетических потребностей организма [4].
- **Иммунная функция:** микробиом регулирует развитие и функционирование иммунной системы, предотвращая чрезмерные воспалительные реакции и защищая от патогенов.

**Нейроэндокринная функция:** Через ось кишечник–мозг микробиом влияет на центральную нервную систему, модулируя выработку нейротрансмиттеров и гормонов стресса [5].

Эти функции показывают значимость микробиома как объекта исследования, особенно в контексте его влияния на физическое и психологическое здоровье. Нарушение баланса микробиома (дисбактериоз) ассоциируется с рядом патологий, включая ожирение, диабет 2-го типа, воспалительные заболевания кишечника, депрессию и тревожные расстройства.

Кишечный микробиом, представляющий собой совокупность микроорганизмов, их генов и метаболитов в желудочно-кишечном тракте, обладает уникальной структурой и функциями, которые делают его ключевым регулятором физического и психологического здоровья через ось кишечник–мозг. Эта ось представляет собой двунаправленную систему коммуникации между кишечником и центральной нервной системой, опосредованную нейроэндокринными, иммунными и метаболическими путями.

Микробиом кишечника включает бактерии, принадлежащие к основным филумам: Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria и Proteobacteria, с преобладанием первых двух у здоровых людей (Shin et al., 2015). Соотношение этих групп, например, Firmicutes/Bacteroidetes, влияет на производство метаболитов, таких как короткоцепочечные жирные кислоты (SCFAs: ацетат, пропионат, бутират), играющие ключевую роль в нейрорегуляции. Бутират, продуцируемый *Faecalibacterium* и *Roseburia*, служит источником энергии для клеток кишечника и модулирует экспрессию генов, связанных с нейропротекцией. Кроме того, микробиом синтезирует нейротрансмиттеры, такие как серотонин (около 90% которого продуцируется в кишечнике) и гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), влияющие на настроение и когнитивные функции.

Функции микробиома в контексте оси кишечник–мозг.

Микробиом выполняет ряд функций, обеспечивающих связь кишечника и мозга:

**Нейроэндокринная регуляция:** микроорганизмы, такие как *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, модулируют активность блуждающего нерва, который передает сигналы от кишечника к мозгу. Эксперименты на мышах показали, что штамм *Lactobacillus rhamnosus* снижает тревожность, изменяя экспрессию ГАМК-рецепторов в гиппокампе (Bravo et al., 2011).

**Иммунная модуляция:** микробиом регулирует воспалительные процессы, которые влияют на мозг. Например, дисбактериоз, характеризующийся увеличением *Proteobacteria*, повышает уровень провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF- $\alpha$ ), что связано с депрессией и нейродегенеративными заболеваниями (Grau-Del Valle et al., 2023).

**Метаболическая роль:** SCFAs воздействуют на барьерную функцию кишечника и гематоэнцефалического барьера, предотвращая нейровоспаление. Исследования показали,

что бутират улучшает когнитивные функции у мышей с моделью болезни Альцгеймера (Govindarajan et al., 2011).

Ось кишечник–мозг открывает перспективы для терапевтических вмешательств. Пробиотики, такие как *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, показали эффективность в снижении симптомов депрессии и тревожности в клинических испытаниях (Messaoudi et al., 2011). Трансплантация фекальной микробиоты (FMT) исследуется как метод лечения психических расстройств, хотя требуется больше данных о долгосрочных эффектах. Особенностью микробиома является его индивидуальность, зависящая от генетики, диеты и стресса, что делает возможным персонализированный подход к терапии. Например, средиземноморская диета, богатая клетчаткой, увеличивает разнообразие микробиома и продукцию SCFAs, улучшая психологическое состояние (Merlo et al., 2024).

Методы исследования оси кишечник–мозг:

Секвенирование ДНК:

16S рРНК секвенирование позволяет идентифицировать бактериальные таксоны на основе гипервариабельных регионов гена 16S рРНК. Этот метод широко используется для оценки альфа- и бета-разнообразия микробиома.

Метагеномное секвенирование предоставляет полную информацию о геномах всех микроорганизмов, позволяя анализировать их функциональный потенциал. Исследование использовало метагеномику для создания каталога генов микробиома, включая гены, связанные с синтезом нейротрансмиттеров.

Метаболомика: Анализ метаболитов микробиома, таких как SCFAs, триптофан и нейротрансмиттеры, проводится с помощью масс-спектрометрии и хроматографии. Например, Strandwitz (2018) показал, что *Bacteroides* продуцируют ГАМК, влияющую на нейрональную активность.

Эксперименты на животных моделях: Безмикробные (germ-free) мыши используются для изучения причинно-следственных связей. У таких мышей повышен ответ на стресс, который нормализуется после колонизации *Bifidobacterium*.

Клинические исследования: Рандомизированные контролируемые испытания (РКИ) оценивают влияние пробиотиков и диет на психическое здоровье. Исследование SMILES показало, что средиземноморская диета улучшает симптомы депрессии, коррелируя с увеличением *Bacteroidetes*.

Нейровизуализация: Функциональная МРТ используется для оценки изменений мозговой активности под влиянием микробиома. Пробиотический йогурт модулирует активность в префронтальной коре и миндалине у здоровых добровольцев.

Современное состояние исследований

Современные исследования оси кишечник–мозг сосредоточены на следующих аспектах:

Психические расстройства: Мета-анализ выявил истощение бактерий, продуцирующих SCFAs, у пациентов с депрессией и шизофренией, что связано с нейровоспалением [2].

Нейродегенеративные заболевания: Исследования показывают, что дисбактериоз способствует накоплению амилоидных бляшек при болезни Альцгеймера, а пробиотики могут замедлить этот процесс [6].

Диетические вмешательства: Мета-анализ подтвердил, что диета, богатая клетчаткой, снижает риск депрессии на 33% за счет увеличения продукции SCFAs.

Проблемы и ограничения: Гетерогенность микробиома между индивидуумами и сложность установления причинно-следственных связей остаются вызовами. Большинство данных получено из исследований на животных, и необходимы крупные продольные исследования на людях [7].

Перспективы исследований

Будущие исследования должны сосредоточиться на:



стресса, на 25% у 65% участников клинических исследований, что способствовало уменьшению стресса [8].

Иммунный путь оси кишечник–мозг связан с регуляцией воспалительных процессов. Дисбактериоз, характеризующийся увеличением *Proteobacteria* на 30%, повышает уровень провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF- $\alpha$ ), что ассоциировано с депрессией и тревожными расстройствами. Эксперимент на крысах показал, что трансплантация микробиоты от людей с депрессией вызвала тревожное поведение, сопровождаемое снижением *Lactobacillus* на 40% [9]. В метаболическом пути SCFAs, такие как бутират, укрепляют гематоэнцефалический барьер и улучшают когнитивные функции. Пробиотики (*Bifidobacterium longum*) повысили результаты когнитивных тестов на 15% у пожилых людей, одновременно снижая IL-6 на 20% [10].

Конференционные данные подтверждают эти выводы. Профессор Тед Динан отметил, что у 50% пациентов с депрессией наблюдается дисбактериоз, а пробиотики эффективны для 40% таких пациентов [11]. Герард Кларк сообщил, что *Lactobacillus reuteri* снизила тревожность у 60% участников, с увеличением *Faecalibacterium* у 75%, что коррелировало с улучшением психического состояния (Clarke, 2021). Трансплантация фекальной микробиоты (FMT) также показала перспективы, увеличив *Faecalibacterium* у 60% пациентов с депрессией и снизив симптомы на 35% по шкале HAMD [12].

Клинические, экспериментальные и аналитические методы используются для изучения влияния кишечного микробиома на здоровье, определяя терапевтические связи и причинно-интегративные связи в биологии. Рандомизированное контролируемое испытание (РКИ) является основным методом проведения клинических исследований. Например, РКИ с 120 участниками показало, что пробиотик *Lactobacillus casei* снизил уровень тревожности на 22% по шкале НАМА после 8 недель [13]. Метаанализ 10 РКИ, в которых приняло участие 1349 субъектов, подтвердил, что пробиотики оказывают негативное влияние на симптомы клинически значительной депрессии с рассчитанным размером эффекта Hedges  $g = 0,31$ , статистически значимым  $p < 0,05$  [14].

Экспериментальные исследования включают трансплантацию фекальной микробиоты (ТФМ). В одном эксперименте NAV от депрессивных людей к мышам привела к поведению, сходному с тревожным, коррелируя с потерей 40% *Lactobacillus* и увеличением 30% *Proteobacteria*. Первое клиническое пилотное исследование по ТФМ с 15 тяжело депрессивными пациентами показало снижение симптомов на 35% по шкале HAMD после 4 недель, при этом 60% участников показали увеличение *Faecalibacterium* [15].

Аналитические методы, такие как секвенирование 16S рРНК, применяются для оценки составов микробиома. Исследование о влиянии средиземноморской диеты обнаружило увеличение *Bacteroidetes* на 15%, что коррелирует с улучшением психоэмоционального состояния. Метаболомика позволяет анализировать СККК и нейротрансмиттеры, утверждая таким образом их вклад в ось кишечник-мозг.

**Экспериментальная часть и обсуждение.** Изучение роли сбалансированного кишечного микробиома в укреплении физического и психологического здоровья выявило значительное влияние этой экосистемы на метаболические, иммунные и нейроэндокринные процессы. Результаты клинических испытаний, экспериментов на животных и мета-анализов подтверждают, что микробиом, его метаболиты и связанные с ним вмешательства, такие как пробиотики, диеты и трансплантация фекальной микробиоты (FMT), способны улучшать здоровье. В данном подразделе обобщены ключевые результаты исследований, демонстрирующие связь микробиома с физическим и психологическим благополучием, с акцентом на статистические данные и экспериментальные доказательства.

Исследование влияния средиземноморской диеты, богатой клетчаткой, показало увеличение доли *Bacteroidetes* на 15% в микробиоме участников, что коррелировало с повышением уровня бутирата и снижением воспалительных маркеров на 18%. Эти

изменения связаны с уменьшением риска метаболического синдрома и воспалительных заболеваний кишечника.

Пробиотики также демонстрируют значительный эффект. В клиническом исследовании с применением *Lactobacillus plantarum* уровень провоспалительных цитокинов, таких как IL-6, снизился на 20% у пациентов с метаболическим синдромом, что сопровождалось улучшением инсулинорезистентности. Мета-анализ, охвативший 1349 участников, выявил, что у 80% лиц, принимавших пробиотики, увеличилось содержание *Bifidobacterium*, что коррелировало с улучшением пищеварения и снижением воспаления. Диета, обогащенная ферментированными продуктами (йогурт, кефир), привела к увеличению разнообразия микробиома на 10% и снижению уровня С-реактивного белка (маркера воспаления) на 15% у 36 участников за 10 недель. Напротив, дисбактериоз, характеризующийся ростом *Proteobacteria* на 30%, ассоциирован с хроническими воспалительными заболеваниями, такими как болезнь Крона и язвенный колит [16]. Эти данные подчеркивают важность поддержания баланса микробиома для физического здоровья.

Микробиом оказывает значительное влияние на психологическое здоровье через ось кишечник–мозг, модулируя нейротрансмиттеры, воспалительные процессы и стрессовые реакции. Рандомизированное контролируемое испытание (РКИ) с участием 120 человек показало, что 8-недельный прием пробиотика *Lactobacillus casei* снизил симптомы тревожности на 22% по шкале НАМА, а у 30% участников улучшилось качество сна, связанное с увеличением *Bifidobacterium* (Bergeron et al., 2020). Мета-анализ 10 РКИ с 1349 участниками подтвердил, что пробиотики снижают депрессивные симптомы с эффектом Hedges'  $g = 0.31$  ( $p < 0.05$ ), причем у 80% участников наблюдался рост *Bifidobacterium*.

Трансплантация фекальной микробиоты (FMT) также демонстрирует перспективы. Пилотное исследование с 15 пациентами с тяжелой депрессией показало, что FMT от здоровых доноров снизила симптомы по шкале HAM-D на 35% через 4 недели, с увеличением численности *Faecalibacterium*, продуцирующего бутират, у 60% участников. Эксперимент на крысах выявил, что трансплантация микробиоты от людей с депрессией вызвала тревожное поведение, сопровождаемое снижением *Lactobacillus* на 40% и ростом *Proteobacteria* на 30%, что указывает на роль дисбактериоза в нейровоспалении [17].

Психобиотики, такие как *Lactobacillus rhamnosus*, снизили уровень кортизола на 25% у 65% участников, уменьшая стресс. Пробиотик *Bifidobacterium longum* улучшил когнитивные функции у пожилых людей на 15% по тестам памяти, одновременно снижая уровень IL-6 на 20% [16]. Конференционные доклады подтверждают эти выводы: Тед Динан отметил, что у 50% пациентов с депрессией наблюдается дисбактериоз, а пробиотики эффективны для 40% таких пациентов [16]. Герард Кларк сообщил, что *Lactobacillus reuteri* снизила тревожность у 60% участников, с ростом *Faecalibacterium* у 75%. Психобиотики также показывают потенциал в профилактике нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера [17].

На основе результатов исследований можно предложить практические рекомендации для поддержания микробиотического баланса, а также исследовательские направления для дальнейшего изучения оси кишечник–мозг. В данном подразделе представлены предложения по применению знаний о микробиоме в клинической практике и перспективы развития этой области.

Для поддержания сбалансированного микробиома и укрепления здоровья предлагаются следующие подходы:

Диетические вмешательства: Регулярное потребление ферментированных продуктов (йогурт, кефир, квашеная капуста) повышает разнообразие микробиома на 10% и снижает воспалительные маркеры на 15% [17].

Рекомендуется ограничить потребление обработанных продуктов и сахара, которые увеличивают *Proteobacteria* и связаны с дисбактериозом.

Пробиотики и психобиотики: Использование штаммов *Lactobacillus rhamnosus* и *Bifidobacterium longum* показано для снижения стресса и улучшения когнитивных функций. Например, *Lactobacillus rhamnosus* снизил уровень кортизола на 25% у 65% участников [17].

Разработка персонализированных пробиотических курсов на основе анализа микробиома может повысить эффективность терапии.

Психобиотики, такие как *Lactobacillus reuteri*, снижающие тревожность у 60% участников, рекомендуются для профилактики психических расстройств [17].

Трансплантация фекальной микробиоты (FMT): FMT показала снижение депрессивных симптомов на 35% у пациентов с тяжелой депрессией и должна исследоваться как метод лечения [18]. Необходимы стандарты для донорского материала и протоколы, чтобы обеспечить безопасность и эффективность FMT.

Исследовательские перспективы. Для углубления понимания роли микробиома и его терапевтического потенциала стоит развивать направления:

Проведение продольных исследований: Крупные рандомизированные контролируемые испытания (РКИ) с длительным наблюдением необходимы для оценки долгосрочных эффектов пробиотиков и FMT на психическое здоровье [18].

Разработка персонализированной микробиотерапии: Метагеномный анализ и машинное обучение могут использоваться для создания индивидуальных пробиотических препаратов, учитывающих состав микробиома [19].

Изучение нейродегенеративных заболеваний: Исследования роли микробиома в профилактике болезни Альцгеймера и Паркинсона с применением нейровизуализации и метаболомики помогут выявить новые терапевтические мишени [20]. Интеграция данных: Объединение метагеномных, генетических и эпигенетических данных позволит создать комплексные модели оси кишечник–мозг, улучшая понимание механизмов [21].

**Заключение.** В процессе выполнения работы были решены следующие задачи и получены следующие выводы:

Изучены основные характеристики кишечного микробиома и его влияние на здоровье. Анализ научной литературы показал, что сбалансированный микробиом, включающий высокую долю *Bacteroidetes* и *Bifidobacterium*, способствует продукции короткоцепочечных жирных кислот (SCFAs), таких как бутират, которые регулируют метаболизм и снижают воспаление. Дисбактериоз, связанный с увеличением *Proteobacteria*, ассоциирован с хроническими заболеваниями, включая ожирение и депрессию. Ось кишечник–мозг, включающая нейроэндокринный, иммунный и метаболический пути, обеспечивает двустороннюю связь между кишечником и мозгом, влияя на физическое и психологическое благополучие [22].

Обобщены результаты исследований о терапевтическом потенциале микробиома. Клинические исследования подтверждают, что пробиотики, такие как *Lactobacillus casei*, снижают тревожность на 22% по шкале НАМА, а психобиотики, включая *Bifidobacterium longum*, улучшают когнитивные функции на 15% у пожилых людей [22]. Трансплантация фекальной микробиоты (FMT) демонстрирует снижение депрессивных симптомов на 35% у пациентов с тяжелой депрессией, с увеличением *Faecalibacterium* у 60% участников. Диеты, богатые клетчаткой и ферментированными продуктами, повышают разнообразие микробиома на 10% и снижают воспалительные маркеры на 15%. Эти данные подчеркивают значимость микробиома как терапевтической мишени.

Оценены инновационные подходы в изучении и применении микробиома. Психобиотики и FMT представляют собой передовые методы, которые могут изменить подходы к лечению психических расстройств и метаболических нарушений. Например, *Lactobacillus reuteri* снижает тревожность у 60% участников, а FMT исследуется как потенциальная терапия для депрессии. Персонализированная микробиотерапия, основанная на индивидуальном составе микробиома, открывает путь к точной медицине, что требует

дальнейших исследований с использованием машинного обучения и интеграции генетических данных [22].

### Литература

1. Grau-Del Valle, C., Fernández, J., Solá, E., et al. Association between gut microbiota and psychiatric disorders: a systematic review // *Frontiers in Psychology*. – 2023. – Vol. 14. – P. 1215674.
2. Nikolova, V., Smith, K. L., Firth, J., et al. Psychobiotics and the gut microbiota in mental health // *The Lancet Psychiatry*. – 2021. – Vol. 8, No. 9. – P. 797–809.
3. Wang, Y., Li, Y., Xu, Z., et al. Functional MRI for studying the gut microbiota's impact on brain activity // *NeuroImage*. – 2020. – Vol. 215. – P. 116795.
4. Ding, R. X., Duncan, M. J., Frost, G. Gut microbiota and its role in neurodegenerative diseases: current evidence // *Frontiers in Neuroscience*. – 2021. – Vol. 15. – P. 667664.
5. Zhang, X., Chen, Y., Wang, Z. Personalized medicine based on gut microbiota: opportunities and challenges // *Trends in Biotechnology*. – 2022. – Vol. 40, No. 4. – P. 428–441.
6. Buckley, M. M., O'Brien, R., Devlin, C., et al. Gut microbiota and inflammation: role in physical and mental health // *Frontiers in Immunology*. – 2021. – Vol. 12. – P. 732441.
7. Guo, J., Zheng, P., He, J., et al. Gut microbiota and its metabolites in modulation of the gut-brain axis // *Journal of Molecular Medicine*. – 2022. – Vol. 100, No. 5. – P. 649–664.)
8. Jack, A., Firth, J., Marx, W. Psychobiotics for the treatment of anxiety disorders: clinical evidence // *Journal of Clinical Psychopharmacology*. – 2023. – Vol. 43, No. 2. – P. 123–135.
9. Kim, C. S., Cha, L., Sim, M., et al. Probiotic modulation of gut microbiota and its impact on metabolism // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12, No. 8. – P. 2305.
10. Liu, R. T., Lim, S. M., Tan, A. H. Role of gut microbiota in stress regulation: experimental evidence // *Neuroendocrinology*. – 2021. – Vol. 113, No. 6. – P. 612–625.
11. Martin, C. R., Burrell, L., MacDonald, J. Metabolomics in gut microbiota research: new approaches // *Trends in Analytical Chemistry*. – 2022. – Vol. 150. – P. 116576.
12. Nguyen, T. T., Zhang, Y., Li, H. Impact of diet on gut microbiota and cognitive function: a systematic review // *Journal of Neuroscience*. – 2022. – Vol. 42, No. 7. – P. 1356–1372.
13. Patel, S., Sharma, A., Ghosh, M. Gut microbiota and the neuroendocrine system: new horizons // *European Journal of Endocrinology*. – 2021. – Vol. 185, No. 4. – P. R61–R74.
14. Bergeron, N., Williams, P. T., Lamantina, J. C., et al. Probiotic dietary intervention improves anxiety symptoms: a randomized controlled trial // *Journal of Affective Disorders*. – 2020. – Vol. 276. – P. 305–314.)
15. Wang, L., Zhang, Y., Li, H. Fecal microbiota transplantation for depression: a pilot study // *Frontiers in Psychiatry*. – 2021. – Vol. 12. – P. 689427.
16. Dinan, T. G. Psychobiotics and the gut-brain axis: new horizons in psychiatry // *Proceedings of the International Conference on Microbiota and Health, Paris, 2022*. – P. 12–18.
17. Evrensel, A., Tarhan, N. P. Fecal microbiota transplantation as a potential therapy for psychiatric disorders // *Journal of Psychiatric Research*. – 2020. – Vol. 131. – P. 52–58.
18. Clarke, G. Gut microbiota as a therapeutic target for mental health // *Report at the Symposium on Neuroscience and Microbiota, London, 2021*. – P. 25–30.
19. Long-Smith, C., O'Riordan, K. J., Clarke, G. Gut microbiota and cognitive function: evidence from clinical studies // *Frontiers in Neuroscience*. – 2020. – Vol. 14. – P. 563.
20. Nikolova, V., Smith, K. L., Firth, J., et al. Psychobiotics and the gut microbiota in mental health: new horizons // *Journal of Psychiatric Research*. – 2022. – Vol. 146. – P. 184–193.
21. Wastyk, H. C., Fragiadakis, G. K., Canani, M., et al. Impact of a diet high in fermented foods on gut microbiota and inflammation // *Cell*. – 2021. – Vol. 184, No. 16. – P. 4137–4150.
22. West, C. E., Anderson, J. R., McCallum, R. Gut microbiota and stress: role of probiotics in modulating the HPA axis // *Journal of Neuroendocrinology*. – 2021. – Vol. 33, No. 4. – P. e12948.