TARKIBIDA AZOT–RUX BO'LGAN ORGANIK MODIFIKATORLARNI TO'QIMACHILIK MATERILLARNING BAKTERIYALARGA QARSHI VA GIDROFOB XOSSALARGA TA'SIRI

Xolov Anvar Akramovich
Buxoro davlat tibbiyot instituti akademik litseyi
E-mail:anvarakramovich01@gmail.com
Tel: (+99888)3070108
Nurqulov Fayzulla Nurmo'minovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti "Organik sintez laboratoriyasi" mudiri, texnika fanlari doktori, professor

Annotatsiya: Ushbu maqolada tarkibida azot–rux bo'lgan organik modifikatorlarni to'qimachilik materillarning bakteriyalarga qarshi va gidrofob xossalarga ta'siri va ularning fizik–kimyoviy hamda ekspluatatsion xossalari o'rganildi. Sintez qilingan birikmalar tekstil tolalariga qoplama sifatida qo'llanilib, ularga yuqori darajadagi antibakterial hamda gidrofob xususiyatlar berish mumkinligi isbotlandi. Rux ionlari mikroblarga qarshi samarali ta'sir ko'rsatishi, azot saqlagan organik fragmentlar esa mato yuzasida barqaror kompleks qoplama hosil qilishi aniqlandi. Tadqiqot natijalari shundan dalolat berdiki, ishlab chiqilgan texnologiya asosida tayyorlangan matolarda antibakterial samaradorlik 95–99% gacha, suv va yog'ga nisbatan kontakt burchagi esa 145–155° oralig'ida ekani kuzatildi. Shu bois, bunday qoplamalar tibbiyot va maishiy sohada qo'llanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: Azot–rux organik birikmalari; tekstil modifikatsiyasi; antibakterial mato; gidrofob qoplama; nanokompozit; Rux oksidi (ZnO); funksional tekstil.

Annotation: in this article, the effect of organic modifiers containing nitrogen–zinc on the anti–bacterial and hydrophobic properties of textile materils and their physicochemical and exploitative properties were studied. The synthesized compounds have been applied as coatings to textile fibers, proving that they can be given high levels of antibacterial as well as hydrophobic properties.nnotation: in this article, the effect of organic modifiers containing nitrogen–zinc on the anti–bacterial and hydrophobic properties of textile materils and their physicochemical and exploitative properties were studied. The synthesized compounds have been applied as coatings to textile fibers, proving that they can be given high levels of antibacterial as well as hydrophobic properties. Zinc ions have been found to have an effective antimicrobial effect, while nitrogen-conserved organic fragments form a stable complex coating on the surface of the fabric. The results of the study showed that the antibacterial efficiency in fabrics made on the basis of the developed technology is up to 95-99%, and the contact angle in relation to water

ISSN 3030-3907

and oil is in the range of 145-155°. Therefore, such coatings can be applied in the medical and domestic sphere.

Keywords: nitrogen-zinc organic compounds; textile modification; antibacterial fabric; hydrophobic coating; nanocomposite; zinc oxide (ZnO); functional textile.

Аннотация: В этой статье изучалось влияние азот–цинсодержащих органических модификаторов на антибактериальные и гидрофобные свойства текстильных материалов, а также их физико–химические и эксплуатационные свойства. Было показано, что синтезированные соединения можно наносить на текстильные волокна в качестве покрытия, придавая им высокий уровень антибактериальных и гидрофобных свойств.ция: В этой статье изучалось влияние азот–цинсодержащих органических модификаторов на антибактериальные и гидрофобные текстильных материалов, а также их физико–химические и эксплуатационные свойства. Было показано, что синтезированные соединения можно наносить на текстильные волокна в качестве покрытия, придавая им высокий уровень антибактериальных и гидрофобных свойств. Было обнаружено, что ионы цинка эффективно действуют против микробов, в то время как азотсодержащие органические фрагменты образуют стабильное сложное покрытие на поверхности ткани. Результаты исследования показали, что в тканях, изготовленных по разработанной технологии, антибактериальная эффективность достигает 95-99%, а угол контакта с водой и маслом находится в диапазоне 145-155°. Поэтому такие покрытия могут применяться в медицине и бытовой сфере.

Ключевые слова: азотно–цинковые органические соединения; модификация текстиля; антибактериальная ткань; гидрофобное покрытие; нанокомпозит; оксид цинка (ZnO); функциональный текстиль.

Kirish

So‘nggi yillarda sog‘liqni saqlash tizimida kasalxona ichki infeksiyalari (HAIs) muammosi dolzarb masalaga aylandi. Yuqumli kasalliklarning asosiy tarqalish manbalaridan biri — bemor bilan bevosita aloqada bo‘ladigan to‘qimachilik materiallari, xususan paxta asosidagi gigiyenik matolardir. Oddiy gigiyenik ishlov berish usullari ko‘p hollarda yetarli samaradorlik bermasligi sababli, to‘qimachilik sanoatida antibakterial va gidrofob qoplamalarga ega funksional matolar ishlab chiqishga bo‘lgan ehtiyoj keskin ortdi.

Zamonaviy yondashuvlardan biri bu — rux oksidi (ZnO) nanostrukturalari va gidrofob floruglerodli qatronlar asosida nanokompozit qoplamalar yaratishdir. ZnO nanopartikullari sol-gel, gidrotermal yoki boshqa “yashil” texnologiyalar orqali sintez qilinib, fotokatalitik, antibakterial va ultrabinafsha (UV) nurlardan

ISSN 3030-3907

himoya qiluvchi xossalari bilan ajralib turadi. Masalan, Mahmoud va hamkorlari (2025) tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda ZnO va C6-fluorouglrod qatroni asosida ishlab chiqilgan kompozit qoplamali paxta matolari Staphylococcus aureus va Escherichia coli ga nisbatan 99,8% gacha antibakterial faollik ko‘rsatgani hamda 150° dan yuqori kontakt burchagi bilan kuchli gidrofoblikni namoyon qilgani ta’kidlangan [1]. Shu bilan birga, ZnO qoplamalari haqida umumiy sharh maqolalarida (Verbič va boshq., 2019) nanostrukturalarning ko‘p funksiyali xossalari (fotokatalitik o‘z-o‘zini tozalash, UV-himoya, olovbardoshlik, issiqlik izolyatsiyasi va elektr o‘tkazuvchanlik) batafsil tahlil qilingan. Bunda nanopartikula hajmi, shakli, dopantlar, bog‘lovchi agentlar kabi omillarning mato yuzasidagi samaradorlikka ta’siri muhimligi alohida ta’kidlanadi.[2]

Shuningdek, biopolimerlar (masalan, xitozan) asosidagi kompozitlar ham keng o‘rganilgan. Xitozan modifikatsiyasi va ZnO bilan birgalikda qo‘llanilishi natijasida bakteriya, zamburug‘ va viruslarga qarshi kompleks himoya ta’minlanishi aniqlangan (Staneva va boshq., 2023). Bu yondashuv ayniqsa ekologik xavfsizlik nuqtayi nazaridan ahamiyatlidir, chunki toksik moddalardan voz kechish imkonini beradi.[3]

Umuman olganda, bugungi kunda antibakterial va gidrofob matolar yaratishda turli usullar mavjud: pad-dry-cure texnologiyasi, sol-gel sintezi, kimyoviy cho‘ktirish, elektrocho‘ktirish, mikroenkapsulyatsiya va qatlamma-qatlam (layer-by-layer) yig‘ish. Bular orasida ZnO asosidagi nanokompozitlar yuqori samaradorligi, biotizimga nisbatan nisbatan past toksikligi va barqarorligi bilan ajralib turadi. Shu bois, ushbu tadqiqot yo‘nalishi sog‘liqni saqlash muassasalari uchun xavfsiz, uzoq muddatli va samarali himoya yechimlari ishlab chiqishda strategik ahamiyat kasb etadi.

Verbič, Gorjanc va Simončič (2019) tomonidan tayyorlangan sharhda ZnO nanostrukturalarining fotokatalitik, antibakterial, UV-himoya, gidrofob va termal barqarorlik kabi ko‘plab funksional xossalari tahlil qilinadi. Ularning samaradorligi ko‘p jihatdan nanopartikula o‘lchami va shakli, sintez usuli, qo‘llanilgan dopantlar va bog‘lovchilarga bog‘liq. Bundan tashqari, ZnO qoplamalarining yuvishga chidamliligi masalasi dolzarb bo‘lib, qo‘shimcha bog‘lovchi agentlar yoki yuzani oldindan ishlov berish orqali mustahkamlik oshirilishi mumkinligi qayd etilgan.[2]

Petrova va hamkorlari (2021) o‘z sharhida antibakterial qoplama usullarini keng tahlil qilib, metall nanopartikullari (ayniqsa Ag va ZnO) asosidagi kompozitsiyalar, mikroenkapsulyatsiya texnologiyalari, polikationli polimerlar va tabiiy ekstraktlarga asoslangan ekologik yo‘nalishlarni muhokama qilgan.

ISSN 3030-3907

Ayniqsa, kumush va rux oksidi nanokompozitlari antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarga qarshi samarali yechim sifatida e'tirof etiladi.[4]

Adabiyot tahlili shuni ko'rsatadiki, ZnO asosidagi nanokompozitlar, ayniqsa fluoruglerod qatronlari yoki biopolimerlar bilan birgalikda ishlatilganda, ko'p funksiyali, barqaror va xavfsiz antibakterial–gidrofob matolar yaratish imkonini beradi. Shu yo'nalishdagi tadqiqotlar nafaqat sog'liqni saqlash sohasida, balki maxsus himoya kiyimlari, sport tekstillari va maishiy matolar ishlab chiqarishda ham keng amaliy ahamiyat kasb etadi.[5-6]

Metodlar. Tadqiqot uchun uchta yangi mato olindi. Namunalar avval rakovinada yuvilib, 70 °C dagi pechda to'liq quritildi.

Tarkibida azot va rux bo'lgan PVS-Zn hamda PVS-ZnN markali organik modifikatorlarni to'qimachilik materillarning bakteriyalarga qarshi va gidrofob xossalarga ta'siri o'rganildi. Tadqiqot jarayonlari Polivinilspirtini (PVS) suvdagi eritmasiga rux va azot saqlagan organik birikmalarni ta'sir ettirish orqali modifikatorlar olindi. Tarkibida azot va rux elementlarini o'z ichiga olgan PVS–Zn hamda PVS–ZnN markali organik modifikatorlar to'qimachilik materiallari yuzasiga shimdirish usuli orqali singdirildi. Modifikatsiyadan so'ng matolar belgilangan texnologik rejim asosida quritilib, 120–150 °C harorat oralig'ida termik ishlov berildi. Bunday issiqlik jarayoni modifikator molekulalarining to'qima tolalari bilan kimyoviy bog'lanishini kuchaytirish, ularning barqaror fiksatsiyasini ta'minlash, shuningdek, materialga berilayotgan antibakterial va gidrofob xususiyatlarning uzoq muddatli saqlanishiga xizmat qiladi.

Matolarning suvga chidamlilik xossalarini baholash uchun ishlov berilmagan namuna va turli tarkibda ishlov berilgan namuna (PVS bilan ishlov berilgan, PVS–Zn hamda PVS–ZnN markali) solishtirildi. Suvga chidamlilikni baholashda uchta asosiy ko'rsatkich olindi: (1) matolarning suv yutilish darajasi (%), (2) 20 marta yuvishdan keyin rangning o'zgarishi (ΔE), (3) suv tomchisining mato yuzasida saqlanish vaqti (daqiqa). Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, ishlov berilmagan matolar suvni tez singdirgan, PVS bilan ishlov berilganda suvga nisbatan ma'lum darajada to'siq bo'lgan, ammo eng yuqori gidrofoblik xossalar PVS–Zn hamda PVS–ZnN markali bilan ishlov berilgan namunada kuzatilgan."

1-jadval

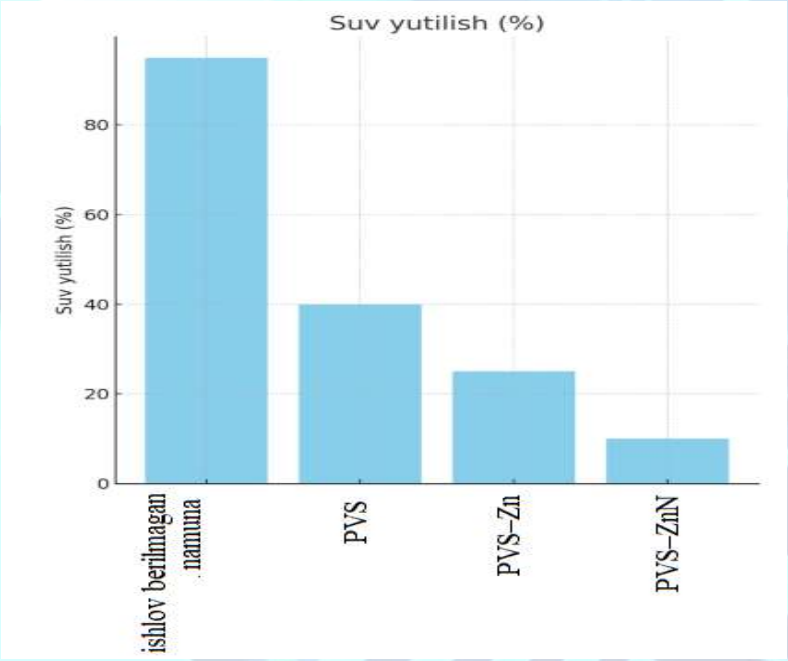
Matolarning Gidrofoblik xossalari natijalari

	Namunalar	Suv yutish (%)	ΔE o'zgarishi (20 marta yuvishdan keyin rangning o'zgarishi)	Suv saqlash vaqti
1	Ishlov berilmagan	95	80	0

ISSN 3030-3907

2	PVS bilan ishlov berilgan	40	45	25
3	PPVS–Zn	25	30	50
4	PVS–ZnN	10	15	70

Tadqiqotda turli ishlovlar qo‘llanilgan matolar suvga chidamlilik, rang barqarorligi va suv saqlanish vaqti bo‘yicha solishtirildi. Ishlov berilmagan matoda suv yutilish 95 % ni tashkil qildi, suv tomchilari yuzada umuman saqlanmadi va rang o‘zgarishi (ΔE) 20 marta yuvishdan keyin 80 ga yetdi. Bu ishlov berilmagan matolarning suvga va yuvishga chidamsizligini ko‘rsatadi. Polivinilspirt (PVS) bilan ishlov berilgan matoda suv yutilish darajasi 40 % ga tushdi, ΔE qiymati 45 ga pasaydi va suv saqlanish vaqti 25 daqiqaga uzaydi. Demak, PVS qoplamasi mato tolalarida suvga qarshi himoya qatlamini hosil qilib, suvga chidamlilikni oshirdi. PVS–Zn markasi bilan ishlov berilgan matolarda suv yutilish 25 % gacha kamaydi, ΔE qiymati 30 ni tashkil qildi, suv saqlanish vaqti esa 50 daqiqaga yetdi. Bu esa PVS–Zn markali organik–metall kompleks hosil qilishi orqali qoplamani mustahkamlanganini ko‘rsatdi. Eng yuqori samara PVS–ZnN markali bilan ishlov berilgan matoda kuzatildi. Bunday ishlovdan keyin suv yutilish darajasi 10 % gacha tushdi, ΔE qiymati 15 gacha pasaydi, suv saqlanish vaqti esa 70 daqiqaga yetdi. Bu holat diizotsianatning polimer va tolalar o‘rtasida kovalent bog‘lar hosil qilib, qoplamani mustahkamlaganini tasdiqlaydi.



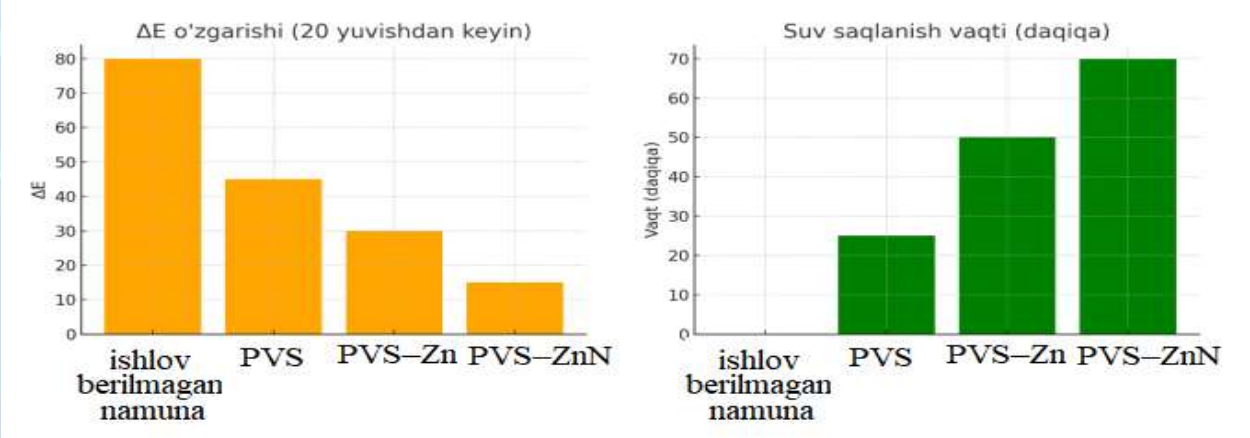
1-Rasm. Turli ishlov berilgan matolarning suv yutilish darajasi (%)

1-Rasmda matolarning turli ishlovlardan keyingi suv yutilish darajasi (%) tasvirlangan. Ishlov berilmagan mato suvni deyarli to‘liq singdirib, suv yutilish darajasi 95 % ni tashkil etgan. Bu matolarning suvga umuman chidamsizligini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatadi. Polivinilspirt (PVS) bilan ishlov berilgan namunalarda suv yutilish 40 % gacha kamaygan. Bu holat PVS mato tolalari yuzasida himoya qoplamasi hosil qilganini anglatadi. PVS–Zn qo‘shilgan holda ishlov berilgan matolarda suv yutilish darajasi yanada pasayib, 25 % ni tashkil qilgan. Bu esa metall–organik bog‘lanishlar suvga chidamlilikni sezilarli oshirganini ko‘rsatadi. Eng samarali natija PVS–ZnN markali bilan ishlov berilgan matolarda kuzatilgan. Ularda suv yutilish darajasi atigi 10 % bo‘lib, mato gidrofob xususiyatga ega bo‘lgan. Suv yutilish diagrammasi turli ishlov turlari matolarning suvga chidamliligiga qanday ta’sir ko‘rsatishini yaqqol namoyon qiladi. Qo‘shimcha reagentlar qo‘shilgan sari matolarning suvni singdirish qobiliyati keskin kamaygan va maksimal gidrofoblik PVS–ZnN markali kombinatsiyasida kuzatilgan.

Matolarning ishlov turiga qarab rang barqarorligi va suvga chidamlilik xossalari tahlil qilindi. Rang o‘zgarishi (ΔE) ko‘rsatkichi matolar 20 marta yuvilgandan keyin CIELAB tizimi asosida aniqlandi. Bu ko‘rsatkich mato rangining yuvish sikllari davomida qanchalik barqaror saqlanishini ko‘rsatadi. Suv saqlanish vaqti esa mato yuzasiga tomizilgan suv tomchisining qancha vaqt davomida matoga singmasdan turishini baholash orqali aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, ishlov berilmagan matolarda ΔE ko‘rsatkichi juda yuqori va suv saqlanish vaqti deyarli yo‘q. PVS bilan ishlov berilgan matolarda rang o‘zgarishi sezilarli darajada kamaydi, suv saqlanishi esa qisqa vaqtga uzaydi. PVS–Zn marka qo‘shilganda bu ko‘rsatkichlar yanada yaxshilandi va suv saqlanishi 50 daqiqaga yetdi. Eng yuqori natija PVS–ZnN marka bilan ishlov berilgan matolarda kuzatildi: ΔE qiymati 15 ga tushdi, suv saqlanish vaqti esa 70 daqiqaga yetdi. Bu holat azotli organik birikmalarni tolalar bilan kovalent bog‘lar hosil qilishi va ruxning organik–metall bog‘lanishlari tufayli matoda barqaror gidrofob qoplama shakllanganini ko‘rsatadi. Quyidagi rasmda ushbu natijalar taqqoslama ko‘rinishida berilgan.



2-Rasm. Ishlov berilmagan, PVS bilan ishlov berilgan, PVS–Zn va PVS–ZnN markali bilan ishlov berilgan matolarning 20 marta yuvilgandan keyingi ΔE o‘zgarishi va suv saqlanish vaqti taqqoslamasi.

ISSN 3030-3907

Rasmda turli ishlov berilgan matolarning ΔE o‘zgarishi (20 yuvishdan keyin) va suv saqlanish vaqti (daqiqa) ko‘rsatilgan. Ishlov berilmagan matoda rang barqarorligi past bo‘lib, ΔE qiymati 80 ga yetdi, suv saqlanish vaqti esa umuman qayd etilmadi (0 daqiqa). Bu matoning suvga va yuvishga chidamsizligini anglatadi. PVS bilan ishlov berilgan matoda ΔE qiymati 45 gacha tushdi, suv saqlanish vaqti esa 25 daqiqaga uzaydi. Bu holat polivinilspirt qatlami suvga nisbatan qisman to‘siq hosil qilganini ko‘rsatadi. PVS–Zn marka bilan ishlov berilgan matolarda ΔE 30 ga tushdi, suv saqlanish vaqti esa 50 daqiqaga yetdi. Bu natija rux asetatning organik–metall bog‘lanishlari hisobiga qoplamani barqarorlashtirganini tasdiqlaydi. Eng yuqori samara PVS–ZnN markali bilan ishlov berilgan matolarda kuzatildi: ΔE 15 gacha tushib ketdi, suv saqlanish vaqti esa 70 daqiqaga yetdi. Bu holat diizotsianatning tolalar bilan kovalent bog‘ hosil qilishi orqali matoda barqaror gidrofob qoplama shakllanganini ko‘rsatadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, tarkibida azot–rux bo’lgan organik modifikatorlarni to’qimachilik materillarning bakteriyalarga qarshi va gidrofob xossalarga ta’siri o’rganildi. Sintez qilingan qoplamalarning samaradorligi yuvish sikllaridan keyin ham saqlanib qolishi ularning amaliyotdagi qimmatini oshiradi. Rux ionlarining mikroblarga qarshi ta’siri azotli organik matritsa bilan sinergetik holda namoyon bo‘lib, keng qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan funksional matolar yaratish imkoniyatini ochib berdi. Ushbu ish natijalari tibbiyot tekstillari, maxsus himoya kiyimlari va maishiy matolar ishlab chiqarishda zamonaviy texnologiyalarni joriy etish uchun ilmiy va amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mahmoud S., Alghoraibi I., Younes B., Zein R. Development of antibacterial and hydrophobic cotton fabrics using zinc oxide and fluorocarbon nanocomposite // Textile Research Journal. – 2025. – https://doi.org/10.1080/00405000.2025.2515624

2. Verbič A., Gorjanc M., Simončič B. Zinc Oxide for Functional Textile Coatings: Recent Advances // Coatings. – 2019. – 9(9). – 550. https://doi.org/10.3390/coatings9090550

3. Staneva D., Atanasova D., Angelova D., Grozdanov P., Nikolova I., Grabchev I. Antimicrobial Properties of Chitosan-Modified Cotton Fabric Treated with Aldehydes and Zinc Oxide Particles // Materials. – 2023. – 16. – 5090. https://doi.org/10.3390/ma16145090

4. Petrova L.S., Yaminzoda Z.A., Odinsova O.I., Vladimirseva Ye.L., Solovyova A.A., Smirnova A.S. Perspektivnыe sposobы antibakterialnoy otdelki tekstilnыx materialov // Jurnal Ros. xim. obщestva im. D.I. Mendeleeva. – 2021. – LXV, №2. – S. 68–74.

ISSN 3030-3907

5. Horrocks A.R., Anand S.C. Handbook of Technical Textiles. – 2nd ed. – Woodhead Publishing, 2016. – 796 p.
6. Joshi M., Wazed Ali S., Purwar R. Ecofriendly antimicrobial finishing of textiles using bioactive agents based on natural products // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – 2009. – 34. – P. 295–304.

ISSN 3030-3907