ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

UDK:629.7.064.56

YASHIL ENERGIYA TIZIMIDA VODOROD YOQILG‘ISINING TEXNOLOGIK ASOSLARI VA SAMARADORLIGI

A.T.Temurxanov
Qarshi davlat universiteti professori, t.f.n.
T.F.Sharipov
Qarshi davlat universiteti 1-bosqich magistri
E-mail: Tsharipov367@gmail.com

Annotatsiya. Yashil energiya tizimlarida vodorod yoqilg‘isidan foydalanishning texnologik asoslari, ishlab chiqarish usullari hamda uning energiya samaradorligi tahlil qilinadi. Vodorod energiyasi qayta tiklanuvchi manbalar bilan integratsiyalashgan holda karbon chiqindilarini kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Maqolada elektroliz jarayoni, suvdan vodorod olish texnologiyalari, yoqilg‘i elementlari (fuel cell) ishlash prinsipi hamda ularning samaradorlik ko‘rsatkichlari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, vodorod energiyasining iqtisodiy jihatlari, saqlash va tashish muammolari ham tahlil qilinadi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, vodorod yoqilg‘isi kelajak energetikasida muqobil va ekologik toza energiya manbai sifatida katta ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: yashil energiya, vodorod yoqilg‘isi, elektroliz, yoqilg‘i elementi, qayta tiklanuvchi energiya, energiya samaradorligi, ekologik toza energiya, karbon chiqindilari, energiya saqlash, alternativ yoqilg‘i, barqaror rivojlanish.

Аннотация. Статье рассматриваются технологические основы использования водородного топлива в системах зелёной энергетики, а также методы его получения и энергетическая эффективность. Водородная энергетика играет важную роль в снижении выбросов углерода и обеспечении экологической устойчивости при интеграции с возобновляемыми источниками энергии. В работе анализируются процессы электролиза, технологии получения водорода из воды, принципы работы топливных элементов и показатели их эффективности. Также рассматриваются экономические аспекты, проблемы хранения и транспортировки водорода. Результаты показывают, что водородное топливо является перспективным и экологически чистым источником энергии будущего.

Ключевые слова: зелёная энергетика, водородное топливо, электролиз, топливный элемент, возобновляемая энергия, энергоэффективность, экологически чистая энергия, выбросы углерода, хранение энергии, альтернативное топливо, устойчивое развитие.

Abstract. This article analyzes the technological foundations, production methods, and energy efficiency of hydrogen fuel in green energy systems. Hydrogen energy plays a key role in reducing carbon emissions and ensuring environmental sustainability when integrated with renewable energy sources. The study examines electrolysis processes, water-to-hydrogen production technologies, fuel cell operating principles, and their efficiency indicators. Economic aspects, as well as storage and transportation challenges, are also discussed. The results show that hydrogen fuel is a highly promising and environmentally friendly energy source for the future energy system.

Keywords: green energy, hydrogen fuel, electrolysis, fuel cell, renewable energy, energy efficiency, clean energy, carbon emissions, energy storage, alternative fuel, sustainable development.

KIRISH.

Hozirgi globallashuv va sanoatlashuv jarayonlari energiya resurslariga bo‘lgan talabni keskin oshirmoqda. An’anaviy yoqilg‘i manbalari — neft, gaz va ko‘mirning cheklanganligi hamda ularning ekologik muammolarni keltirib chiqarishi zamonaviy energetika tizimida yangi, toza va barqaror energiya manbalarini izlashni dolzarb vazifaga aylantirdi. Shu nuqtai nazardan, “yashil energiya” konsepsiyasi dunyo miqyosida strategik ahamiyat kasb etib bormoqda. Yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isi alohida o‘rin tutadi. Vodorod eng yengil va eng keng tarqalgan kimyoviy element bo‘lib, u yonish jarayonida faqat suv hosil qiladi va atmosferaga zararli gazlar chiqarmaydi. Bu esa uni ekologik toza va istiqbolli energiya tashuvchisi sifatida ko‘rsatadi. Ayniqsa, qayta tiklanuvchi energiya manbalari (quyosh, shamol va gidroenergiya) bilan birgalikda ishlatilganda vodorod “nol chiqindili energiya tizimi”ni yaratish imkonini beradi. Bugungi kunda vodorod ishlab chiqarishning asosiy texnologik usullaridan biri suvni elektroliz qilish jarayonidir. Ushbu jarayon orqali elektr energiyasi yordamida suv molekulalari vodorod va kislorodga ajratiladi. Agar bu elektr energiya qayta tiklanuvchi manbalardan olinadigan bo‘lsa, butun tizim ekologik jihatdan to‘liq toza hisoblanadi. Bundan tashqari, yoqilg‘i elementlari (fuel cell) orqali vodorodning bevosita elektr energiyasiga aylantirilishi uning samaradorligini yanada oshiradi. Shu bilan birga, vodorod energiyasining keng qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiluvchi ayrim muammolar ham mavjud. Bular qatoriga yuqori ishlab chiqarish xarajatlari, saqlash va tashishdagi texnik qiyinchiliklar hamda infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi kiradi. Shunga qaramay, ilmiy-tadqiqot ishlari va innovatsion texnologiyalar bu muammolarni bosqichma-bosqich bartaraf etishga xizmat qilmoqda. Mazkur maqolada yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isining texnologik asoslari, uning ishlab chiqarish usullari, samaradorlik ko‘rsatkichlari hamda istiqboldagi rivojlanish

ISSN 3030-3907

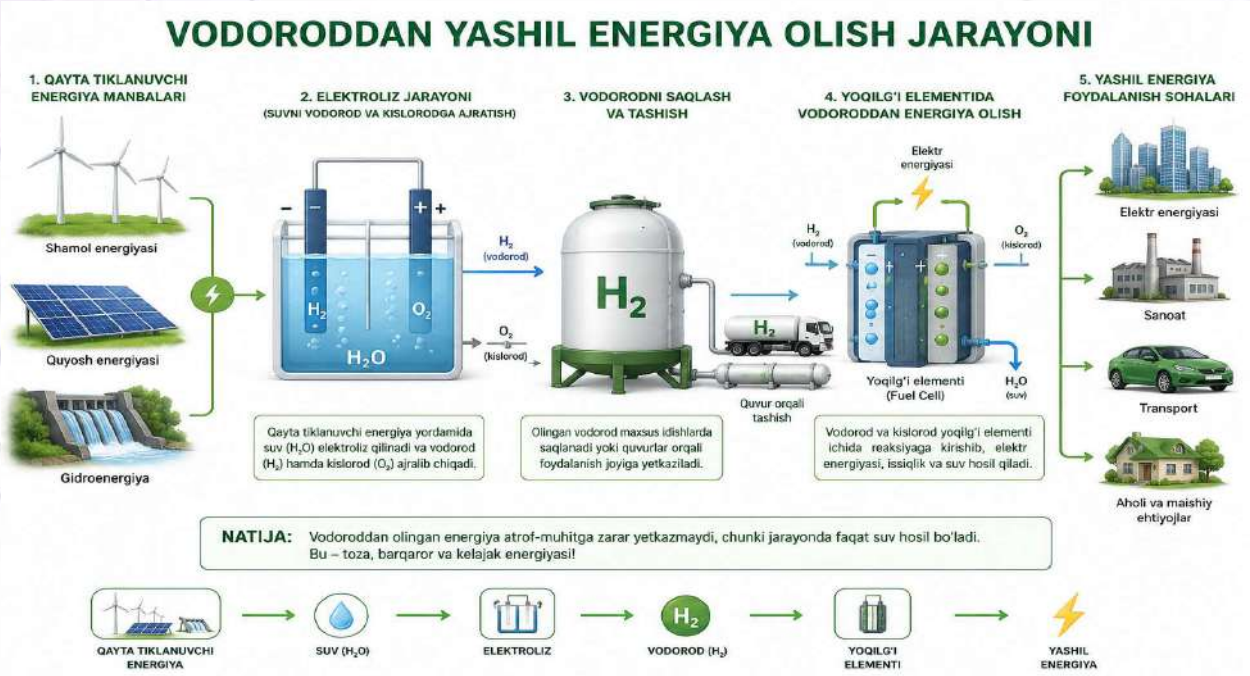
yo‘nalishlari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Vodorod energetikasining rivojlanishi nafaqat ekologik muammolarni kamaytirish, balki global energetik xavfsizlikni ta’minlashda ham muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isining texnologik asoslari va uning samaradorligini kompleks ilmiy yondashuv asosida o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqotda nazariy va amaliy jihatlar uyg‘unlashtirilib, vodorod energetikasining fizik-kimyoviy jarayonlari, ishlab chiqarish texnologiyalari hamda energiya samaradorligini baholash masalalari tahlil qilindi. Tadqiqot metodologiyasi asosan aralash ilmiy yondashuvga tayanadi. Bu yondashuv vodorod energiyasini birgina nazariy jihatdan emas, balki amaliy ko‘rsatkichlar, iqtisodiy samaradorlik va ekologik ta’sir nuqtai nazaridan ham o‘rganish imkonini beradi. Shu orqali vodorod yoqilg‘isining real energiya tizimidagi o‘rni aniqroq baholandi. Ilmiy ishda nazariy tahlil usuli muhim o‘rin egallaydi. Ushbu usul orqali suvni elektroliz qilish jarayoni, vodorod va kislorod ajralishi mexanizmi, hamda yoqilg‘i elementlarida (fuel cell) energiyaning elektr energiyasiga aylanish prinsiplari o‘rganildi. Shuningdek, termodinamik qonunlar asosida energiya yo‘qotishlari va samaradorlik darajasi tahlil qilindi. Bundan tashqari, qiyosiy tahlil usuli qo‘llanilib, vodorod energiyasi an’anaviy energiya manbalari — neft, gaz va ko‘mir bilan solishtirildi. Bu jarayonda CO_2 chiqindilarining miqdori, energiya ishlab chiqarish samaradorligi hamda iqtisodiy xarajatlar asosiy mezon sifatida olindi. Natijalar vodorod energiyasining ekologik jihatdan ustunligini, biroq iqtisodiy jihatdan hali rivojlanish bosqichida ekanligini ko‘rsatdi. Tadqiqotda tizimli yondashuv ham muhim ahamiyatga ega bo‘ldi. Vodorod energetikasi yagona tizim sifatida ko‘rib chiqildi: qayta tiklanuvchi energiya manbalari orqali elektr energiyasi ishlab chiqarish, suvni elektroliz qilish orqali vodorod olish, uni saqlash va tashish, hamda yoqilg‘i elementlarida qayta elektr energiyasiga aylantirish jarayonlari o‘zaro bog‘liq tizim sifatida tahlil qilindi. Bu yondashuv vodorod energetikasining butun zanjirini yaxlit tushunishga yordam berdi. Empirik ma’lumotlar va ilmiy manbalar asosida tahlil amalga oshirildi. Xalqaro energetika agentligi (IEA), qayta tiklanuvchi energiya agentligi (IRENA) va boshqa ilmiy manbalar ma’lumotlari umumlashtirilib, vodorod energetikasining hozirgi holati va rivojlanish istiqbollari baholandi. Umuman olganda, qo‘llanilgan metodologiya vodorod yoqilg‘isining yashil energiya tizimidagi o‘rnini ilmiy asosda aniqlash, uning afzallik va cheklovlarini chuqur tahlil qilish hamda kelajakdagi rivojlanish yo‘nalishlarini belgilash imkonini berdi.

TAHLIL VA NATIJALAR. Ushbu bo‘limda yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isining samaradorligi tahlil qilinadi. Vodorod energiyasi qayta tiklanuvchi manbalar bilan integratsiyalashganda ekologik va texnologik jihatdan yuqori natija beradi. Elektroliz jarayonida hosil bo‘lgan vodorod yoqilg‘i

ISSN 3030-3907

elementlari orqali elektr energiyasiga aylantiriladi va bu jarayon an’anaviy yoqilg‘ilarga nisbatan kam chiqindili hisoblanadi.



1-jadval

Vodorod energiyasining asosiy samaradorlik ko‘rsatkichlari keltirilgan

Ko‘rsatkich	Vodorod energiyasi	An’anaviy yoqilg‘i	Izoh
Energiya samaradorligi	50–70%	30–40%	Yoqilg‘i elementlariga bog‘liq
CO_2 chiqindisi	0 (yashil vodorod)	yuqori	Ekologik afzallik
Saqlash imkoniyati	o‘rtacha	yuqori	Siqish va suyultirish kerak
Ishlab chiqarish xarajati	yuqori (boshlang‘ich)	o‘rtacha	Texnologiyaga bog‘liq
Qayta tiklanuvchanlik	juda yuqori	past	Qayta tiklanuvchi manba

Vodorod yoqilg‘isi ekologik jihatdan eng toza energiya manbalaridan biri bo‘lib, uning samaradorligi zamonaviy texnologiyalar rivojiga bog‘liq holda ortib bormoqda.

XULOSA. Yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isidan foydalanish zamonaviy energetikaning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot davomida olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, vodorod energiyasi

ISSN 3030-3907

ekologik toza, qayta tiklanuvchi va yuqori samaradorlikka ega energiya manbai bo‘lib, kelajakda an’anaviy yoqilg‘ilarning muhim muqobiliga aylanishi mumkin. Vodorodning asosiy afzalligi shundaki, u yonish jarayonida faqat suv hosil qiladi va atmosferaga zararli karbonat angidrid yoki boshqa zaharli gazlarni chiqarmaydi. Shu sababli u global iqlim o‘zgarishini kamaytirishda muhim rol o‘ynaydi. Ayniqsa, quyosh, shamol va gidroenergiya kabi qayta tiklanuvchi manbalar bilan birgalikda qo‘llanganda, to‘liq “yashil energiya zanjiri”ni yaratish imkonini beradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, vodorod yoqilg‘isining samaradorligi yoqilg‘i elementlari (fuel cell) texnologiyasi orqali yanada oshiriladi va u elektr energiyasini yuqori darajada samarali ishlab chiqarish imkonini beradi. Biroq, hozirgi bosqichda vodorod energetikasining keng joriy etilishiga to‘sqinlik qiluvchi omillar ham mavjud bo‘lib, ular asosan ishlab chiqarish xarajatlarining yuqoriligi, saqlash va tashish infratuzilmasining yetarli darajada rivojlanmaganligi bilan bog‘liq. Shunga qaramay, ilmiy-tadqiqot ishlari va texnologik innovatsiyalar bu muammolarni bosqichma-bosqich bartaraf etmoqda. Kelajakda vodorod energetikasi global energiya tizimida muhim o‘rin egallab, barqaror rivojlanish va energiya xavfsizligini ta’minlashda asosiy omillardan biri bo‘lishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. To‘ychiyev N., O‘lmasova M. (2021). *Fizika o‘qitish metodikasi*. Toshkent: O‘qituvchi nashriyoti.
2. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi (2021). *Fizika fanidan davlat ta’lim standarti*. Toshkent.
3. Ochilov M. (2020). *Pedagogika*. Toshkent: O‘qituvchi nashriyoti.
4. International Energy Agency (IEA) (2023). *World Energy Outlook: Hydrogen Report*. Paris.
5. IRENA (2023). *Green Hydrogen Report: Renewable Energy Perspectives*. Abu Dhabi.
6. Dincer I., Acar C. (2022). *Review and evaluation of hydrogen energy systems*. Energy Research Journal.
7. Ball M., Weeda M. (2015). *The hydrogen economy – Vision or reality?* International Journal of Hydrogen Energy.
8. Turner J. (2004). *Sustainable hydrogen production*. Science Journal.
9. U.S. Department of Energy (2022). *Hydrogen Production Technologies*. Washington D.C.
10. Blank T., Molly J. (2021). *Fuel Cells and Hydrogen Technology*. Springer Publishing.

ISSN 3030-3907