ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 5

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

MIKRO GES ASINXRON GENERATORINING STATIK ISH REJIMLARINI MAGNIT TO‘YINISHNI HISOBGA OLGAN HOLDA MODELLASHTIRISH

Mahamadjonov Sodiqjon Yo‘ldashboy o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti, “Elektr muhandisligi” kafedrasi PhD, katta o‘qituvchisi
E-mail: s.mahamadjonov@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada avtonom mikro gidroelektr stansiyalar tarkibida ishlovchi qisqa tutashgan rotorli asinxron generatorning statik ish rejimlarini magnit to‘yinish hodisasini hisobga olgan holda matematik modellashtirish masalalari yoritilgan. Tadqiqot davomida generatorning magnit zanjiri to‘yinishining kuchlanish, tok, elektromagnit moment va energiya samaradorligiga ta’siri tahlil qilindi. Generatorning ekvivalent sxemasi asosida takomillashtirilgan matematik model ishlab chiqildi. MATLAB dasturiy muhiti yordamida modellashtirish natijalari olindi va klassik model bilan taqqoslandi. Olingan natijalar magnit to‘yinishni hisobga olish generator ish rejimlarini aniqroq baholash imkonini berishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: mikro GES, asinxron generator, magnit to‘yinish, statik ish rejimi, matematik model, elektromagnit moment, MATLAB, energiya samaradorligi.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы математического моделирования статических режимов работы асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором в составе автономной микроГЭС с учетом магнитного насыщения. Проведен анализ влияния насыщения магнитопровода на напряжение, ток, электромагнитный момент и энергетическую эффективность генератора. Разработана усовершенствованная математическая модель на основе схемы замещения генератора. Результаты моделирования получены в среде MATLAB и сопоставлены с классической моделью. Установлено, что учет магнитного насыщения позволяет более точно оценивать рабочие характеристики генератора.

Ключевые слова: микроГЭС, асинхронный генератор, магнитное насыщение, статический режим, математическая модель, электромагнитный момент, MATLAB, энергетическая эффективность.

Abstract. This paper presents mathematical modeling of static operating modes of a squirrel-cage induction generator used in autonomous micro-hydropower plants considering magnetic saturation effects. The influence of magnetic core saturation on voltage, current, electromagnetic torque, and energy efficiency is investigated. An improved mathematical model based on the equivalent circuit of the generator is developed. Simulation results obtained in the MATLAB environment are

compared with the classical model. The results demonstrate that accounting for magnetic saturation significantly improves the accuracy of evaluating generator operating characteristics.

Keywords: micro hydropower plant, induction generator, magnetic saturation, steady-state operation, mathematical model, electromagnetic torque, MATLAB, energy efficiency.

KIRISH.

Dunyo energetika tizimida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish ulushi yil sayin ortib bormoqda. Aholining uzoq va markazlashgan elektr tarmoqlaridan uzoqda joylashgan hududlarini elektr energiyasi bilan ta'minlashda mikro gidroelektr stansiyalar (mikro GES) muhim o'rin egallaydi. Mikro GESlar ekologik tozaligi, ekspluatatsion xarajatlarining nisbatan pastligi hamda mahalliy gidroresurslardan samarali foydalanish imkoniyati bilan ajralib turadi. Mikro GESlarda elektr energiyasi ishlab chiqarishda ko'pincha qisqa tutashgan rotorli asinxron generatorlardan foydalaniladi. Ushbu generatorlar oddiy konstruksiyaga, yuqori ishonchlilikka va arzon ekspluatatsiyaga ega. Biroq ularning ish jarayonida magnit tizimning to'yinish hodisasi yuzaga keladi va bu generatorning chiqish parametrlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Amaliy hisob-kitoblarda ko'pincha magnit to'yinish e'tiborga olinmaydi. Natijada kuchlanish, tok, elektromagnit moment va foydali ish koeffitsientini aniqlashda ma'lum xatoliklar yuzaga keladi. Shu sababli magnit to'yinishni hisobga oluvchi matematik modellarni ishlab chiqish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masala hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi mikro GES tarkibida ishlovchi asinxron generatorning statik ish rejimlarini magnit to'yinishni hisobga olgan holda modellashtirish va uning ish ko'rsatkichlariga ta'sirini baholashdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Asinxron generatorlarning nazariy asoslari va matematik modellarini ishlab chiqish masalalari ko'plab olimlar tomonidan o'rganilgan. Fitzgerald, Kingsley va Umans tomonidan elektr mashinalar nazariyasi ishlab chiqilgan bo'lib, unda asinxron mashinalarning elektromagnit jarayonlari batafsil bayon etilgan.

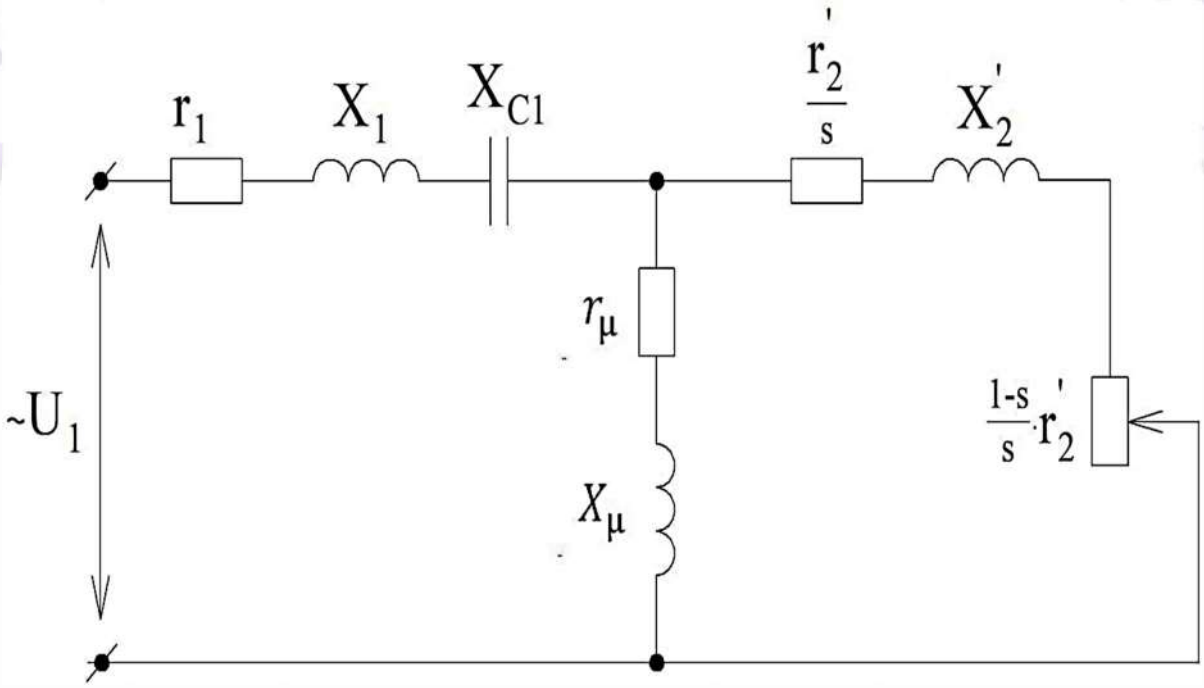
P.C. Krause tomonidan asinxron mashinalarning dinamik va statik modellarini yaratish bo'yicha fundamental tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu ishlarda generator parametrlarining yuklama va tezlikka bog'liqligi tahlil qilingan. Bolanos, Muljadi va Chapmanlarning tadqiqotlarida kichik gidroenergetik qurilmalarda asinxron generatorlardan foydalanish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqotchilar generatorning avtonom ishlash sharoitlarida reaktiv quvvat kompensatsiyasi muhimligini ta'kidlaganlar. Kulinich va Shuxarev tomonidan asinxron mashina parametrlarini aniqlashning eksperimental va hisoblash usullari taklif qilingan. Ularning ishlari generator parametrlarini aniqlash aniqligini

ISSN 3030-3907

oshirishga qaratilgan. So‘nggi yillarda magnit to‘yinishni hisobga olgan modellar ustida ham bir qator ilmiy izlanishlar olib borildi. Ushbu tadqiqotlar magnitlovchi induktivlikning o‘zgaruvchan xarakterga ega ekanligini ko‘rsatdi. Biroq mikro GES tarkibida ishlovchi avtonom asinxron generatorlarning statik ish rejimlarini magnit to‘yinish bilan bog‘liq holda kompleks modellashtirish masalalari yetarlicha o‘rganilmagan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Asinxron generatorning ekvivalent sxemasi



1-rasm. Avtonom mikroGES tarkibidagi asinxron generatorining ekvivalent T simon almashtirish sxemasi

Tadqiqot obyekti sifatida nominal quvvati 750 W bo‘lgan qisqa tutashgan rotorli asinxron generator qabul qilindi. Generatorning bir fazali ekvivalent sxemasi quyidagi elementlardan tashkil topgan:

- stator qarshiligi – R_1;
- stator induktiv qarshiligi – X_1;
- rotor qarshiligi – R_2;
- rotor induktiv qarshiligi – X_2;
- magnitlovchi induktivlik – Xm.

Magnit to‘yinish hisobga olinmagan holda magnitlovchi reaktans doimiy deb olinadi:

$$X_m = \text{const}$$

Amalda esa magnit oqim ortishi bilan magnitlovchi induktivlik kamayadi. Shu sababli quyidagi bog‘lanish taklif etildi:

$$X_m = X_{m0} \cdot k_t$$

bu yerda:

ISSN 3030-3907

X_{m0} – nominal magnitlovchi reaktans;
k_t– magnit to‘yinish koeffitsiyenti.
Magnit to‘yinish koeffitsiyenti
Magnit to‘yinish koeffitsiyenti quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$k_t = \frac{1}{1 + \alpha\Phi^2}$$

Bu yerda:
k_t— magnit to‘yinish koeffitsiyenti;
α — tajribaviy (empirik) koeffitsiyent;
Φ — magnit oqim.

Mazkur model magnit tizimning nochiziqli xususiyatlarini hisobga olish imkonini beradi.

Elektromagnit moment modeli

Asinxron generatorning elektromagnit momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$M = \frac{3U^2(R_2/s)}{\omega_0\left[(R_1 + R_2/s)^2 + (X_1 + X_2)^2\right]}$$

Magnit to‘yinish hisobga olinganda:

$$M_t = k_t \cdot M$$

Natijada generatorning haqiqiy elektromagnit momenti aniqlanadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

MATLAB dasturiy muhitida generatorning statik ish rejimlari modellashtirildi.

Tadqiqotda quyidagi parametrlar qabul qilindi:

1-jadval

Modellashtirish parametrlari

№	Parametr	Qiymati
1	Nominal quvvat	750 W
2	Nominal kuchlanish	220 V
3	Nominal chastota	50 Hz
4	Sinxron tezlik	1000 ayl/min
5	R_1	4.8 Om
6	R_2	3.6 Om

ISSN 3030-3907

7	X_1	5.2 Om
8	X_2	4.7 Om

Modellashtirish natijalari magnit to‘yinish generator parametrlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi.

Kuchlanishning o‘zgarishi.

Yuklama ortishi bilan generator kuchlanishi pasayadi. Magnit to‘yinish hisobga olingan modelda kuchlanishning pasayishi klassik modelga nisbatan ko‘proq kuzatildi.

Tokning o‘zgarishi.

Generator toki yuklama oshishi bilan ortadi. Magnit to‘yinish tufayli magnitlovchi tok ham ortib boradi.

Elektromagnit moment.

Hisoblash natijalariga ko‘ra elektromagnit momentning maksimal qiymati klassik modelga nisbatan 8–12 % gacha kamayishi kuzatildi.

Foydali ish koeffitsienti

Magnit to‘yinish hisobga olinmagan modelda FIK 86–88 % diapazonda aniqlangan bo‘lsa, takomillashtirilgan modelda 82–85 % oralig‘ida bo‘ldi.

Energetik samaradorlik tahlili

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki:

kuchlanish aniqligida 6–8 % farq;

tok hisoblarida 5–7 % farq;

moment hisoblarida 10–12 % farq;

quvvat koeffitsientida 4–6 % farq kuzatildi.

Bu esa magnit to‘yinishni hisobga olmaslik generator parametrlarini noto‘g‘ri baholashga olib kelishini ko‘rsatadi.

Natijalarning ilmiy ahamiyati

Taklif etilgan model quyidagi afzalliklarga ega:

Magnit zanjirning nolinearligini hisobga oladi.

Kuchlanish va momentni aniqroq hisoblash imkonini beradi.

MATLAB modellashtirish uchun qulay.

Mikro GESlarni loyihalashda qo‘llanishi mumkin.

PID asosidagi boshqaruv tizimlarini optimallashtirish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar olindi:

Mikro GES tarkibida ishlovchi asinxron generatorlarning statik ish rejimlarini hisoblashda magnit to‘yinish muhim omillardan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Magnit to‘yinish hisobga olinmagan klassik modellar generator parametrlarini ideal holatga yaqin baholaydi va amaliy natijalardan ma’lum darajada farqlanadi.

Taklif etilgan matematik model magnitlovchi induktivlikning o‘zgarishini hisobga olish orqali generatorning haqiqiy ish rejimlarini aniqroq aks ettiradi.

Elektromagnit moment, tok va kuchlanish qiymatlarini aniqlashda aniqlik sezilarli darajada oshadi.

MATLAB muhitida o‘tkazilgan modellashtirish natijalari modelning adekvatligini tasdiqladi.

Takliflar

Mikro GESlarni loyihalashda magnit to‘yinishni hisobga oluvchi modellarni qo‘llash tavsiya etiladi.

Generator kuchlanishini boshqarishda PID va sun’iy intellekt algoritmlaridan foydalanish maqsadga muvofiq.

Kelgusida dinamik ish rejimlarini ham magnit to‘yinish bilan birgalikda tadqiq qilish zarur.

Eksperimental stend natijalari bilan qo‘shimcha verifikatsiya o‘tkazish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Pirmatov N.B., Matqosimov M.M., Mahamadjonov S.Y. Research on the use of asynchronous machine in generator mode in microhydroelectric plants of a renewable alternative energy source device DOI: https:doi.org10.21203rs.3.rs-3485517v1. 2024. 79-85 b.

2. Axmedov A.P., Mahamadjonov S. Y Improving output parameters of micro hydropower asynchronous generators considering the saturation coefficient. Bulletin news in New Science Society International Scientific Journal Impact factor: 8.5 (Researchbib) https://newarticle.ru/index. php/ bnss Germany, 2025. 23-27 b.

3. Pirmatov N.B., Matqosimov.M.M., Mahamadjonov S.Y. Investigation of transients in asynchronous generators used in microhydroelectric power plants E3S Web of Conferences 508 02007 (2024) https: doi.org 10.1051 e3sconf 202450802007, Green Energy 2023.

4. Pirmatov N.B., Matqosimov.M.M., Mahamadjonov S.Y., Sayitov Sh.S. Analysis of various operating modes of the microhpp asynchronous generator using the matlab simulink program Web of Conferences 508 02012 (2024) https://doi.org 10.1051 e3sconf 202450802012, Green Energy 2023. 1-6 p.

5. Pirmatov N.B., Mahamadjonov S.Y., Matqosimov.M.M. Haydarov H.M.,Characteristics of the static and dynamic operating modes of the asynchronous generator in renewable energy sources and the production of electric

ISSN 3030-3907

energy control through a frequency converter. E3S Web of Conferences 480, 01007 (2024) https:doi.org10.1051e3sconf 202448001007 EEA2023. 2024. 1-6 p.
6. Axmedov A.P., Mahamadjonov S.Y., Mikro GES asinxron generatorini kondensator elementlari orqali qo‘zg‘atish va chiqish kuchlanishini rostlash. Tashkent State Transport University Journal of Transport scientific-technical and innovation journal Volume 2, ISSUE 1 March, 2025. 130-133 b.