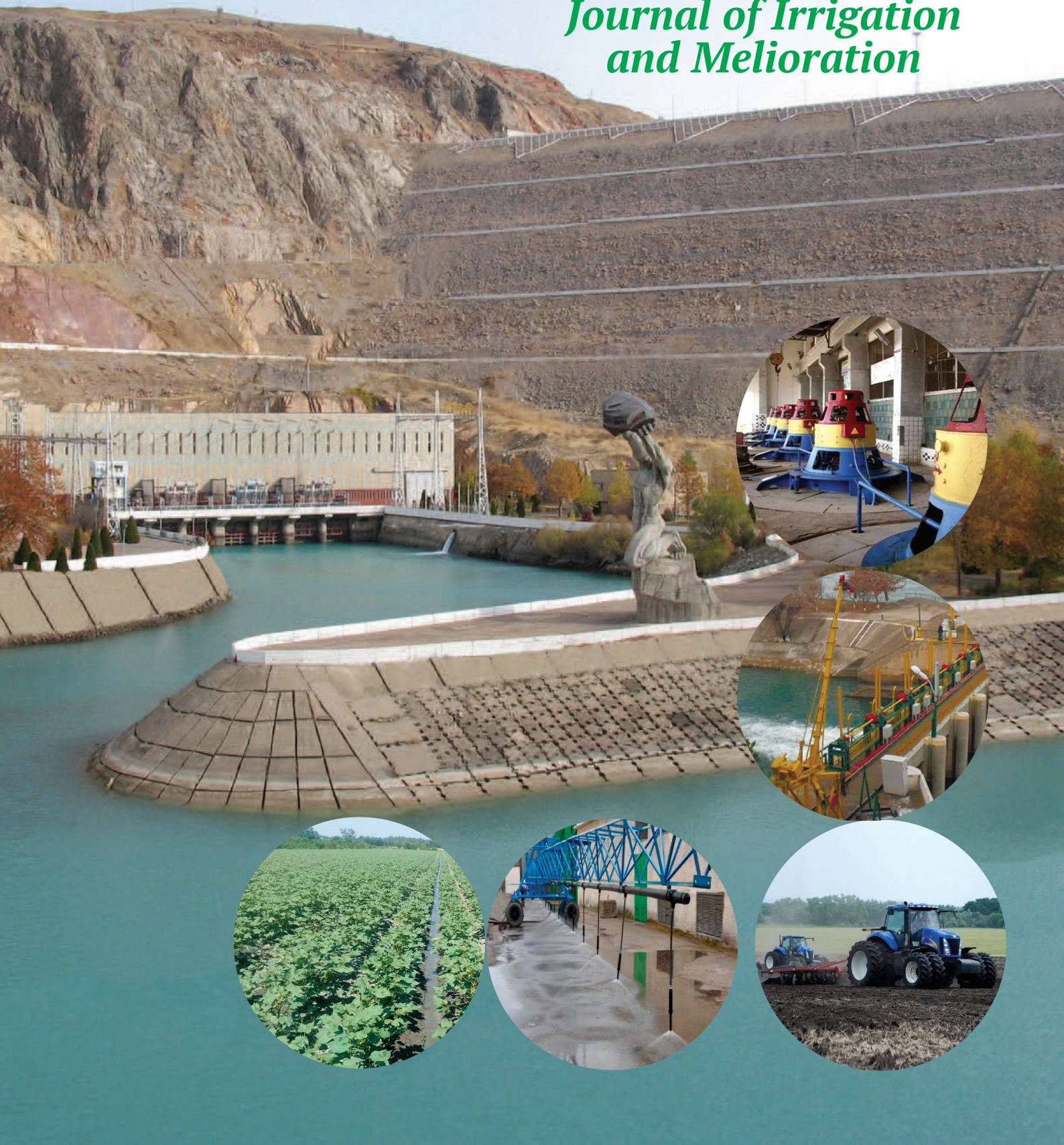


# IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

Maxsus son.2022

*Journal of Irrigation  
and Melioration*





#### Бош муҳаррир:

Султанов Тахиржон Закирович  
“Тошкент ирригация ва кишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”  
Миллий тадқиқот университети  
Илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори, техника фанлари доктори, профессор

#### Илмий муҳаррир:

Салоҳиддинов Абдулҳаким Темирхўжаевич  
“Тошкент ирригация ва кишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”  
Миллий тадқиқот университети  
Халқаро ҳамкорлик бўйича проректори, техника фанлари доктори, профессор

#### Муҳаррир:

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич  
“Тошкент ирригация ва кишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”  
Миллий тадқиқот университети, техника фанлари номзоди, доцент

#### ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ ТАРКИБИ:

**Мирзаев Б.С.**, техника фанлари доктори, профессор, “ТИҚХММИ” МТУ ректори; **Хамраев Ш.Р.**, кишлоқ хўжалик фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазири; **Ишанов Х.Х.**, техника фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси бош мутахассиси; **Салимов О.У.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Мирсаидов М.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Хамидов М.Х.**, кишлоқ хўжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Бакиев М.Р.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Рамазанов О.Р.**, кишлоқ хўжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исаков А.Ж.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Арифжанов А.М.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Маткаримов П.Ж.**, техника фанлари доктори, НМТИ профессори; **Икрамов Р.К.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ профессори; **Шеров А.Г.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Умаров С.Р.**, иқтисод фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исмаилова З.**, педагогика фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худаяров Б.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Султанов Б.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Абдуллаев Б.Д.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Каримов Б.К.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худойбердиев Т.С.**, техника фанлари доктори, АндҚХАИ профессори; **Янгиев А.А.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори.

#### ТАҲРИР КЕНГАШИ ТАРКИБИ:

**Ватин Николай Иванович**, т.ф.д., Буюк Пётр Санкт-Петербург политехника университети профессори; **Иванов Юрий Григорьевич**, т.ф.д., К.А. Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университети профессори, А.Н.Костяков номидаги Мелиорация, сув хўжалиги ва қурилиш институти директори в.б.; **Козлов Дмитрий Вячеславович**, т.ф.д., Москва давлат қурилиш университети профессори, Гидротехника ва Гидроэнергетика қурилиши факультетининг “Гидравлика ва Гидротехника қурилиши” кафедраси мудири; **Lubos Jurik**, associate professor at “Department of Water Resources and Environmental Engineering” of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, т.ф.д., Украина кишлоқ хўжалиги фанлари Миллий академияси академиги, Мелиорация ва сув ресурслари илмий-тадқиқот институти директор маслаҳатчиси, профессор; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, К.А.Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университетининг “Гидротехника иншоотлари” кафедраси мудири; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович** – т.ф.д., М.Ауезов номидаги Жанубий-Қозоғистон давлат университетининг “Механика ва машинасозлик” кафедраси профессори. **Элдиар Дилятов** – PhD, Миллий Фанлар Академияси Геология институти тадқиқотчи олим, Қирғизистон. **Гисела Домеж** – Милан-Бикокка университети, Ер ва атроф-муҳит фанлари кафедраси профессори, Италия. **Молдамуратов Жангазы Нуржанович** – PhD, М.Х.Дулати номидаги Тараз минтақавий университети, “Материаллар ишлаб чиқариш ва қурилиш” кафедраси мудири, доцент, Қозоғистон. **Муминов Абулкосим Оманкулович** – география фанлари номзоди, Тожикистон Миллий университети Физика факультети метеорология ва иқлимшунослик кафедраси катта ўқитувчиси. Тожикистон. **Мирзохонова Ситора Олтибоевна** – техника фанлари номзоди, Физика факультети метеорология ва иқлимшунослик кафедраси катта ўқитувчиси. Тожикистон Миллий Университети. Тожикистон. **Исмаил Мондиал** – Калкутта университети Хорижий докторантура факультети профессори, Хиндистон. **Исанова Гулнора Толегеновна** – PhD, У.У. Успанов номидаги Тупроқшунослик ва Агроқимё ИТИ “Тупроқ экологияси” кафедраси доценти, етакчи илмий ходим, Қозоғистон. **Комиссаров Михаил** – PhD, Уфа Биология институти, Тупроқшунослик лабораторияси катта илмий ходими, Россия. **Аяд М. Фадхил Ал-Қурайши** – PhD, Тишк халқаро университети, Муҳандислик факультети, Фуқаролик муҳандислиги бўлими профессори, Ироқ. **Ундрақш-Од Баатар** – Марказий Осиё Тупроқшунослик жамияти раҳбари, профессор, Монголия.

**Муассис:** “Тошкент ирригация ва кишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” МТУ.

**Манзил:** 100000, Тошкент ш., Қори-Ниёзий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: [i\\_m\\_jurnal@tiame.uz](mailto:i_m_jurnal@tiame.uz)

«Irrigatsiya va Melioratsiya» журнали илмий-амалий, аграр-иқтисодий соҳага ихтисослашган.

Журнал Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлигида 2015 йил 4 мартда 0845-рақам билан рўйхатга олинган.

**Обуна индекси: 1285.**

**Дизайнер:** Маликова Мадинахон



Журнал «SILVER STAR PRINT» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.

Манзил: Тошкент шаҳри, Учтепа тумани, 22-мавзе, 17-уй. Буюртма №3. Адади 400 нусха.

**Главный редактор:**

Султанов Тахиржон Закирович  
доктор технических наук, профессор,  
проректор по научной работе и инновациям  
Национальный исследовательский университет  
"Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"

**Научный редактор:**

Салохиддинов Абдулхаким Темирхужаевич  
доктор технических наук, профессор,  
проректор по международному сотрудничеству  
Национальный исследовательский университет  
"Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"

**Редактор:**

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич  
кандидат технических наук, доцент,  
Национальный исследовательский университет  
"Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Мирзаев Б.С.**, доктор технических наук, профессор, ректор НИУ "ТИИИМСХ"; **Хамраев Ш.Р.**, кандидат технических наук, Министр водного хозяйства Республики Узбекистан; **Ишанов Х.Х.**, кандидат технических наук, главный специалист Кабинета Министров Республики Узбекистан; **Салимов О.У.**, доктор технических наук, академик АНРУз; **Мирсаидов М.**, доктор технических наук, академик АНРУз; **Хамидов М.Х.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Бакиев М.Р.**, доктор технических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Рамазанов О.Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Исаков А.Ж.**, доктор технических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Арифжанов А.М.**, доктор технических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Маткаримов П.Ж.**, доктор технических наук, профессор НИТИ; **Икрамов Р.К.**, доктор технических наук, профессор НИИИВП; **Шеров А.Г.**, доктор технических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Умаров С.Р.**, доктор экономических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Исмаилова З.**, доктор педагогических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Худаяров Б.**, доктор технических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Султанов Б.**, доктор экономических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Абдуллаев Б.Д.**, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Каримов Б.К.**, профессор НИУ "ТИИИМСХ"; **Худойбердиев Т.С.**, доктор технических наук, профессор АндИСХА; **Янгиев А.А.**, доктор технических наук, профессор НИУ "ТИИИМСХ".

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

**Ватин Николай Иванович**, д.т.н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, (Россия); **Иванов Юрий Григорьевич**, д.т.н., профессор Российской государственной аграрной университета МСХА имени К.А.Тимирязева, и.о. директора института Мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.Костякова, (Россия); **Козлов Дмитрий Вячеславович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедры "Гидравлика и гидротехническое строительство" факультета гидротехнического и гидроэнергетического строительства, (Россия) Московского государственного строительного университета; **Lubos Jurik**, associate professor at "Department of Water Resources and Environmental Engineering" of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, д.т.н., профессор, Академик Национальной академии сельскохозяйственных наук Украины, Советник директора Научно-исследовательского института Мелиорации и водных ресурсов; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, заведующий кафедрой "Гидротехнические сооружения" ФГБОУ ВО РГАУ -МСХА имени К.А.Тимирязева; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович**, д.т.н., профессор кафедры "Механика и машиностроение" Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова; **Элдиар Дилятов**, PhD, научный сотрудник Института геологии Национальной академии наук Кыргызстана; **Гисела Домеж**, Университет Милана-Бикокка, профессор наук о Земле и окружающей среде, Италия; **Молдамуратов Жангазы Нуржанович**, PhD, Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, заведующий кафедрой «Материалопроизводство и строительство», доцент, Казахстан; **Муминов Абулкосим Оманкулович**, Кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии физического факультета Национального университета Таджикистана. Таджикистан; **Мирзохонова Ситора Олтибоевна**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии физического факультета. Национальный университет Таджикистана. Таджикистан; **Исмаил Мондиал**, профессор факультета иностранных докторантов Калькуттского университета, Индия; **Исанова Гулнора Толегеновна**, PhD, доцент кафедры экологии почв НИИ почвоведения и агрохимии им. Ю.У.Успанова, ведущий научный сотрудник, Казахстан; **Комиссаров Михаил**, PhD, Уфимский биологический институт, старший научный сотрудник лаборатории почвоведения, Россия; **Аяд М. Фадхил Ал-Кураиши**, PhD, Тишский международный университет, инженерный факультет, профессор гражданского строительства, Ирак; **Ундракш-Од Баатар**, председатель Центральноазиатского общества почвоведов, профессор, Монголия.

**Учредитель:** НИУ "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства".

**Наш адрес:** 100000, г. Ташкент, улица Кары - Ниязий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: [i\\_m\\_jurnal@tiame.uz](mailto:i_m_jurnal@tiame.uz)

Журнал «Irrigatsiya va Melioratsiya» специализируется в научно-практической, аграрно-экономической сферах.

Журнал зарегистрирован Узбекским агентством по печати и информации 4 марта 2015 года за № 0845.

**Индекс подписки:** 1285.

**Дизайнер:** Маликова Мадинахон



Журнал изготовлен в ООО «SILVER STAR PRINT».

Адрес: г. Ташкент, Учтепинский район, 22 кв., дом 17. Заказ №3. Тираж 400 штук.

**Chief Editor:**

Sultanov Takhirjon

Vice-rector for scientific researches and innovations

Professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"  
National Research University, Doctor of technical sciences

**Scientific Editor:**

Salohiddinov Abdulkhakim

Vice-rector for international cooperation

Professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"  
National Research University, Doctor of technical sciences

**Editor:**

Hodjaev Saidakram

Associate professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"  
National Research University, Candidate of technical sciences

**EDITORIAL TEAM:**

**Mirzaev B.**, doctor of technical sciences, professor, rector of "TIAME" NRU; **Khamraev Sh.**, candidate of technical sciences, minister of the Water Resources of the Republic of Uzbekistan; **Ishanov H.**, candidate of technical sciences, chief specialist Cabinet Ministers of the Republic of Uzbekistan; **Salimov O.**, doctor of technical sciences academician of ASRUz; **Mirsaidov M.**, doctor of technical sciences academician of ASRUz; **Khamidov M.**, doctor of agricultural sciences, professor "TIAME" NRU; **Bakiev M.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Ramazanov O.**, doctor of agricultural sciences, professor "TIAME" NRU; **Isakov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Arifjanov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Matkarimov P.J.**, doctor of technical sciences, professor NETI; **Ikramov R.**, doctor of technical sciences, professor SRIIWP; **Sherov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Umarov S.**, doctor of economic sciences, professor "TIAME" NRU; **Ismailova Z.**, doctor of pedagogical sciences, professor "TIAME" NRU; **Khudayarov B.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Sultonov B.**, professor "TIAME" NRU; **Abdullaev B.D.**, professor "TIAME" NRU; **Karimov B.K.**, professor "TIAME" NRU; **Xudoyberdiyev T.S.**, professor Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies; **Yangiev A.A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU;

**EDITORIAL COUNCIL:**

**Vatin Nikolay Ivanovich**, doctor of technical sciences, professor Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, (Russia); **Ivanov Yuriy Grigorievich**, doctor of technical sciences, professor Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, executive director of Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov (Russia); **Kozlov Dmitriy Vyacheslavovich**, doctor of technical sciences, professor Moscow State University of Civil Engineering – Head of the Department Hydraulics and Hydraulic Engineering Construction of the Institute of Hydraulic Engineering and Hydropower Engineering, (Russia); **Lubos Jurik**, associate professor at "Department of Water Resources and Environmental Engineering" of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Kovalenko Petr Ivanovich**, doctor of technical sciences, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Advisor to the Director of the Research Institute of Melioration and Water Resources, Professor; **Xanov Nartmir Vladimirovich**, professor, Head of the Department of Hydraulic Structures RSAU – MAA named after K.A.Timiryazev; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal. **Ainabekov Alpysbay Imankulovich**, doctor of technical sciences, professor of the Department Mechanics and mechanical engineering, South Kazakhstan State University named after M.Auezov; **Eldiir Duulatov**, PhD, Researcher at the Institute of Geology of the National Academy Sciences of Kyrgyzstan. **Gisela Domej**, University of Milan-Bicocca, Professor of Department of Earth and Environmental Sciences, Italy; **Moldamuratov Jangazy Nurjanovich**, PhD, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Head of the Department of Material Production and Construction, Associate Professor, Kazakhstan; **Muminov Abulkosim Omankulovich**, Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer, Department of Meteorology and Climatology, Faculty of Physics, National University of Tajikistan. Tajikistan; **Mirzoxonova Sitara Oltiboevna**, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Meteorology and Climatology, Faculty of Physics. National University of Tajikistan. Tajikistan. **Ismail Mondial**, Professor at the Department of Foreign Doctoral Students, Calcutta University, India; **Isanova Gulnura Tolegenovna**, PhD, Associate Professor, Department of Soil Ecology, Research Institute of Soil Science and Agrochemistry. Yu.U.Uspanova, Leading Researcher, Kazakhstan; **Komissarov Mixail**, PhD, Ufa Biological Institute, Senior Researcher, Laboratory of Soil Science, Russia; **Ayad M. Fadxil Al-Quraishi**, PhD, Tish International University, Faculty of Engineering, Professor of Civil Engineering, Iraq; **Undrakh-Od Baatar**, Chairman of the Central Asian Society of Soil Scientists, professor, Mongolia;

**Founder:** "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University.

**Our address:** 39, Kari-Niyazi str., Tashkent 100000 Uzbekistan <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: [i\\_m\\_jurnal@tiame.uz](mailto:i_m_jurnal@tiame.uz)

The journal of "Irrigatsiya va Melioratsiya" specializes in scientific-practical, agrarian and economic spheres.

The journal was registered by the Uzbek Agency for Press and Information on March 4, 2015, under № 0845.

**Subscription index is 1285.**

**Desingner:** Malikova Madinakhon



The journal was published by LLC SILVER STAR PRINT.

Address: Tashkent, Uchtepa district, 22., house 17. Order №. 3. Circulation 400 pieces.

<i>А.С.Бердишев, А.А.Турдибаев, Н.А.Айтбаев</i> <b>Сувни зарарсизлантириш учун лаборатория электрогидравлика қурилмасини ишлаб чиқиш.....</b>	<b>169</b>
<i>Р.Ф.Юнусов, Д.М.Акбаров</i> <b>Эксплуатационная надёжность электроприводов водохозяйственного оборудования.....</b>	<b>173</b>
<i>А.С.Бердишев, З.З.Джумабаева</i> <b>Сув таъминот тизимида энергиятежамкор технологиянинг математик моделли ва унга таъсир этувчи факторлар.....</b>	<b>177</b>
<i>М.Ибрагимов, Ф.Кушназаров</i> <b>Сунъий кўлларда балиқларни табиий озиклантириш самарадорлигини оширишда импульс кенгайтиргич модулини қўллаш.....</b>	<b>182</b>
<i>М.Ибрагимов, С.Н.Нематов</i> <b>Янги йиғилган пиёз ва картошкага озон гази орқали ишлов бериш ҳамда сақланиш сифатини ошириш ва озон ҳосил бўлиш жараёнининг тадқиқоти .....</b>	<b>187</b>
<i>А.А.Турдибоев</i> <b>Оқова сувларни тозалашда электр актеваторнинг параметрларини асослаш .....</b>	<b>191</b>
<i>Н.М.Эшпулатов, Н.Т.Тошмаматов</i> <b>Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритиш жараёнида энергиядан фойдаланиш самарадорлигини ошириш омиллари.....</b>	<b>199</b>
<i>Н.М.Эшпулатов, Д.У.Диниқулов</i> <b>Данакли меваларга шарбат олишдан олдин ўта юқори частотали электромагнит майдон энергияси билан ишлов бериш электротехнологияси .....</b>	<b>203</b>
<i>А.С.Бердишев, У.Д.Едилбаев, Н.А.Айтбаев</i> <b>Вопросов энергосбережения термодинамики .....</b>	<b>209</b>
<i>Ш.Р.Рахманов</i> <b>Реализация математических моделей и алгоритмов в задачах управления процессом культивирования микроводорослей.....</b>	<b>216</b>
<i>А.С.Бердишев, Н.М.Маркаев</i> <b>Ўзумни “Қишмиш чёрный” навининг новда қаламчасидан маълум вақт оралиғида ўтадиган электр ток жичлигини тадқиқ этиш.....</b>	<b>221</b>
<i>Н.М.Маркаев, А.С.Бердишев</i> <b>“Қишмиш чёрный” навли узум қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов беришда электр занжирнинг энергетик хусусиятларини тадқиқ этиш .....</b>	<b>226</b>
<i>С.К.Шеръязов, Р.Ф.Юнусов, А.Х.Доскенов, Д.М.Акбаров, Ш.А.Усманов</i> <b>Показатели эффективности гелиоустановки в системе солнечного теплоснабжения....</b>	<b>231</b>
<i>М.Ибрагимов, Н.М.Эшпулатов, Ш.И.Муртазов</i> <b>Қишлоқ электр тармоқларида филтрли компенсатор қурилмаси ёрдамида реактив қувватни компенсациялаш.....</b>	<b>236</b>
<i>Н.М.Эшпулатов, А.И.Хуррамов</i> <b>Қуруқ меваларни чақиш универсал қурилмаси иш жараёнини назарий асослаш ва техник талаблари.....</b>	<b>242</b>
<i>П.И. Каландаров, А.А. Муталов</i> <b>Дон сақлашнинг технологик жараёнини таҳлил қилишнинг автоматлаштириш объекти сифатида .....</b>	<b>246</b>
<i>Н.М.Ешпулатов, А.И.Хуррамов</i> <b>Qurug mevalarni chaqish va o'simlik moyini olish universal qurilmasi .....</b>	<b>250</b>



УДК: 621.3.027.5:631.67.03

## ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЁЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Р.Ф.Юнусов – доцент, Д.М.Акбаров – базовый докторант, Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”*

### Аннотация

Новые условия хозяйствования предприятий АПК предъявляют по-вышенные требования к надёжности электроприводов рабочих машин. Их отказы приводят не только к прямому ущербу, связанному с заменой отка-завшего элемента, но и технологическому, обусловленному порчей сель-скохозяйственной продукции. В настоящее время технологический ущерб стал соизмерим со стоимостью отказавшего оборудования. Это связано с тем, что многие хозяйства стали иметь малое производство, а цены на тех-нологическое и электротехническое оборудование резко возросли.

**Ключевые слова:** *электропривод, электродвигатель, надёжность, защита, изоляция, срок службы.*

## СУВ ХЎЖАЛИГИ УСКУНАЛАРИ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРИНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН ИШОНЧЛИЛИГИ

*Р.Ф.Юнусов – доцент, Д.М.Акбаров – таянч докторант, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” миллий тадқиқот уни-верситети*

### Аннотация

Агросаноат комплекси корхоналарини бошқаришнинг янги шартлари ишлайдиган ускуналари электр юритмалари-нинг ишончлилигига талаб-ларни оширади. Уларнинг ишламай қолиши нафақат ишламай қолган элементни алмашти-риш билан боғлиқ тўғридан-тўғри зарарга, балки қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг шикастланишидан келиб чиқади-ган технологик зарарга ҳам олиб келади. Ҳозирги вақтда технологик зарар ишдан чиққан усқунанинг нархиға мутаносиб бўлади. Сабаби, кўплаб фермер хўжаликлариди кичик ишлаб чиқариш йўлга қўйилиб, технологик ва электр жиҳозлари нархи кескин ошган.

**Таянч сўзлар:** *электр юритма, электр мотор, ишончлилик, ҳимоя, изоляция, эксплуатация муддати.*

## OPERATIONAL RELIABILITY OF ELECTRIC ACTUATORS WATER MANAGEMENT EQUIPMENT

*R.F.Yunusov – associate professor, D.M. Akbarov – basic doctoral student, National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”*

### Abstract

The new economic conditions of the agro-industrial complex impose increased requirements on the reliability of electric drives of working machines. Their failures lead not only to direct damage associated with the replacement of the failed element, but also to technological damage caused by damage to agricultural products. At present, the technological damage has become commensurate with the cost of the failed equipment. This is due to the fact that many farms began to have small-scale production, and prices for technological and electrical equipment have risen sharply.

**Key words:** *electric drive, electric motor, reliability, protection, isolation, service life.*



**П**роблема надёжности в мелиоративных си-стемах электроэнергетических объектов является основным в комплексе предъявляемых к ним требований. Суммарная мощность одно-временно простаивающих в аварийном ремонте электродвигателей и генераторов составляет сотни тысяч киловат. При высокой степени аварийности электрооборудования оценка надёжности отдель-ных видов оборудования и установок и поиск воз-можных путей повышения надёжности как в ходе эксплуатации, так и при проектировании новых установок становятся первоочередными задачами.

Практические задачи, связанные с проблемой надёжности в системах электропривода, могут быть сформулированы следующим образом [1, 2]: стати-стическая оценка и анализ надёжности действующего оборудования и установок; нормирование

надёжности оборудования и установок; прогнози-рование надёжности проектируемого и изготов-ленного оборудования; испытания оборудования и его элементов на надёжность; расчёт и анализ надёжности установок и систем; обеспечение (или синтез) надёжности оборудования и установок; оп-тимизация технических решений при проектиро-вании, изготовлении и эксплуатации оборудования и установок с учетом их надёжности.

Выбор методов решения поставленных задач определяют следующие обстоятельства [1, 3]: не-возможность натуральных испытаний на надёжность; невозможность заводских испытаний всех эле-ментов установок на надёжность; невозможность оценивать надёжность новых типов оборудования и установок по существующей эксплуатационной статистике; требование для ответственных устано-

вок уверенного выбора варианта (решения) с большой надёжностью; необходимость экономически обосновывать выбор варианта в том случае, если требуются большие затраты на повышение надёжности; ограничение возможности «тренировки» или обкатки элементов установок в заводских и эксплуатационных условиях; необходимость учитывать влияние большого числа различных факторов.

При оценке и расчёте надёжности должны учитываться следующие факторы: внешние условия (атмосферные явления, транспортные происшествия, строительные работы и др.); уровень эксплуатации (обеспеченность запасными частями, техникой, квалификация обслуживающего персонала, технологическая и трудовая дисциплина и др.); качество заводского изготовления, контроль качества и надёжности (уровень производства, организация бездефектного изготовления, испытания на надёжность и т.д.); приработка и отладка устанавливаемого оборудования (уровень механизации, оснащённость контрольными приборами, качество монтажа и т.д.); периодичность и качество профилактического обслуживания (плановые и внеплановые ремонты, ревизии, испытания, диагностика, контроль состояния); организация аварийных ремонтов (технология ремонтов, число и техническая оснащённость аварийных бригад и т.д.) и учёта отказов; организация противоаварийных мероприятий.

Прогнозирование надёжности систем электропривода требует дополнительного учёта таких факторов, как: неполнота сведений об отказах (недостаточное число донесений об отказах или отсутствие зарегистрированных отказов определенного вида), недостаточный объём испытаний (ограниченное число объектов и малый срок наблюдений); степень соответствия используемой математической модели дей-

ствительности; нестационарность потока отказов; неточность и недостоверность исходных данных.

Обеспечение заданного уровня надёжности оборудования и установок в свою очередь связано с учётом таких факторов, как: эффективность и стоимость заводских испытаний и контроля; эффективность и стоимость профилактических ремонтов; лимит времени на профи-

лактику; сложность установки (число элементов и связей между ними); возможность автоматического управления; надёжность устройств защиты, автоматики и АСУ.

Выбор технических решений и оптимизация уровня надёжности связаны с такими факторами, как: удельный вес дополнительных капиталовложений и издержек; удельный вес ожидаемого народнохозяйственного ущерба от перерывов в электроснабжении и аварий; дополнительный отрицательный эффект в смежных отраслях народного хозяйства из-за отказов электроустановок; неопределённость и случайность процесса функционирования и отказов в установках конкретного объекта; надёжность оператора, управляющего установкой и обслуживающего оборудование; необходимость учёта неэкономических (например, экологических, политических) требований, а также достижений научно-технического прогресса; обоснованность критериев оптимальности и разработанность методов оптимизации [1, 4].

Целью работы является совершенствование методов обеспечения эксплуатационной надёжности систем электроприводов с асинхронными двигателями (ЭП с АД), создание методик исследования и прогнозирования их показателей надёжности в эксплуатации и разработка научно обоснованных рекомендаций по выбору комплектов ЭП с АД.

Для реализации поставленной цели определены задачи исследования:

1. Анализ проблемы эксплуатационной надёжности АД. Определение компонентов, оказывающих влияние на эксплуатационную надёжность двигателя, и влияния между ними с целью получения математической модели;
2. Сформулировать задачу оптимального выбора устройства защиты (УЗ) и АД в зависимости от уровня потока аварий и предъявляемых к показателю надёжности требований;
3. По результатам анализа отказов АД

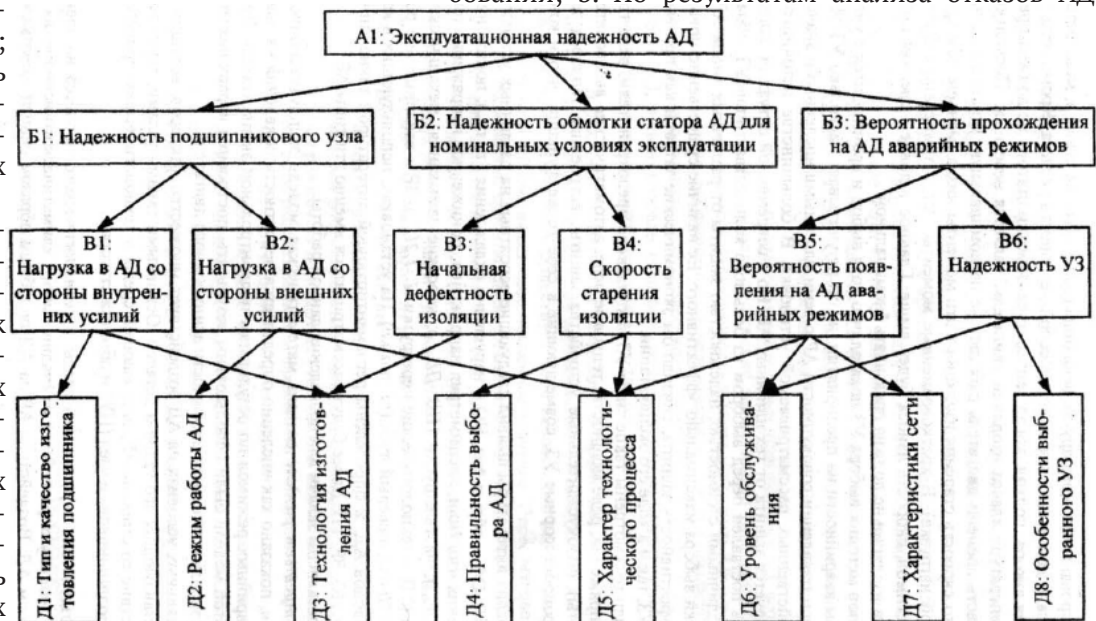


Рис. 1. Иерархическая структура эксплуатационной надёжности асинхронных двигателей.

при под-контрольной эксплуатации определить численные значения вероятностей появления аварийных режимов (АР), разбить их на группы и дать классификацию по типам производств; 4. Определение ряда оптимальных ком-плектов АД-УЗ для различных вероятностей появления АР на основании математической модели эксплуатационной надежности АД; 5. Создание методики выбора АД по надёжности, используя нагрузочную диаграмму, целью которой был бы выбор того двигателя, который при данных усло-виях эксплуатации обеспечивал необходимую надёжность. При этом параметр надёжности представляется как некий резерв, вырабатываемый двигателем более или менее быстро в зависимости от характера нагрузки; 6. Провести анализ выбора АД на основе созданной методики.

1. Вероятность безотказной работы в интервале времени  $0 \leq t \leq t_0$

$$p(t_0) = N(t_0) / N(0) = 1 - n(t_0) / N(0), \quad (1)$$

где  $N(t_0)$  – число исправных двигателей в момент времени  $t_0$ ;  $N(0)$  – число исправных двигателей в момент времени  $t=0$ ;  $n(t_0)$  – число отказавших двигателей за время  $t_0$ .

2. Вероятность отказа двигателя в интервале  $0 \leq t \leq t_0$

$$Q(t_0) = n(t_0) / N(0) = 1 - p(t_0), \quad (2)$$

т.е. фактически определяется частота события (безотказного состояния или отказа), которая лишь при очень большом числе наблюдаемых объектов  $N(0)$  соответствует приближенно вероятности этого события.

3. Интенсивность отказов в момент времени  $t$

$$\lambda(t) = [n(t+\Delta t) - n(t)] / N(t) \Delta t = [N(t + \Delta t) - N(t)] / N(t) \Delta t = \Delta n(t, \Delta t) / N(t) \Delta t, \quad (3)$$

где  $N(t)$  – число объектов, исправных к моменту  $t$ ;  $n(t)$  – число объектов, отказавших к моменту  $t$ ;  $\Delta n(t, \Delta t)$  – число объектов, отказавших в интервале времени  $[t, t + \Delta t]$ .

4. Ресурс между ремонтами двигателя от момента окончания  $(k-1)$ -го восстановления до  $k$ -го отказа

$$T_k = \frac{1}{N(0)} \sum_{i=1}^{N(0)} \theta_k^{(i)}, \quad (4)$$

где  $N(0)$  – общее число двигателей, начавших работу после  $(k-1)$ -го восстановления;

$\theta_k^{(i)}$  – реализация времени работы после  $(k-1)$ -го восстановления до  $k$ -го отказа для  $i$ -го двигателя.

Таким образом,  $T_k$  определяется как среднее арифметическое реализаций времени между соответствующими значениями межремонтного ресурса для совокупности наблюдаемых объектов.

5. Коэффициент готовности  $K_g$  характеризуется в статистическом определении как отношение числа двигателей, находящихся в момент времени  $t$  в состоянии работоспособности, к общему числу наблюдаемых двигателей:

Сравнить её с общепринятыми методиками. 7. Выработать рекомендации по выбору оптимального типа УЗ в зависимости от картины потоков АР.

На основе анализа элементов, влияющих на эксплуатационную надёжность АД, существующим методикам выбора двигателей и устройств защиты, проведён анализ аварийных режимов. Также проведён анализ и разделены такие два понятия как надёжность и эксплуатационная надёжность АД.

Анализ элементов, оказывающих влияние на эксплуатационную надёжность АД, привёл к мнению, что доминирующими являются надёжностные показатели выбранного двигателя, вероятность срабатывания вы-бранного УЗ, поток АР. Это позволило создать иерархическую структуру эксплуатационной надёжности АД (рис. 1), определить связи между её элементами [5].

Известно, что показатели надёжности можно определять на основе как вероятностного, так и статистического подхода [4]. Вероятностный подход математически более строг, и статистические показатели лишь в пределе, при достаточно большом числе испытываемых или наблюдаемых двигателей, будут сходиться к аналогичным вероятностным показателям.

Для анализа, отказав в эксплуатационных условиях естественно при-менение статистических определений. Рассмотрим основные показатели надёжности [4].

Наблюдения за отказами, выражаемые в систематическом накоплении показателей  $N(0)$ ,  $N(t)$ ,  $n(t)$  и др., позволяют получать полезные для пред-варительного анализа эксплуатационной надёжности данные, на основе которых определяются эксплуатационные характеристики электроприводов (организация ремонтов, расчёт требуемого резерва для обеспечения необходимого уровня бесперебойности водоснабжения или водооткачки и т.д.).

Для более детальной характеристики надёжности электродвигателей целесообразно получать статистические данные по отказам отдельных уз-лов, особенно выделяя «слабые» узлы. Для электродвигателей насосных установок таковыми являются подшипники и обмотка статора.

Пузловой анализ отказов позволяет установить законы распределения наработок до отказа и ресурсов как на основе производственных испытаний (в частности, ускоренных), так и в порядке наблюдений за эксплуатационными от-казами [2, 4].

Соответствующий статистический материал целесообразно накапливать по показателям ремонтпригодности и сохраняемости.

Опыт эксплуатации отечественных электродвигателей насосных уста-новок и аналогичных двигателей зарубежных фирм показывает, что вероятность их безотказной работы в настоящее время не ниже 0,85.

Технико-экономические расчёты показывают целесообразность увеличения  $P(t_0)$  до уровня не ниже 0,9–0,95, а в некоторых ответственных системах и до 0,99 [4].

Это сложная задача, требующая комплексного подхода к решению проблемы надёжности и, прежде всего, проведения систематической работы по анализу причин повреждений и отказов.



№	Литература	References
1	1. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве. – Киев: Изд-во УСХА, 1990. – 168 с.	1. Ovcharov V.V. Operational modes of operation and continuous diagnostics of electrical machines in agricultural production. - Kiev: USHA Publishing House, 1990. 168 p.
2	2. Ермолин Н.П., Жерихин И.П. Надёжность электрических машин. – Л.: Энергия, 1976. – 248 с.	2. Ermolin N.P., Zherikhin I.P. Reliability of electrical machines. Leningrad: Energy, 1976. 248 p.
3	3. Сырых Н.Н. Эксплуатация сельских электроустановок. – М.: Агропромиздат, 1986. – 240 с.	3. Syrykh N.N. Operation of rural electrical installations. M.: Agropromizdat, 1986. 240 p.
4	4. Гук Ю.Б. Анализ надёжности электроэнергетических установок. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 224 с.	4. Guk Yu.B. Analysis of the reliability of electric power plants. L.: Energoatomizdat, 1988. 224 p.
5	5. Конарев О.С. Обеспечение эксплуатационной надёжности асинхронных двигателей малой и средней мощности.- Автореф. дис. на соиск. уч. степени к.т.н. – Томск: ТПУ, 2000. – 19 с.	5. Konarev O.S. Ensuring the operational reliability of asynchronous motors of small and medium power.- Abstract of the thesis. dis. for the competition uch. Ph.D. degree. Tomsk: TPU, 2000. 19 p.
6	6. Ермолин Н.П., Жерихин И.П. Надёжность электрических машин. – Л.: Энергия, 1976. – 135 с.	6. Ermolin N.P., Zherikhin I.P. Reliability of electrical machines.- L.: Energy, 1976. 135 p.
7	7. Синьков В.М., Пересыпкина С.И., Филиппов Н.М. Математические задачи сельской электрификации. – Киев: Вища школа, 1978. – 288 с.	7. Sinkov V.M., Peresypkina S.I., Filippov N.M. Mathematical problems of rural electrification. - Kyiv: Vishcha school, 1978. 288 p.
8	8. Юнусов Р.Ф. Автоматизированный линейный асинхронный электропривод платформенного кормораздатчика.- В кн.: Рациональное использование электроэнергии в сельском и водном хозяйстве. Сб.науч. тр./ТИИМСХ. – Ташкент,1998. – С. 111-118.	8. Yunusov R.F. Automated linear asynchronous electric drive of a platform feeder. - In the book: Rational use of electricity in agriculture and water management. Collection of scientific works / TIIMSH, Tashkent, 1998, pp. 111-118.

