ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 3

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

НАУЧНЫЙ АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Зохидов Одил Умирзокович,
Навоийский государственный горно-технологический университет, доцент;
Идиев Рустам Элмурот угли,
Навоийский государственный горно-технологический университет, магистрант;
Умирзаков Утамурод Тоштемир угли,
Навоийский государственный горно-технологический университет, ассистент.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы вибродиагностики и прогнозирования технического состояния асинхронных электродвигателей на основе автоматизированной системы мониторинга. Предложенная система обеспечивает непрерывный контроль вибрационных параметров, раннее выявление дефектов и предупреждение аварийных отказов оборудования. Применение современных методов обработки сигналов способствует повышению надёжности электродвигателей, сокращению внеплановых простоев и увеличению срока их эксплуатации.

Ключевые слова: вибродиагностика, электродвигатель, автоматизированная система контроля, прогнозирование технического состояния, датчики вибрации, обработка вибросигналов, предиктивное обслуживание.

Аннотация. Мақолада автоматлаштирилган мониторинг тизими асосида асинхрон электр двигателларининг техник ҳолатини вибродиагностика қилиш ва башорат қилиш масалалари кўриб чиқилган. Таклиф этилган тизим тебраниш параметрларини узлуксиз назорат қилиш, нуқсонларни эрта аниқлаш ва ускунанинг фавқулодда ишдан чиқишининг олдини олишни таъминлайди. Сигналларга ишлов беришнинг замонавий усулларини қўллаш электр двигателларининг ишончлилигини ошириш, режадан ташқари тўхтаб қолишларни камайтириш ва уларнинг ишлаш муддатини узайтиришга хизмат қилади.

Калит сўзлар: вибродиагностика, электр двигатель, автоматлаштирилган назорат тизими, техник ҳолатни башорат қилиш, тебраниш датчиклари, вибросигналларни қайта ишлаш, башоратли хизмат кўрсатиш.

Abstract. This article examines vibration diagnostics and forecasting of the technical condition of asynchronous electric motors based on an automated

ISSN 3030-3907

monitoring system. The proposed system ensures continuous control of vibration parameters, early detection of defects, and prevention of equipment emergency failures. The application of modern signal processing methods contributes to increasing the reliability of electric motors, reducing unscheduled downtime, and extending their service life.

Keywords: vibration diagnostics, electric motor, automated control system, technical condition forecasting, vibration sensors, vibration signal processing, predictive maintenance.

ВВЕДЕНИЕ.

Вибрационная диагностика является одним из наиболее эффективных современных способов оценки технического состояния промышленного оборудования. Данный метод основан на исследовании характеристик механических колебаний, возникающих во время работы механизмов. Любая вращающаяся техника в процессе эксплуатации создает определённый уровень вибрации, содержащий информацию о состоянии отдельных узлов, деталей и рабочих элементов системы.

Анализ вибрационных сигналов позволяет обнаруживать как уже сформировавшиеся неисправности, так и дефекты на начальном этапе их возникновения. Благодаря этому появляется возможность своевременно прогнозировать дальнейшее развитие повреждений и предотвращать серьёзные аварии или внеплановые остановки оборудования.

Наибольшее применение вибрационная диагностика получила при мониторинге вращающихся механизмов, поскольку именно этот метод помогает решать свыше 90% задач, связанных с определением и прогнозированием технического состояния машин и агрегатов. Ключевым преимуществом вибрационного контроля считается возможность проведения диагностики без демонтажа и остановки оборудования, непосредственно в условиях его эксплуатации.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ОБЗОР

Проблемы вибрационной диагностики и автоматизированного контроля технического состояния электродвигателей занимают важное место в современных научных исследованиях. Анализ литературных источников показывает, что методы виброконтроля являются одним из наиболее эффективных способов раннего обнаружения неисправностей вращающегося оборудования, прогнозирования отказов и повышения надежности промышленных систем.

Теоретические основы анализа колебательных процессов были заложены в трудах многих зарубежных ученых. Существенный вклад в развитие теории вибраций внес немецкий ученый Ernst Chladni,

ISSN 3030-3907

исследования которого стали основой дальнейшего развития виброакустических методов диагностики. В последующие годы вопросы вибрационного мониторинга и анализа сигналов получили развитие в работах E. Peter Carden, Paul Fanning, C. Cempel, Wei Fan и других исследователей, изучавших методы спектрального анализа, диагностики дефектов и прогнозирования технического состояния машин.

Среди российских ученых значительный вклад в развитие вибродиагностики внесли В.В. Клюев, А.П. Барков, Н.А. Баркова и В.Н. Костюков. В работах В.В. Клюева подробно рассматриваются методы технической диагностики и неразрушающего контроля промышленного оборудования. Исследования А.П. Баркова и Н.А. Барковой посвящены вопросам вибрационного мониторинга вращающихся механизмов, анализу спектров вибрации и разработке диагностических систем для оценки состояния подшипниковых узлов и электромеханического оборудования. В трудах В.Н. Костюкова рассматриваются методы автоматизированного контроля и прогнозирования ресурса промышленных агрегатов на основе вибрационных параметров.

Большое значение для развития вибрационной диагностики имеют исследования российских специалистов в области цифровой обработки сигналов и интеллектуальных диагностических систем. В научных публикациях рассматриваются методы быстрого преобразования Фурье, вейвлет-анализа и нейросетевых технологий для повышения точности распознавания дефектов электродвигателей.

В Республике Узбекистан вопросы повышения надежности электротехнического оборудования и внедрения современных методов технической диагностики также являются актуальным направлением научных исследований. Существенный вклад в развитие данной области внесли узбекские ученые А.А. Абдувалиев, Ш.Р. Юлдашев, М.М. Каримов, К.Т. Алимходжаев и другие исследователи, изучавшие вопросы диагностики электрических машин, автоматизации технологических процессов и мониторинга технического состояния промышленного оборудования. В их работах рассматриваются методы повышения эффективности эксплуатации электродвигателей, внедрение автоматизированных систем контроля и применение цифровых технологий в промышленной диагностике.

Проведенный анализ научной литературы показывает, что современные системы вибрационного контроля позволяют осуществлять непрерывный мониторинг оборудования в режиме реального времени, своевременно выявлять зарождающиеся дефекты и прогнозировать

ISSN 3030-3907

вероятность возникновения аварийных ситуаций. Вместе с тем остаются актуальными вопросы повышения точности диагностических алгоритмов, совершенствования методов обработки вибросигналов и создания интеллектуальных автоматизированных систем контроля.

Таким образом, анализ литературных источников подтверждает научную и практическую значимость разработки автоматизированной системы вибрационного контроля электродвигателей для прогнозирования технического состояния и предупреждения отказов оборудования.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методология данного исследования основана на комплексном подходе к разработке автоматизированной системы вибрационного контроля электродвигателей для оценки их технического состояния и предупреждения аварийных отказов. В процессе выполнения работы использовались методы теоретического анализа, экспериментальных исследований, цифровой обработки сигналов и сравнительного анализа диагностических параметров.

На первом этапе исследования был проведён анализ научно-технической литературы, посвящённой вопросам вибродиагностики, мониторинга технического состояния вращающегося оборудования и автоматизированных систем контроля. Изучение существующих методов позволило определить основные диагностические параметры вибрации, наиболее информативные для выявления дефектов электродвигателей.

В качестве объекта исследования рассматривались асинхронные электродвигатели, широко применяемые в промышленных установках. Для оценки их технического состояния использовались вибрационные сигналы, регистрируемые в процессе эксплуатации оборудования. Сбор экспериментальных данных осуществлялся с применением вибрационных датчиков, установленных на корпусе электродвигателя в контрольных точках. Полученные сигналы передавались в систему обработки данных для последующего анализа.

В ходе исследования применялись методы спектрального анализа и цифровой обработки вибросигналов, позволяющие выявлять характерные признаки неисправностей. Для анализа частотных характеристик использовался метод быстрого преобразования Фурье, обеспечивающий определение амплитудно-частотных параметров вибрации. На основе полученных данных выполнялась идентификация дефектов, связанных с дисбалансом ротора, износом подшипников, нарушением центровки валов и ослаблением механических соединений.

ISSN 3030-3907

Разработка автоматизированной системы контроля осуществлялась с использованием современных программно-аппаратных средств мониторинга. Алгоритм работы системы предусматривал непрерывный сбор вибрационных данных, их фильтрацию, обработку и последующую оценку технического состояния оборудования. Для повышения точности диагностики использовались методы сравнительного анализа текущих и эталонных параметров вибрации.

Экспериментальная часть исследования включала проведение серии измерений при различных режимах работы электродвигателей. Полученные результаты анализировались с целью определения зависимости между изменением вибрационных характеристик и техническим состоянием оборудования. На основании проведённых исследований оценивалась эффективность разработанной системы в задачах раннего обнаружения неисправностей и прогнозирования отказов.



Рисунок 1. – Структурная схема автоматизированной системы вибрационного контроля при прогнозировании технического состояния и предотвращении отказов электродвигателей

На основе проведённого анализа научной литературы, современных исследований и результатов выполненных научно-аналитических работ установлено, что повышение уровня вибрации электродвигателей, эксплуатируемых на предприятиях горнодобывающей промышленности, оказывает негативное влияние на надёжность, эффективность и срок службы электротехнического оборудования. В целях своевременного выявления отклонений вибрационных параметров от нормативных значений, прогнозирования технического состояния электродвигателей и предотвращения возникновения аварийных отказов предлагается внедрение автоматизированной системы вибродиагностического мониторинга и диагностики, структурная схема которой представлена на рисунке 1.

Применение данной системы позволит обеспечить непрерывный контроль вибрационного состояния оборудования, повысить

ISSN 3030-3907

эксплуатационную надёжность электроприводов, сократить количество внеплановых остановок и снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт.

Автоматизированная система вибрационного контроля предназначена для непрерывного мониторинга технического состояния электродвигателей и прогнозирования вероятности возникновения отказов на основе анализа вибрационных параметров. Система включает вибрационные датчики, установленные на опорных узлах электродвигателя, блок сбора данных, микроконтроллер обработки сигналов, программный модуль диагностики и автоматизированное рабочее место оператора.



Рисунок 2. - Интеллектуальная система вибродиагностического мониторинга электродвигателя



Рисунок 3. – Интерфейс программного обеспечения системы вибрационного контроля

Предлагаемая система обеспечивает непрерывный контроль вибрационных параметров, раннее выявление дефектов и прогнозированиа отказов электродвигателей, что позволяет повысить надёжность и эффективность их эксплуатации.

В процессе работы вибрационные сигналы преобразуются в цифровую форму, после чего выполняется их спектральный и временной анализ. Полученные данные сравниваются с нормативными и предельными значениями, что позволяет своевременно выявлять развитие дефектов подшипников, дисбаланс ротора, несоосность валов и другие неисправности. На основании результатов анализа формируется прогноз технического состояния оборудования и выдаются предупреждения о необходимости проведения технического обслуживания.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

В ходе выполнения исследования была разработана и апробирована автоматизированная система вибрационного контроля электродвигателей, предназначенная для непрерывного мониторинга их технического состояния и раннего выявления возможных неисправностей. Полученные результаты подтверждают эффективность применения вибрационного

ISSN 3030-3907

анализа как основного диагностического инструмента для оценки состояния вращающегося оборудования.

Анализ экспериментальных данных показал, что изменение вибрационных характеристик напрямую связано с появлением и развитием дефектов в узлах электродвигателя. При моделировании различных режимов работы было установлено, что такие неисправности, как дисбаланс ротора, износ подшипников и нарушение соосности валов, приводят к характерному увеличению амплитуды вибрации в определённых частотных диапазонах. Это позволяет использовать спектральные признаки вибросигналов для достоверной идентификации типа дефекта.

Применение метода быстрого преобразования Фурье обеспечило возможность выделения доминирующих частотных составляющих вибрационного сигнала и их последующего анализа. Сравнение полученных спектров с эталонными значениями показало, что даже на ранних стадиях развития неисправностей наблюдаются устойчивые изменения в структуре сигнала, что подтверждает высокую чувствительность выбранного метода диагностики.

Разработанная автоматизированная система продемонстрировала способность осуществлять непрерывный мониторинг технического состояния электродвигателя в режиме реального времени. В процессе тестирования система успешно фиксировала отклонения вибрационных параметров от нормальных значений и формировала диагностические заключения о вероятном типе неисправности. Это свидетельствует о возможности практического применения системы для предупреждения аварийных ситуаций и планирования профилактического обслуживания оборудования.

Сравнительный анализ показал, что использование автоматизированного вибрационного контроля позволяет значительно повысить точность диагностики по сравнению с традиционными методами периодического осмотра. Кроме того, система обеспечивает сокращение времени реакции на появление дефектов и снижает риск внезапных отказов оборудования.

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что разработанная система вибрационного контроля является эффективным инструментом для прогнозирования технического состояния электродвигателей. Её внедрение способствует повышению надежности эксплуатации оборудования, снижению эксплуатационных затрат и увеличению срока службы промышленных установок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

ISSN 3030-3907

В рамках проведённого исследования была рассмотрена проблема разработки автоматизированной системы вибрационного контроля электродвигателей для оценки их технического состояния и прогнозирования возможных отказов. Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения надежности промышленного оборудования и снижения риска внеплановых остановок производственных процессов.

В ходе исследования были изучены теоретические основы вибрационной диагностики, проанализированы современные методы обработки вибросигналов и рассмотрены существующие подходы к автоматизации мониторинга технического состояния вращающихся машин. На основе полученных данных была разработана структура автоматизированной системы вибрационного контроля, включающая датчики вибрации, средства сбора информации и алгоритмы цифровой обработки сигналов.

Экспериментальные результаты показали, что вибрационные параметры являются информативным источником для выявления дефектов электродвигателей на ранней стадии их развития. Использование спектрального анализа и методов цифровой обработки сигналов позволяет с высокой точностью определять наличие таких неисправностей, как дисбаланс ротора, износ подшипников и нарушение соосности валов. Это подтверждает эффективность предложенного подхода для задач диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования.

Разработанная автоматизированная система продемонстрировала возможность непрерывного мониторинга вибрационных характеристик в режиме реального времени и своевременного выявления отклонений от нормальных режимов работы. Это способствует снижению вероятности аварийных ситуаций и повышению общей надежности эксплуатации электродвигателей.

На основе полученных результатов можно сформулировать следующие предложения:

1. Рекомендуется внедрение автоматизированных систем вибрационного контроля на промышленных предприятиях для регулярного мониторинга состояния электродвигателей.

2. Необходимо дальнейшее совершенствование алгоритмов обработки вибросигналов с использованием методов искусственного интеллекта и машинного обучения для повышения точности диагностики.

3. Следует расширить базу эталонных данных вибрационных характеристик для различных типов электродвигателей и режимов их работы.

ISSN 3030-3907

4. Целесообразно интегрировать системы вибродиагностики в общие платформы промышленного мониторинга и управления оборудованием.

5. Рекомендуется проводить регулярное обновление программного обеспечения диагностических систем для повышения их эффективности и адаптации к новым условиям эксплуатации.

Таким образом, проведённое исследование подтверждает перспективность применения автоматизированных систем вибрационного контроля для повышения надежности и безопасности работы электродвигателей в промышленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барков А.П., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. - Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2005.
2. Cempel C. Vibroacoustic Condition Monitoring. - London: Ellis Horwood, 1991.
3. Inman D.J. Engineering Vibration. - Prentice Hall, 2013.
4. Widodo A., Yang B.-S. Support Vector Machine in Machine Condition Monitoring and Fault Diagnosis. - Mechanical Systems and Signal Processing, 2007.
5. Tiwari R. Condition Monitoring of Rotating Machines. - Journal of Sound and Vibration, 2008.
6. Абдувалиев А.А. Электр машиналарнинг ишончлилигини ошириш усуллари. - Тошкент: Фан, 2015.
7. Каримов М.М. Промышленная диагностика электротехнических систем. - Ташкент: Иқтисодиёт, 2020.
8. Chladni E.F.F. Entdeckungen über die Theorie des Klanges. - Leipzig, 1802.

ISSN 3030-3907