

24 Parkes M. Student preparedness for university e-learning environments / M. Parkes, S. Stein, C. Reading // Internet and Higher Education. – 2015. – Vol. 25. – P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2014.10.002>

25 Biasutti M.A Comparative analysis of forums and wikis as tools for online collaborative learning / M.A. Biasutti // Computers and Education. – 2017. – Vol. 111. – P. 158–171. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.006>

26 Choi M. Teachers as digital citizens: The influence of individual back- grounds, internet use and psychological characteristics on teachers' levels of digital citizenship / M. Choi, D. Cristol, B. Gimbert // Computers and Education. – 2018. – Vol. 121. – P. 143–161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.005>

РЕЗЮМЕ

В данной статье представлены исследования некоторых ключевых аспектов процесса цифровизации общества как необратимого процесса глобализации и его последствий для образования в Казахстане. Цель данной статьи определить основные направления цифровизации общества, которые повлияют на развитие и модернизацию казахстанской системы образования.

Методологию исследования составляют такие методы: анализ, сравнение, обобщение, абстракция, диалектические подходы, принципы историзма, аналитические методы, цифровизация образования как социокультурного системного анализа. Для достижения цели был использован теоретический анализ монографических и методических работ, посвященных проблеме цифровизации образования.

Понимание образования как общественного явления, как процесса личного присвоения культуры исторически сложилось во всех его формах на протяжении всей истории человечества. Стало ясно, что содержание образования отражает то, каким должно быть общество. Социальный прогресс зависит от уровня, на котором он находится. Поэтому современное образование не может затронуть процесс цифровизации. На основе анализа программы «DigitalKazakhstan» акцентировано внимание на казахстанской системе образования в условиях диджитализации общества и рыночных отношений, особенно про образование. Подчеркивается, что основные вызовы современного казахстанского образования определяются постиндустриальным развитием мирового общества, характеризующимся возрастающей ролью науки, технологий, производства услуг, интернета и других технологий. Доказано, что цифровизация общества влияет на развитие образования и определяет основные направления, приоритеты модернизации. Доказано, что под влиянием цифровизации происходят изменения в содержании, сущности и форме образования в Казахстане.

УДК 621.314.58
МРНТИ:44.29.39:

Артюхов И.И., доктор технических наук, профессор кафедры Электроэнергетики и электротехники, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0001-8699-4066>
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (СГТУ им. Гагарина Ю.А.), г. Саратов, ул. Политехническая, 77, 410054, Российская Федерация, ivart54@mail.ru

Ербаев Е.Т., доктор Ph, и.о.доцента, руководитель высшей школы «Электротехника и автоматика», <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Республика Казахстан, erbol.erbaev@mail.ru

Artyukhov, I.I., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electric Power and Electrical Engineering, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0001-8699-4066>
Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A, Saratov, Politechnicheskaya str., 77, 410054, Russian Federation, ivart54@mail.ru

Yerbayev, Ye.T., Ph.D., Acting Associate Professor, Head of the Higher School of Electrical Engineering and Automation, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, erbol.erbaev@mail.ru

**КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
THE QUALITY OF ELECTRICITY IN POWER SUPPLY SYSTEMS OF MODERN
TECHNOLOGICAL COMPLEXES**

Аннотация

Оснащение технологических комплексов частотно-регулируемым электроприводом механизмов и аппаратов приводит к необходимости решения проблемы электромагнитной совместимости в системе электроснабжения. Рассмотрены варианты решения этой проблемы, предложена и исследована схема, которая может быть применена при реконструкции действующих и создании новых технологических комплексов.

Ключевые слова: *система электроснабжения, качество электроэнергии, преобразователь частоты, высшая гармоника, выпрямитель, инвертор.*

Key words: *power supply system, power quality, frequency converter, higher harmonic, rectifier, inverter*

Эффективность современных технологических комплексов во многих случаях достигается за счет применения частотно-регулируемых электроприводов. Частотное регулирование электродвигателями различных механизмов и аппаратов осуществляется в таких отраслях, как добыча и переработка нефти, магистральный транспорт и хранение газа, металлургия, машиностроение, химическая и пищевая промышленность и многих других [1-5]. Главным преимуществом применения частотно-регулируемых электроприводов является снижение расхода электроэнергии. Кроме того, уменьшаются нагрузки на источник питания и механические узлы при включении электропривода, обеспечивается высокая точность поддержания заданных параметров, появляется возможность оперативной диагностики электродвигателей [6-9].

Вместе с тем, интенсивное внедрение частотно-регулируемого электропривода приводит к необходимости решения такой задачи, как обеспечение требуемого качества электрической энергии [10]. Причина состоит в том, что современные преобразователи частоты (ПЧ) изготавливают по схеме: выпрямитель – сглаживающий фильтр – автономный инвертор напряжения на IGBT-модулях. В качестве сглаживающего фильтра применяют конденсаторы, поэтому входной ток ПЧ имеет импульсный характер с преобладанием 5-й и 7-й гармоник [11]. Содержание высших гармоник (ВГ) в токе достигает 70-80 %. Это приводит к тому, что показатели качества электроэнергии, характеризующие форму напряжения, выходят за пределы, которые установлены ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Таким образом, возникает проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) частотно-регулируемых электроприводов с источниками питания и другими электроприемниками технологического комплекса [12]. Проблема ЭМС обостряется, если источником питания технологического комплекса является автономный источник энергии, например, дизель-генератор или газотурбинная электростанция [13,14].

Существуют различные подходы к решению задачи компенсации ВГ в системах электроснабжения с нелинейными электроприемниками [15]. Один из путей решения проблемы ЭМС состоит в применении схемных решений, которые уменьшают уровень ВГ во входном токе ПЧ [16]. В каталогах фирм-изготовителей ПЧ рекомендуется устанавливать на входе ПЧ сетевые дроссели, которые позволяют снизить содержание ВГ тока примерно до 30 %. Более эффективный вариант предполагает применение во входном звене ПЧ активных выпрямителей на полностью управляемых силовых ключах [17-19]. Однако это техническое решение существенно увеличивает стоимость оборудования.

Частичным решением проблемы ЭМС может быть подключение к шинам 0,4 кВ подстанции пассивных фильтров [20-21]. Однако при этом возникает риск возникновения резонансных явлений. Установка на подстанции активных фильтров позволяет более эффективно решить задачи компенсации гармонических составляющих. Однако существенным препятствием к применению активных фильтров на сегодняшний день является их высокая стоимость.

При разработке и проектировании новых технологических комплексов положительный эффект может быть достигнут путем принципиального изменения топологии подстанции для

электроснабжения частотно-регулируемых электроприводов, в частности, путем организации шин постоянного тока и замены ПЧ на инверторы [22].

На рис. 1 показан вариант схемы подстанции для электроснабжения установки охлаждения газа с частотно-регулируемым приводом вентиляторов, при построении которой применена идея об организации звена постоянного тока.

Электродвигатели вентиляторов $M1.1...M1.N$, $M2.1...M2.N$ управляются инверторами $И1.1...И1.N$ и $И2.1...И2.N$, которые получают энергию от звена постоянного тока. Оно образовано трансформаторно-выпрямительными блоками, в состав которых входят трехобмоточные трансформаторы $T1$, $T2$ и выпрямители $B1.1...B2.2$. У трансформаторов одна обмотка соединена по схеме «звезда», другая – по схеме «треугольник». Выходы выпрямителей присоединены к шине постоянного тока через дроссели $Ld1$ и $Ld2$, которые служат для устранения уравнивающих токов, возникающих вследствие того, что пульсации выходных напряжений выпрямителей $B1.1$ и $B1.2$ одного блока ($B2.1$ и $B2.2$ другого блока) смещены относительно друг друга на 30 эл. град.

Необходимо отметить важную особенность схемы электроснабжения с объединенным звеном постоянного тока. Здесь появляются коммутационные аппараты, работающие на постоянном токе. Это – автоматические выключатели $QF1.1...QF1.N$ и $QF2.1...QF2.N$, которые служат для подключения инверторов $И1.1...И1.N$ и $И2.1...И2.N$ к шине постоянного тока. На постоянном токе работают также коммутационные аппараты $QF4$ и $QF5$, подключающие трансформаторно-выпрямительные блоки к шине постоянного тока, а также секционный выключатель $QF3$.

Так как напряжения вторичных обмоток трансформаторов $T1$, $T2$ смещены по фазе относительно друг друга на угол, равный 30 эл. град., то при равенстве токов вторичных обмоток будет происходить компенсация 5-й и 7-й гармоник магнитного потока. В результате в токах первичных обмоток трансформаторов указанные гармоники также будут скомпенсированы. Спектр токов будет начинаться с 11-й гармоники.

Для исследования электротехнического комплекса, схема которого представлена на рис. 1, была разработана имитационная модель в среде MATLAB с пакетом расширения Simulink.

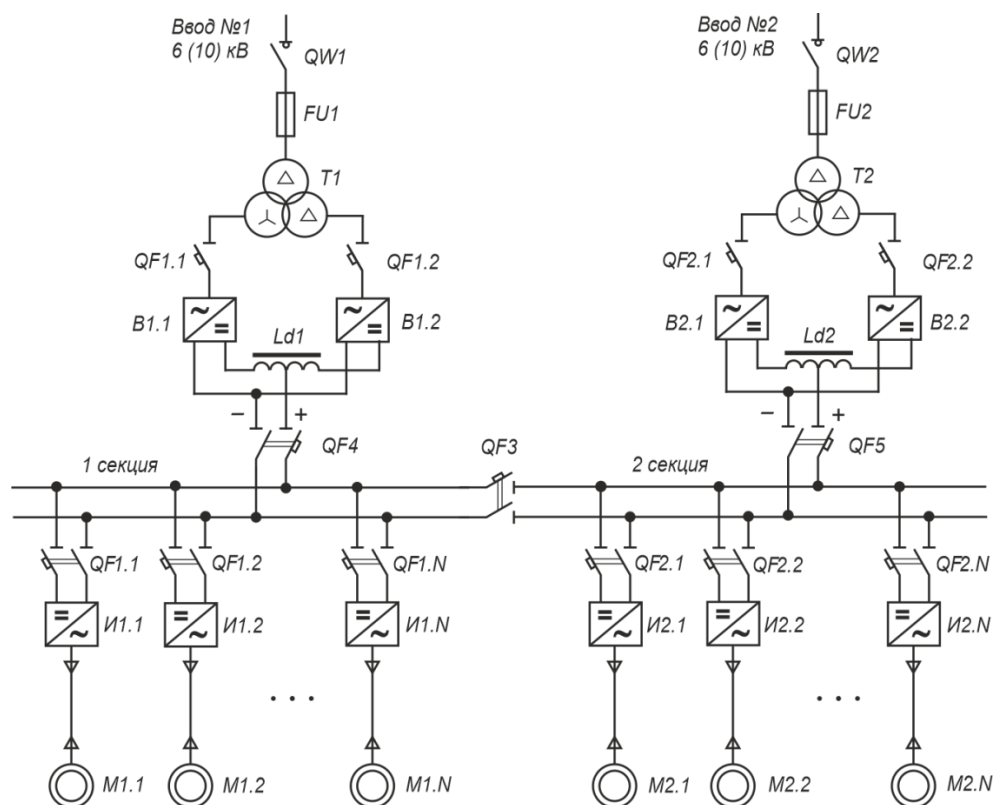


Рисунок 1 - Схема подстанции с объединенным звеном постоянного тока

Схема имитационной модели для одной секции шин показана на рис. 2.

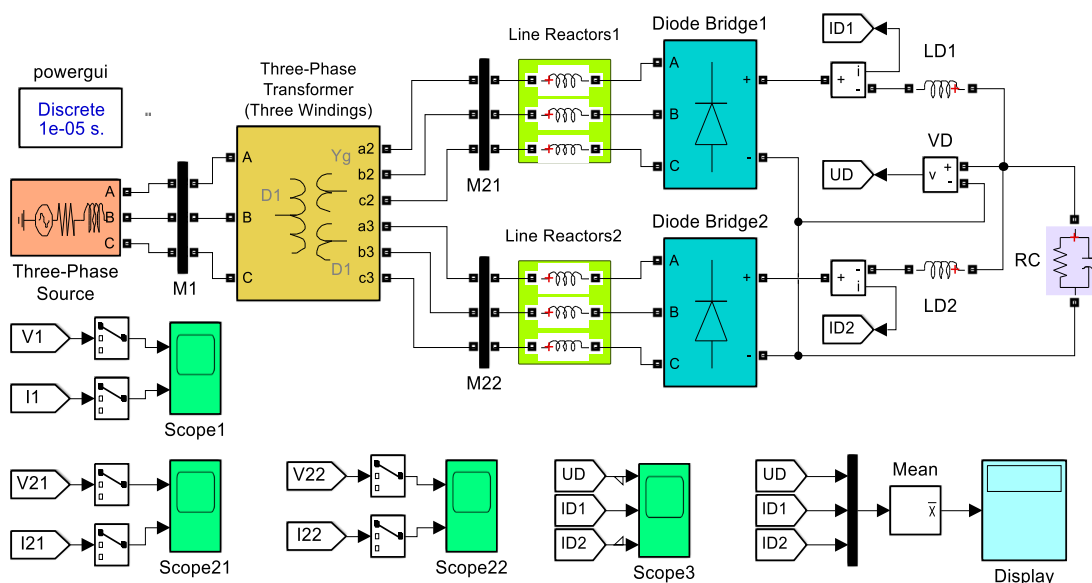


Рисунок2 - Схема имитационной модели электротехнического комплекса

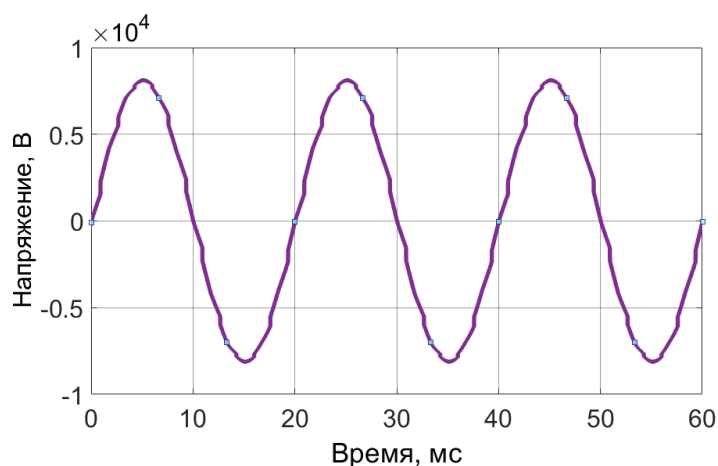
Источник питания подстанции представлен блоком Three-Phase Source. Для моделирования трансформатора с двумя вторичными обмотками применен блок Three-Phase Transformer (Three Windings). Выпрямители моделируются блоками Diode Bridge. Сетевые дроссели на входе выпрямителей представлены блоками Line Reactors. Инверторы, подключенные к шине постоянного тока, представлены блоком RC в виде параллельно соединенных резистора и конденсатора. Величина эквивалентного сопротивления R зависит от количества одновременно работающих инверторов и их нагрузки. Формула для ее расчета может быть получена на основе баланса мощности.

С помощью имитационной модели проведено исследование электромагнитных процессов в системе электроснабжения группы частотно-регулируемых электроприводов, получены виртуальные осциллограммы напряжений и токов, проведен их анализ.

Полагалось, что питание на уровне 10 кВ осуществляется от газотурбинной электростанции мощностью 2500 кВт. Номинальная мощность трансформатора составляет 1000 кВА.

Результаты моделирования представлены на рис. 3 в виде виртуальных осциллограмм фазного напряжения сети и входного тока подстанции.

Рисунок 3 - Виртуальные осциллограммы напряжения сети и входного тока подстанции



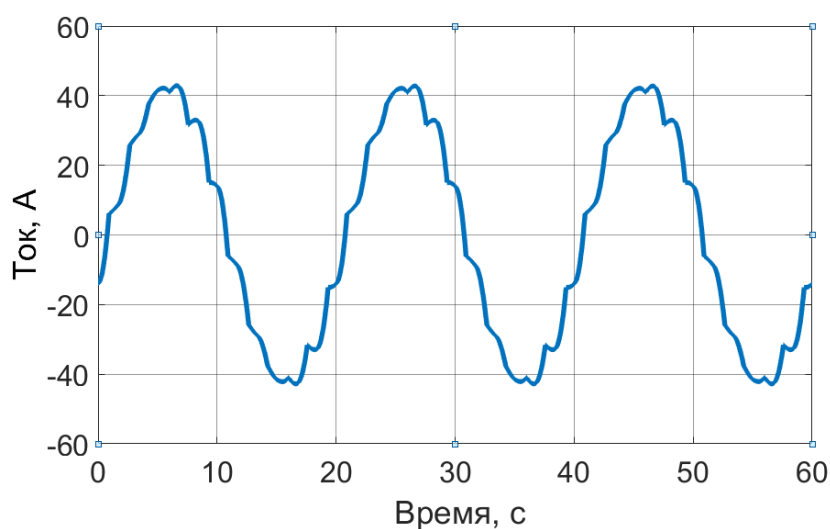


Рисунок 3 - Виртуальные осциллограммы напряжения сети и входного тока подстанции (продолжение)

С помощью встроенного в MATLAB инструмента FFT Analysis произведено исследование гармонического состава указанных кривых. Результаты приведены на рис. 4.

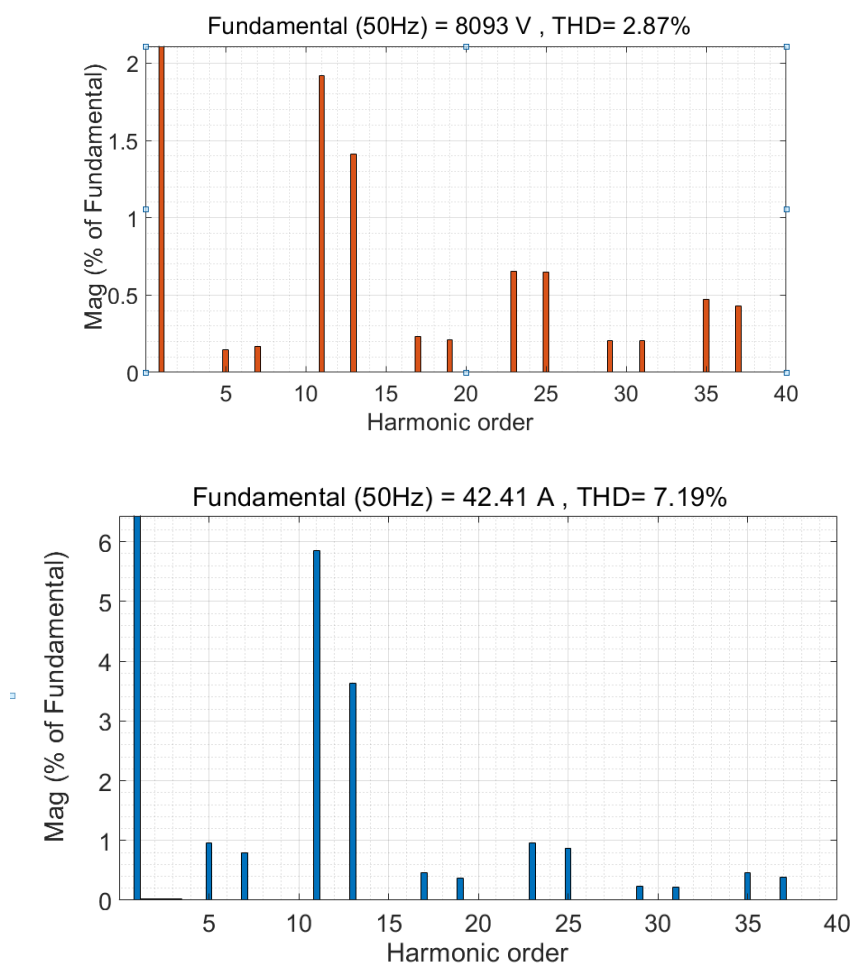


Рисунок4 - Гармонический состав напряжения сети и входного тока подстанции

Результаты моделирования показывают, что показатели качества электроэнергии, характеризующие форму кривой напряжения, находятся в пределах нормативных значений. Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения составляет 2,87 %, что меньше нормативного значения 5 %. При этом, коэффициенты гармонических составляющих напряжения также соответствуют требованиям стандарта. В частности, коэффициенты наиболее интенсивных гармоник с номерами 11 и 13 составляют 1,9 и 1,4 % соответственно. ГОСТ32144-2013 нормирует для этих гармоник значение 2 %.

Суммарный коэффициент гармонических составляющих входного тока подстанции равен 7,19 %, что более чем в 5 раз меньше аналогичного показателя для подстанции, построенной по типовой схеме.

Таким образом, предлагаемая топология подстанции позволяет эффективно решить проблему ЭМС в системе электроснабжения компрессорной станции при использовании газотурбинной электростанции в качестве источника питания. При этом, данное техническое решение целесообразно рекомендовать к применению на новых объектах магистрального транспорта газа, которые еще только проектируются. При оснащении УОГ частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов на действующих объектах экономически целесообразным может быть применение активных фильтров гармоник.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ресурсосберегающая технология охлаждения газа на компрессорных станциях / И.И. Артюхов, И.И. Аршакян, Р.Ш. Тарисов и др. // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т1. № 3 (54). - С. 25-32.
- 2 Энергетическая эффективность установок охлаждения природного газа с частотно-регулируемым приводом вентиляторов / А.М. Абакумов, В.Е. Антропов, А.С. Ведерников и др. // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2019. № 3 (63). - С. 94-104.
- 3 Абакумов, А.М. Комбинированное управление электроприводами вентиляторов установок охлаждения газа / А.М. Абакумов, П.К. Кузнецов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2021. № 3 (71). - С. 67-82.
- 4 Artyukhov I. Energy Efficiency Analysis of Control Algorithms for Fan Electric Drives in Gas Air-Cooling Plants / I. Artyukhov, A. Abakumov, A. Zemtsov, Ye. Yerbayev, V. Zakharov // Lecture Notes in Civil Engineering, 2022, 190, pp. 46–55.
- 5 Abakumov, A.M.; Kuznetsov, P.K.; Stepashkin, I.P. Adaptive automatic control system for air-cooled gas apparatus. J. Phys. Conf. Ser. 2018, 1111, 012031.
- 6 Larabee, J.; Pellegrino, B.; Flick, B. Induction Motor Starting Methods and Issues. In Proceedings of the Record of Conference Papers Industry Applications Society 52nd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference, Athens, Greece, 12–14 September 2005; pp. 217–222.
- 7 Habyarimana, M.; Dorrell, D.G. Methods to reduce the starting current of an induction motor. In Proceedings of the International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering (ICPCSI), Chennai, India, 21–22 September 2017; pp. 34–38.
- 8 Artyukhov I., Stepanov S., Pylskaya E., Zemtsov A. Dynamics of Compressed Gas Temperature Stabilization System with Variable-Frequency Drive of Fans in a Gas Air-Cooling Unit / I. Artyukhov, S. Stepanov, E. Pylskaya, A. Zemtsov // 2020 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS) : Ufa, Russia, 27-30 October 2020.
- 9 Artyukhov, I.I. Transient processes with starting of a multi-pole asynchronous motor with a fan on the shaft / I.I. Artyukhov, S.F. Stepanov, E.E. Mirgorodskaya, N.P. Mityashin, A.I. Zemtsov // 2021 17th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems, ELMA 2021 : Sofia, Bulgaria, 01-04 July 2021.
- 10 Artyukhov, I.I. Assurance of electromagnetic compatibility of group frequency controlled electro drives with power supply sources / I.I. Artyukhov, I.I. Bochkareva, S.V. Molot // 2014 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE). 2014. Pp. 11-17. DOI: 10.1109/APEDE.2014.6958207.

- 11 Zare, F.; Soltani, H.; Kumar, D.; Davari, P.; Delpino, H.A.M.; Blaabjerg, F. Harmonic Emissions of Three-Phase Diode Rectifiers in Distribution Networks. *IEEE Access* 2017, 5, 2819–2833.
- 12 Artyukhov, I.I. Current Distortion Reduction of a Substation for the Power Supply of a Frequency Controlled Gas Cooling Plant / I.I. Artyukhov, S.V. Molot, E.K. Pylskaya, A.I. Zemtsov // 2022 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering, APEDE 2022 : Saratov, Russian Federation, 22-23 September 2022.
- 13 Artyukhov, I.I. Voltage quality problems in power supply system of boiler stations using pumps with variable-frequency drive / I.I. Artyukhov, S.V. Molot., S.F. Stepanov et al. // 2018 19th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, EPE 2018 : Brno, Czech Republic, 16 - 18 May 2018.
- 14 Artyukhov, I.I. Power quality in industrial isolated generation power systems with powerful nonlinear consumers / I.I. Artyukhov, I.I. Bochkareva, S.V. Molot et al. // 9th International Scientific Symposium on Electrical Power Engineering, ELEKTROENERGETIKA 2017 : Stara Lesna, Slovakia, 12 - 14 September 2017.
- 15 Шклярский, Я.Э. Оценка вклада потребителей в ухудшение показателей качества электроэнергии / Я.Э. Шклярский, Ю.В. Растворова, И.С. Петров // Вопросы электротехнологии. 2019. № 1(22). - С. 56-63.
- 16 Парфентьев, Д.В. Оценка влияния частотно-регулируемого электропривода аппаратов охлаждения газа на питающую сеть электроснабжения компрессорных станций // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2018. № 4. - С. 17-26.
- 17 Raman, R.; Sadhu, P.K.; Kumar, R.; Rangarajan, S.S.; Subramaniam, U.; Collins, E.R.; Senjyu, T. Feasible Evaluation and Implementation of Shunt Active Filter for Harmonic Mitigation in Induction Heating System. *Electronics* 2022, 11, 3464.
- 18 Shankar, V.A.; Kumar, N.S. Implementation of Shunt Active Filter for Harmonic Compensation in a 3 Phase 3 Wire Distribution Network. *Energy Procedia* 2017, 117, 172–179.
- 19 Hudson, R.; Hong, S.; Hoft, R. Modeling and simulation of a digitally controlled active rectifier for power conditioning. In *Proceedings of the of Sixth Annual Applied Power Electronics Conference and Exhibition*, Dallas, TX, USA, 10–15 March 1991; pp. 423–429.
- 20 Хворостенко, С.В. Синтез пассивных фильтро-компенсирующих устройств для ослабления высших гармоник в цеховых сетях электроснабжения с нелинейными потребителями / С.В. Хворостенко, М.А. Авербух // Интеллектуальная электротехника. 2019. № 1. - С. 84-89.
- 21 Park, B.; Lee, J.; Yoo, H.; Jang, G. Harmonic Mitigation Using Passive Harmonic Filters: Case Study in a Steel Mill Power System. *Energies* 2021, 14, 2278.
- 22 Yerbayev Y., Artyukhov I., Zemtsov A., Artyukhov D., Molot, S., Japarova D., Zakharov V. Negative Impact Mitigation on the Power Supply System of a Fans Group with Frequency-Variable Drive // *Energies*. 2022, 15, 8858.

REFERENCES

- 1 Resursosberegayushchaya tekhnologiya ohlazhdeniya gaza na kompressornyh stanciyah / I.I. Artyukhov, I.I. Arshakyan, R.SH. Tarisov i dr. // *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2011. T1. № 3 (54). - С. 25-32.
- 2 Energeticheskaya effektivnost' ustanovok ohlazhdeniya prirodnogo gaza s chastotno-reguliruemym privodom ventilyatorov / A.M. Abakumov, V.E. Antropov, A.S. Vedernikov i dr. // *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2019. № 3 (63). - С. 94-104.
- 3 Abakumov, A.M. Kombinirovannoe upravlenie elektroprivodami ventilyatorov ustanovok ohlazhdeniya gaza / A.M. Abakumov, P.K. Kuznecov // *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2021. № 3 (71). - С. 67-82.
- 4 Artyukhov I. Energy Efficiency Analysis of Control Algorithms for Fan Electric Drives in Gas Air-Cooling Plants / I. Artyukhov, A. Abakumov, A. Zemtsov, Ye. Yerbayev, V. Zakharov // *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2022, 190, pp. 46–55.

- 5 Abakumov, A.M.; Kuznetsov, P.K.; Stepashkin, I.P. Adaptive automatic control system for air-cooled gas apparatus. J. Phys. Conf. Ser. 2018, 1111, 012031.
- 6 Larabee, J.; Pellegrino, B.; Flick, B. Induction Motor Starting Methods and Issues. In Proceedings of the Record of Conference Papers Industry Applications Society 52nd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference, Athens, Greece, 12–14 September 2005; pp. 217–222.
- 7 Habyarimana, M.; Dorrell, D.G. Methods to reduce the starting current of an induction motor. In Proceedings of the International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering (ICPCSI), Chennai, India, 21–22 September 2017; pp. 34–38.
- 8 Artyukhov I., Stepanov S., Pylskaya E., Zemtsov A. Dynamics of Compressed Gas Temperature Stabilization System with Variable-Frequency Drive of Fans in a Gas Air-Cooling Unit / I. Artyukhov, S. Stepanov, E. Pylskaya, A. Zemtsov // 2020 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS) : Ufa, Russia, 27-30 October 2020.
- 9 Artyukhov, I.I. Transient processes with starting of a multi-pole asynchronous motor with a fan on the shaft / I.I. Artyukhov, S.F. Stepanov, E.E. Mirgorodskaya, N.P. Mityashin, A.I. Zemtsov // 2021 17th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems, ELMA 2021 : Sofia, Bulgaria, 01-04 July 2021.
- 10 Artyukhov, I.I. Assurance of electromagnetic compatibility of group frequency controlled electro drives with power supply sources / I.I. Artyukhov, I.I. Bochkareva, S.V. Molot // 2014 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE). 2014. Pp. 11-17. DOI: 10.1109/APEDE.2014.6958207.
- 11 Zare, F.; Soltani, H.; Kumar, D.; Davari, P.; Delpino, H.A.M.; Blaabjerg, F. Harmonic Emissions of Three-Phase Diode Rectifiers in Distribution Networks. IEEE Access 2017, 5, 2819–2833.
- 12 Artyukhov, I.I. Current Distortion Reduction of a Substation for the Power Supply of a Frequency Controlled Gas Cooling Plant / I.I. Artyukhov, S.V. Molot, E.K. Pylskaya, A.I. Zemtsov // 2022 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering, APEDE 2022 : Saratov, Russian Federation, 22-23 September 2022.
- 13 Artyukhov, I.I. Voltage quality problems in power supply system of boiler stations using pumps with variable-frequency drive / I.I. Artyukhov, S.V. Molot., S.F. Stepanov et al. // 2018 19th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, EPE 2018 : Brno, Czech Republic, 16 - 18 May 2018.
- 14 Artyukhov, I.I. Power quality in industrial isolated generation power systems with powerful nonlinear consumers / I.I. Artyukhov, I.I. Bochkareva, S.V. Molot et al. // 9th International Scientific Symposium on Electrical Power Engineering, ELEKTROENERGETIKA 2017 : Stara Lesna, Slovakia, 12 - 14 September 2017.
- 15 SHklyarskij, YA.E. Ocenka vklada potrebitel' v uhdshenie pokazatelej kachestva elektroenergii / YA.E. SHklyarskij, YU.V. Rastvorova, I.S. Petrov // Voprosy elektrotekhnologii. 2019. № 1(22). - S. 56-63.
- 16 Parfent'ev, D.V. Ocenka vliyaniya chastotno-reguliruemogo elektroprivoda apparatov ohlazhdeniya gaza na pitayushchuyu set' elektrosnabzheniya kompressornykh stancij // Elektrooborudovanie: ekspluatatsiya i remont. 2018. № 4. - S. 17-26.
- 17 Raman, R.; Sadhu, P.K.; Kumar, R.; Rangarajan, S.S.; Subramaniam, U.; Collins, E.R.; Senjyu, T. Feasible Evaluation and Implementation of Shunt Active Filter for Harmonic Mitigation in Induction Heating System. Electronics 2022, 11, 3464.
- 18 Shankar, V.A.; Kumar, N.S. Implementation of Shunt Active Filter for Harmonic Compensation in a 3 Phase 3 Wire Distribution Network. Energy Procedia 2017, 117, 172–179.
- 19 Hudson, R.; Hong, S.; Hoft, R. Modeling and simulation of a digitally controlled active rectifier for power conditioning. In Proceedings of the of Sixth Annual Applied Power Electronics Conference and Exhibition, Dallas, TX, USA, 10–15 March 1991; pp. 423–429.
- 20 Hvorostenko, S.V. Sintez passivnykh fil'tro-kompensiruyushchih ustroystv dlya oslableniya vysshikh garmonik v cekhovyyh setyah elektrosnabzheniya s nelinejnymi potrebitelyami / S.V. Hvorostenko, M.A. Averbuh // Intellekturnaya elektrotekhnika. 2019. № 1. - S. 84-89.
- 21 Park, B.; Lee, J.; Yoo, H.; Jang, G. Harmonic Mitigation Using Passive Harmonic Filters: Case Study in a Steel Mill Power System. Energies 2021, 14, 2278.

22 Yerbayev Y., Artyukhov I., Zemtsov A., Artyukhov D., Molot, S., Japarova D., Zakharov V. Negative Impact Mitigation on the Power Supply System of a Fans Group with Frequency-Variable Drive // Energies. 2022, 15, 8858.

ӨОЖ 632.08
FTAXP 68.29.19

Бектасов Болат, аға оқытушы, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0001-5176-7816>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, 090009, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., Қазақстан, bektassov.1960@mail.ru
Каирғалиев Есен Каирғалиевич., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, <https://orcid.org/0000-0002-3454-5450>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, esenkairgaliev@inbox.ru

Bektassov Bolat, senior lecturer of the Higher School of Engineering and engineering protection, **the main author** , <https://orcid.org/0000-0001-5176-7816>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, bektassov.1960@mail.ru
Kairgaliev Esen, master of agricultural sciences, <https://orcid.org/0000-0002-3454-5450>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakh, esenkairgaliev@inbox.ru

ОТАМАЛЫ ДАҚЫЛДАР ЕГІСТЕРІН ӨНДЕУДІ МЕХАНИКАЛАНДЫРУДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРЫ МЕН МАШИНАЛАРЫН ТАЛДАУ ANALYSIS OF TECHNICAL MEANS AND MACHINES OF MECHANIZATION OF CULTIVATION OF ROW CROPS

Аннотация

Егіншілікте өсімдіктерді зиянкестерден, ауру қоздыратын бактериялардан арамшөптерден қорғау отамалы дақылдарды өсіру кезеңінде тұтастай қамтитын іс-шаралар жиынтығын дұрыс ұйымдастыруды көздейді. Екпелі дақылдардың өсіп жетілуі кезеңінде зиянкестер мен ауру қоздырғыштар өсімдіктің өнімділігіне айтарлықтай зиян келтіреді. Отамалы дақылдарды өсіру кезеңінде оған күтім жүргізіп, баптау барысында оларды бүрку арқылы зиянкестерді жоюмен қатар олардың қатар аралықтары қопсытылады. Өсімдіктің қарқынды түрде өсіп жетілуіне қоректендіру айтарлықтай септігін тигізеді, мысалы, сұйық тыңайтқыштар кешенін топыраққа енгізген қатар, қатар аралықтарын қопсыту маңызды болып саналады. Осындай бірыңғай бағыттағы технологиялық операцияларды біріктіріп жүргізу тиімді әрі қажет деп саналатындығы ғылыми зерттеу жұмыстарымен дәлелденген. Қатар аралықтары өңделетін отамалы екпелі дақылдарды арамшөп зияндылығынан қорғау біріктірілген техникалық және химиялық тәсілдерді қолдана отырып, қатар аралықтарын өңдеу арқылы жүзеге асырылады.

Отамалы дақылдарды агротехникалық және химиялық тәсілдермен қорғау қатар аралықтарын өңдеу операцияларымен біріктірілген. Аталған технологиялық операцияларды жүзеге асыру мақсатында оған лайықты машина-трактор агрегаттарын іздестіру қажеттілігі туындайды, сонымен қатар экономикалық және энергетикалық шығындарды азайту арқылы мол өнім алып, егістік шығымдылығын арттыруға мүмкіндік береді. Топырақты мұндай тәсілмен өңдеумен қатар агрохимиялық іс-шараларды қатар аралықтарын өңдеумен біріктіру артық шығындардың төмендеуіне септігін тигізеді.

ANNOTATION

Plant protection provides for a set of measures to eliminate the negative effects of weeds, pests and pathogens during the growing season of seed crops. Each group of harmful crops causes significant damage to the crop, depending on the degree of development. In the technological process