

В Е С Т Н И К

**ЛУГАНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени ВЛАДИМИРА ДАЛЯ**

**№ 8 (86)
2024**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Луганск 2024

ВЕСТНИК

ЛУГАНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ

№ 8 (86) 2024

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В 2015 ГОДУ
ВХОДИТ В БАЗУ
РИНЦ

ОСНОВАТЕЛЬ
ФГБОУ ВО
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

VESTNIK

LUGANSK
VLADIMIR DAHL
STATE UNIVERSITY

№ 8 (86) 2024

THE SCIENTIFIC JOURNAL
WAS FOUNDED IN 2015
INCLUDED INTO THE BASE OF
RISC

FOUNDER
LSU NAMED AFTER V. DAHL

Сборник входит в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

ISSN 2522-4905

Главная редакционная коллегия :

Рябичев В.Д., докт. техн. наук, (главный редактор),
Гутько Ю.И., докт. техн. наук, (зам. главн. редактора),
Витренко В.А., докт. техн. наук (зам. главн. редактора),
Авершин А.А., канд. психол. наук,
Андрійчук Н.Д., докт. техн. наук,
Атоян А.И., докт. филос. наук,
Бельдюгин В.А., канд. ист. наук,
Болдырев К.А., докт. экон. наук,
Губачева Л.А., докт. техн. наук,
Дейнека И.Г., докт. техн. наук,
Дрозд Г.Я., докт. техн. наук,
Ерошин С.С., докт. техн. наук,
Замота Т.Н., докт. техн. наук,
Исаев В.Д., докт. филос. наук,
Клименко А.С., докт. филол. наук,
Кривоколыско С.Г., докт. хим. наук,
Крохмалева Е.Г., канд. пед. наук,
Корсунов К.А., докт. техн. наук,
Лустенко А.Ю., докт. филос. наук,
Ляпин В.П., докт. биол. наук,
Максимова Т.С., докт. экон. наук,

Максимов В.В., докт. экон. наук,
Мечетный Ю.Н., докт. мед. наук,
Мирошников В.В., докт. техн. наук,
Мортиков В.В., докт. экон. наук,
Панайотов К.К., канд. техн. наук,
Родионов А.В., докт. экон. наук,
Рябичева Л.А., докт. техн. наук,
Салита С.В., докт. экон. наук,
Санжаров С.Н., докт. ист. наук,
Свиридова Н.Д., докт. экон. наук,
Семина Д.А., докт. техн. наук,
Скляр П.П., докт. психол. наук,
Тарарычкін І.А., докт. техн. наук,
Тисунова В.Н., докт. экон. наук,
Утутов Н.Л., докт. техн. наук,
Фесенко Ю.П., докт. филол. наук,
Харьковский Р.Г., канд. ист. наук,
Шамшина И.И., докт. юридич. наук,
Шелото В.М., докт. филос. наук,
Яковенко В.В., докт. техн. наук

Рекомендовано в печать Ученым советом Луганского государственного университета имени Владимира Даля.
(Протокол № 1 от 13.09.2023 г.)

Материалы номера печатаются на языке оригинала.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

ОБ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНСТИТУТА ОБРАЗОВАНИЯ И РЫНКА ТРУДА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА Димитриев А. С. -----	5
ФОРМИРОВАНИЕ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ОДНОЙ ИЗ ФОРМ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Димитриева О. А. -----	12
КЛАССИФИКАЦИЯ ФЕРРОЗОНДОВЫХ ДАТЧИКОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН Добрыднев А. В., Безкорвайный В. С., Шатова Н. А. -----	17
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДАТЧИКА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ГЛАДКОГО ВАЛА Ивженко А.А., Лежепеков А.В., Столяров В.С. -----	23
ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ Кузьменко Н. Н., Михайлова А. Д. -----	27
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ЗАДАЧАХ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ Остапущенко Д. Л., Воронов А. Э., Петренко М. О., Черных В. В. -----	32
МОДЕРНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 35 кВ КРАСНОДОНСКОГО РЕГИОНА ГУП ЛНР «РСК» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ Парсентьев О. С. -----	38
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАССЛОЕНИЕ ОБЩЕСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ПРИЧИНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ Перловская Н. В., Попов М. И. -----	79
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ Петрущенко Т. В., Сычев Е. В. -----	86
УЧЕНЫЙ – ПОЭТ ВАЛУКОНИС ГЕНРИКАС ЮОЗОВИЧ Черникова С. А. -----	92
ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМ ПОТЕНЦИАЛЕ СТРАНЫ Черникова С. А., Черникова Е. А. -----	103
РЕСУРСНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА № 1 «АМК АКВАСЕРВИС» Черникова С. А., Андриенко Е., Гулий И., Слепцов С. -----	110

CONTENTS

ON THE MAIN TRENDS IN THE TRANSFORMATION OF THE INSTITUTE OF EDUCATION AND THE LABOR MARKET IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF RUSSIAN SOCIETY Dimitriev A. S.	5
FORMATION OF AESTHETIC CULTURE OF STUDENTS EDUCATIONAL ORGANIZATIONS OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION AS ONE OF THE FORMS OF EDUCATIONAL ACTIVITY Dimitrieva O. A.	12
CLASSIFICATION OF FERROPROBE SENSORS OF MECHANICAL QUANTITIES Dobrydnev A. V., Bezkorovayniy V. S., Shatova N. A.	17
ANALYSIS OF THE MAGNETIC FIELD STRENGTH OF THE SENSOR WHEN MEASURING THE ROTATION SPEED OF A SMOOTH SHAFT Ivzhenko A.A., Lezhepekov A.V., Stolyarov V.S.	23
THE IMPACT OF PRODUCT QUALITY ON THE COMPETITIVENESS OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE Kuzmenko N., Mikhaylova A.	27
NUMERICAL SOLUTION OF DYNAMIC EQUATIONS OF MOTION OF AN AIRCRAFT IN THE PROBLEMS OF DEVELOPING INTELLIGENT FLIGHT CONTROL SYSTEMS Ostapushchenko D. L., Voronov A. E., Petrenko M. O., Chernykh V. V.	32
MODERNIZATION OF 35 KV DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS OF THE KRASNODON REGION OF THE SUE OF THE LPR «RGC» TO ENSURE THE QUALITY OF ELECTRIC ENERGY TRANSFORMATION Parsentev O. S.	38
SOCIO-ECONOMIC STRATIFICATION OF SOCIETY IN THE RUSSIAN FEDERATION: REASONS AND DIRECTIONS OF REGULATION Perlovskaya N. V., Popov M. I.	79
THE CURRENT STATE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT AND DIRECTIONS OF ITS USE Petrushchenko T. V., Sychev E. V.	86
SCIENTIST - POET VALUKONIS HENRIKAS YUOZOVICH Chernikova S. A.	92
PROSPECTS OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION IN THE NATURAL RESOURCE POTENTIAL OF THE COUNTRY Chernikova S. A., Chernikova E. A.	103
RESOURCE CAPABILITIES OF WATER USE ON THE EXAMPLE OF BRANCH №1 OF “AMK AQUASERVIS” Chernikova S. A., Andrienko E., Guliy I., Sleptsov S.	110

УДК 378.147

**ОБ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНСТИТУТА
ОБРАЗОВАНИЯ И РЫНКА ТРУДА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ
РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА**

Димитриев А. С.

**ON THE MAIN TRENDS IN THE TRANSFORMATION
OF THE INSTITUTE OF EDUCATION AND THE LABOR MARKET
IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF RUSSIAN SOCIETY**

Dimitriev A. S.

***Аннотация.** Актуальность статьи обусловлена тем, что последние несколько десятилетий ознаменовались возникновением и стремительным развитием цифровых технологий. К настоящему времени практически во всех сферах человеческой жизни своё проявление нашли различные процессы цифровизации.*

Однако социальные процессы зачастую не успевают за экспоненциальным ускорением технологического прогресса, а соответствующие общественные трансформации происходят несвоевременно. Формирующиеся в стихийных условиях правила, нормы и принципы устройства общества оказываются не актуальными, поскольку с каждым годом влияние цифровизации на социум не только увеличивается, но распространяется на те сферы окружающей реальности, где до недавнего времени, применение цифровых технологий не представлялось возможным. В условиях современного российского общества процессы активного распространения цифровых технологий оказывают наибольшее влияние на модификацию института образования и рынка труда. Цель статьи заключается в определении общих тенденций модификации института образования и рынка труда в условиях цифровизации российского общества. Реализация исследовательских задач была достигнута на основе анализа основных теоретических и эмпирических данных, полученных в ходе проведения социологического исследования. Изучение рынка труда и рынка образования в условиях цифровизации общества позволяет выявить тенденцию развития этого процесса и влияние на современные процессы жизнедеятельности.

Ключевые слова: образование, общество, рынок труда, цифровизация.

***Abstract.** The relevance of the article is due to the fact that the last few decades have been marked by the emergence and rapid development of digital technologies. By now, various digitalization processes have found their manifestation in almost all spheres of human life.*

However, social processes often do not keep pace with the exponential acceleration of technological progress, and the corresponding social transformations occur untimely. The rules, norms and principles of society that are formed in natural conditions are not relevant, because every year the impact of digitalization on society not only increases, but extends to those areas of the surrounding reality where, until recently, the use of digital technologies was not possible. In the conditions of modern Russian society, the processes of active dissemination of digital technologies have the greatest impact on the modification of the institute of education

and the labor market. The purpose of the article is to identify general trends in the modification of the institute of education and the labor market in the context of digitalization of Russian society. The implementation of research tasks was achieved based on the analysis of basic theoretical and empirical data, obtained in the course of conducting a sociological study. The study of the labor market and the education market in the context of digitalization of society allows us to identify the trend of development of this process and its impact on modern life processes.

Key words: *education, society, labor market, digitalization.*

Введение. Большое влияние практически на все социальные процессы оказывает цифровизация современного общества. Если на первых этапах изучения этого феномена цифровизация рассматривалась лишь как перенос отдельных социальных практик в цифровую форму, то к настоящему времени большое число исследований посвящено изучению новых виртуальных форм социального взаимодействия, не имеющих аналогов в реальном мире.

Изменяется значение и роль информации, на место ограничения доступности знаний приходит переизбыток данных. Более того, возникают новые коммуникативные сети, зачастую существующие только виртуально и не имеющие реальных аналогов.

Проблема исследования обуславливается противоречием между массовым внедрением цифровых технологий в образовательный процесс и различные формы организации трудовой деятельности, с одной стороны, и недостатком актуальных научных представлений о социально-экономических последствиях преобразования рынка труда и института образования в условиях цифровизации российского общества, с другой.

Актуальность выбранной темы обуславливается быстрым обновлением рынка труда и сменяемостью востребованных профессий, активным развитием цифровизации, которая изменяет практики занятости, традиционное мышление о занятости и, следовательно, коллективные представления.

Трансформация рынка труда оказывает непосредственное влияние и на всю систему образования. С одной стороны, рост спроса на новые профессии требует актуализации перечня специальностей, по которым

осуществляется обучение в учебных заведениях России. С другой стороны, наличие цифровых компетенций на сегодняшний день является неотъемлемым условием для успешной конкуренции на рынке труда, что определяет необходимость пересмотра самой практики организации учебного процесса.

Таким образом, цель работы заключается в определении общих тенденций преобразования института образования и рынка труда в условиях цифровизации российского общества.

Кроме того, при подготовке настоящей статьи были определены следующие исследовательские задачи:

- определить зависимость изменений рынка труда, выражающихся в изменении его конъюнктуры, а также постепенно исчезновения части профессий и возникновения новых, от усиливающейся цифровизации российского общества;
- выявить значимость новых признаков дифференциации рынка труда и возможностей получения образования, проявляющихся в условиях цифровизации российского общества;
- сформулировать рекомендации по снижению социальных угроз преобразования рынка труда и института образования в условиях цифровизации.

В этой связи многократно усилилась актуальность исследований взаимосвязи изменений на рынке труда и в системе образования на основе различных научных подходов. Безусловно, тот факт, что труд является одной из основных категорий экономической теории, предопределяет превалирование эконометрических исследований в этой области.

В свою очередь, образовательный процесс, в том числе и в условиях цифровизации

обучения, чаще всего исследуется с позиции педагогики. Тем не менее, в условиях глубоких трансформаций современного общества исследование системы образования и рынка труда уже не представляется возможным без применения социологического инструментария. Такие традиционные предметы социологического изучения как дифференциация и стратификация общества, социальная структура, неравенство, социальный статус и многие другие в той или иной степени опираются на результаты исследований рынка труда и образованности населения. При этом постоянное ускорение преобразований, как всего российского общества, так и образовательного процесса, а также рынка труда, определяет необходимость реализации практически непрерывной социологической диагностики. Реализация регулярных социологических исследований позволит не только отслеживать происходящие изменения, но определять основные возможности для распознавания и преодоления складывающихся угроз.

В последние годы большое число исследований было посвящено растущему влиянию цифровых технологий на современные формы труда. Так, например, этому направлению посвящены научные труды Л.Ю. Андреева [1], И.И. Гурьева [5, с. 205]. Изучению взаимосвязи информатизации общества и занятости населения посвящены работы В.Н. Бобкова [3, с. 6 – 15], а теме влияния на молодёжь информационно-коммуникационных технологий уделяет значительное внимание А.Ю. Жданов [7, с. 165 – 168].

Кроме того, данное направление чаще всего рассматривается с позиций двух основных подходов. С одной стороны, исследуются процессы трансформации национальных и региональных рынков труда в условиях перехода к цифровой экономике с другой стороны, большое внимание уделяется выявлению и оценке новых цифровых практик, используемых при организации трудовой деятельности.

Кроме того, в последние годы, ознаменовавшиеся массовым переходом к дистанционному обучению, большое развитие получила проблематика цифровизации системы образования. Безусловно, большое число работ посвящено практике внедрения в образовательный процесс технологий дистанционного обучения [6, с. 25–32].

Вместе с тем, в трудах отечественных исследователей рассматриваются процессы переформатирования и других сфер образовательной деятельности «с опорой на информационно-коммуникационные технологии», в соответствии с требованиями цифровой экономики.

Важно подчеркнуть, что в эпоху становления информационного общества понятие цифровизации приобрело множество значений в зависимости от научной области применения термина и предмета исследования. В рамках настоящей статьи под цифровизацией понимается процесс внедрения цифровых технологий в разные сферы жизни общества (производство, бизнес, науку, социальную сферу), сопровождаемый эффективным использованием преобразованной информации для повышения качества жизни населения.

По нашему мнению, большое значение цифровизации общества для трудоустройства молодёжи обуславливается следующими условиями.

1. Постепенным вытеснением традиционных профессий и специальностей машинным трудом, основанным на применении цифровых технологий. В первую очередь речь идёт о технических однообразных процессах, которые могут быть заменены машинными алгоритмами [2, с. 203]. Сложность с прогнозированием того, какие профессии исчезнут или, наоборот, возникнут в ближайшее время, ещё больше затрудняют для молодёжи выбор актуальных карьерных приоритетов. Т.е. тех специальностей, обучение по которым гарантирует последующее трудоустройство.

2. Развитием новых форм организации трудовой деятельности. Пандемия

коронавируса COVID-19 продемонстрировала, насколько быстро дистанционная работа может стать общепринято допустимой формой организации трудовой деятельности по целому ряду профессий. Несмотря на необходимость существенной переконфигурации рабочих процессов к дистанционному формату, значительное число предприятий успешно перешло к данной практике, которая к настоящему времени уже стала нормой повседневности. Дистанционная трудовая деятельность использовалась в отдельных профессиях и до пандемии. Однако именно в 2020 году произошла массовизация «удаленки», когда абсолютное большинство компаний и организаций было вынуждено перевести хотя бы часть своих сотрудников на дистанционный формат работы. Всё это не было бы возможным без имеющегося уровня развития цифровых технологий, которые позволили максимально быстро перестроить трудовую деятельность.

Вместе с тем, массовость дистанционной работы обеспечила рост доверия населения к этой форме организации трудовой деятельности. Работа из дома перестала быть редкой практикой, которая не укладывается в принятые в обществе нормы организации трудовой деятельности.

3. Ростом значимости компетенций использования цифровых технологий для успешной конкуренции на рынке труда. Умение использовать цифровые технологии в своей профессиональной деятельности было и ранее востребовано на рынке труда. Однако в последние годы они стали обязательным условием для трудоустройства по широкому спектру профессий. При этом молодёжь традиционно в большей степени, чем иные возрастные группы, склонна использовать цифровые технологии в своей повседневной деятельности. Но именно сейчас усиливается разделение между бытовыми цифровыми практиками и специализированными профессиональными компетенциями использования информационно-коммуникационных технологий. Можно

сказать, что все большее значение приобретает освоение в рамках образовательного процесса специфических цифровых практик и технологий, которые могут быть успешно применены и при организации трудовой деятельности в нетрадиционных формах самозанятости. Более того, в настоящее время фиксируется тенденция, когда в образовательном процессе освоение трудовых компетенций ставится во главу образовательного процесса.

Нельзя не отметить, что цифровизация общества, влекущая за собой возрастание объема цифровой информации и трансформацию общественного взаимодействия, создала разделение границ как для приёма и трансляции сведений, так и для взаимодействия в общественном процессе коммуникации [4, с. 8–12]. Открытость информации и цифровых технологий поэтапно трансформируются в новейшие нормы и показатели для общественного разделения. Результатом этого становится преобразование положения индивидов в лестнице общественной подчиненности, что определено трансформацией форм социального неравенства.

Развитие цифровой экономики стало предпосылкой для возникновения новых профессий, которые либо полностью основаны на цифровых технологиях (например, программист, системный администратор), либо являются смежными традиционным профессиям (например, web-дизайнер, проектировщик инфраструктуры «умного дома»). В свою очередь возможность для удалённой работы в виртуальном пространстве повлекла за собой снижение значимости социальных факторов (пол, возраст, принадлежность к социальной группе) неравенства в отношении видов труда, основанных на цифровых технологиях. Вместе с тем, возрастает число людей, обладающих профессиональными навыками, но не связанных постоянными отношениями трудовой занятости – фрилансеров, составляющих заметную часть прекариата,

положение которого характеризуется высокой зависимостью от колебаний конъюнктуры рынка труда, нестабильностью доходов, социальной незащищенностью и отсутствием социальных гарантий.

Стоит отметить, что, согласно российским исследованиям, наличие умений и навыков использования современных цифровых технологий и компьютерной техники является одним из обязательных условий для высокоэффективной конкуренции на рынке труда.

Рынок труда неразрывно связан со сферой образования. Изменения в структуре рынка труда, уровне востребованности тех или иных профессий, обуславливают преобразование всей образовательной системы. Помимо очевидного появления новых специальностей, связанных с цифровой экономикой, цифровизация обуславливает также упрощение процесса получения образования, например, в дистанционной форме с использованием Интернет-технологий. Практически все российские вузы перешли на систему дистанционного обучения. При этом необходимость внедрения цифровых технологий в систему образования отмечается и на государственном уровне.

Заключение. Для снижения негативных последствий преобразования рынка труда и института образования в условиях цифровизации российского общества, целесообразным представляется реализовать следующие рекомендации:

1. Обеспечить выявление, анализ и внедрение наиболее актуальных и значимых цифровых компетенций в образовательный процесс высших учебных заведений, что позволит в существенной мере повысить конкурентоспособность выпускников вузов на рынке труда.

2. Содействовать институционализации новых форм организации трудовой деятельности, имеющих в своей основе цифровые практики и технологии (фриланс, самозанятость, цифровое предпринимательство). При этом особое

внимание необходимо уделить распространению системы социальных гарантий на новые формы организации трудовой деятельности, с целью предупреждения возникновения новых социальных неравенств.

3. Реализовать мероприятия, направленные на легитимизацию новых форм получения образования: самообразование онлайн, Интернет-курсы, повышение квалификации на электронных площадках. Новые формы получения знаний активно используются молодежью для освоения ряда современных профессий, но вплоть до настоящего времени не имеют нормативного статуса, подтверждающего присвоение соответствующей квалификации.

Новизна проведенного исследования определяется тем, что в рамках настоящей статьи была проанализирована взаимосвязь преобразования рынка труда и института образования под влиянием процессов цифровизации российского общества. Возникают новые возможности для получения образования, прежде всего в дистанционной форме.

Происходит выравнивание уровня развития образования за счет распространения и тиражирования на международном пространстве наиболее успешных образовательных практик.

Одновременно с этим, все большее значение приобретают компетенции использования цифровых технологий в профессиональной деятельности, которые в настоящее время являются неотъемлемым условием успешной конкуренции на рынке труда.

Более того, можно говорить и о возникновении новых, а также исчезновении ряда традиционных профессий, усилении значимости технических и цифровых компетенций в конкурентной борьбе на рынке труда, перераспределении пропорций между конкретными сферами занятости. Постепенно повышается значимость навыков использования информационно-коммуникационных технологий при определении позиций индивидов на рынке труда.

Значимость проведенного исследования обуславливается высокими темпами нарастаниями социального неравенства в российском обществе, которое основывается на таком признаке дифференциации, как уровень владения цифровыми технологиями для их применения в трудовой и образовательной деятельности. Несмотря на то, что данный признак все еще имеет неявный характер, результаты социологического исследования подтверждают наличие у населения представлений о дополнительных возможностях, которые предоставляют цифровые технологии, как при конкуренции на рынке труда, так и при получении образования.

Взаимосвязь рынка труда и института образования диктует необходимость комплексного изучения процессов цифровизации.

В свою очередь, усиливающаяся асинхронность модификации рынка труда и института образования в России может послужить причиной для роста уровня социального неравенства, уровня безработицы и напряженности в обществе. Поэтому разрабатываемые меры и механизмы по преодолению негативных следствий цифровизации должны носить системный характер, а не решать частные проблемы в отдельных сферах жизни российского общества.

Список источников

1. Андреева Л.Ю., Джемаев О.Т. Влияние цифровой экономики на формирование новых трендов на российском рынке труда / Л.Ю. Андреева, О.Т. Современное педагогическое образование. – 2020. – № 1. – С. 8-12.
2. Абрамовский А.Л. Дистанционное образование на современном этапе развития российского высшего образования: дис. ... канд. соц. наук: 22.00.06 / Абрамовский Антон Львович. – Тюмень, 2021. – 203 с.
3. Бобков В.Н. Платформенная занятость: масштабы и признаки неустойчивости / В.Н. Бобков // Мир новой экономики. – 2020. – № 2. – С. 6-15.
4. Гладилина И.П., Ермакова И.Г. Цифровая трансформация образования: зарубежный и отечественный опыт / И.П. Гладилина, И.Г. Ермакова // Современное педагогическое образование. – 2021. – № 3. – С. 8-12.
5. Гурьева И.И. Модернизация заочного обучения как условие повышения качества профессиональной подготовки студентов в вузе: на примере университета: дис. ... канд. педагогических наук: 13.00.08 / Гурьева Ирина Ивановна. – Ставрополь, 2020. – 205 с.
6. Джемаев // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. – 2019. – № 3. – С. 25-32.
7. Жданов А.Ю. Тенденции социального развития молодежи в условиях растущего влияния информационно-коммуникационных технологий / А.Ю. Жданов // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2020. – № 4. – С. 165-168.
8. Кознов А.Б. Влияние цифровизации на рынок труда / А.Б. Кознов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 4-2. – С. 177-179.

References

1. Andreeva L.Yu., Dzhemaev O.T. The influence of the digital economy on the formation of new trends in the Russian labor market / L.Yu. Andreeva, O.T. Modern pedagogical education. - 2020. – No. 1. – pp. 8-12.
2. Abramovsky A.L. Distance education at the present stage of development of Russian higher education: dissertation ... candidate of Social Sciences: 22.00.06 / Abramovsky Anton Lvovich. – Tyumen, 2021. – 203 p.
3. Bobkov V.N. Platform employment: the scale and signs of instability / V.N. Bobkov // The world of the new economy. - 2020. – No. 2. – Pp. 6-15.
4. Gladilina I.P., Ermakova I.G. Digital transformation of education: foreign and domestic experience / I.P. Gladilina, I.G. Ermakova // Modern pedagogical education. - 2021. – No. 3. – Pp. 8-12.
5. Guryeva I.I. Modernization of distance learning as a condition for improving the quality of professional training of students at a university: on the example of a university: dis. ... candidate of Pedagogical Sciences: 13.00.08 / Guryeva Irina Ivanovna. – Stavropol, 2020. – 205 p.

6. Dzhemaev // State and municipal administration. Scientific notes of SKAGGS. – 2019. – No. 3. – Pp. 25-32.

7. Zhdanov A.Yu. Trends in the social development of youth in the context of the growing influence of information and communication technologies /A.Yu. Zhdanov // Historical and socio-educational thought. – 2020. – No. 4. – Pp. 165-168.

Информация об авторе

Димитриев Андрей Степанович, кандидат педагогических наук, доцент, директор ГБОУ СПО ЛНР «Луганский технологический колледж».

<https://orcid.org/0009-0000-6100-2892/print>

E-mail: lpltdo@mail.ru

8. Koznov A.B. The impact of digitalization on the labor market / A.B. Koznov // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2019. – No. 4-2. – Pp. 177-179.

Статья поступила в редакцию 18.07.2024

Information about the author

Dimitriev Andrey Stepanovich, candidate of pedagogical sciences, associate professor, director of the State Budgetary Educational Institution of Secondary Professional Education of the LPR “Lugansk Technological College”.

<https://orcid.org/0009-0009-4217-1178/print>

E-mail: lpltdo@mail.ru.

Для цитирования:

Димитриев А. С. Об основных тенденциях преобразования института образования и рынка труда в условиях цифровизации российского общества // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8(86). – С. 5-11.

For citations:

Dimitriev A. S. On the main trends in the transformation of the institute of education and the labor market in the context of digitalization of russian society // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8(86). – P. 5-11.

УДК 377.1

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ КАК ОДНОЙ ИЗ ФОРМ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Димитриева О. А.

**FORMATION OF AESTHETIC CULTURE OF STUDENTS EDUCATIONAL
ORGANIZATIONS OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION AS ONE OF THE
FORMS OF EDUCATIONAL ACTIVITY**

Dimitrieva O. A.

***Аннотация.** Актуальность статьи обусловлена необходимостью приобщения студенческой молодежи к миру духовных ценностей, миру эстетической культуры человечества, миру искусства в условиях продолжающей доминировать в системе образования рациональной картины мира, отличающейся неполнотой и ограниченностью. Проведенный анализ педагогической литературы и исследований показал, что педагогическая наука и практика сегодня располагают значительно большим числом технологий, направленных на совершенствование процессов познания, нежели решающих проблемы воспитания студентов образовательных организаций среднего профессионального образования. В этой связи автором была разработана технология формирования эстетической культуры студентов на основе развития эмоционально-чувственной сферы личности, описание и краткий анализ которой предлагаются в статье. Автор рассматривает ряд параметров, характеризующих технологию, определяет целевые ориентации технологии в многоуровневом аспекте, выделяет принципы, методы и приемы ее реализации. Статья предназначена для работников системы образования, руководителей образовательных организаций, исследователей.*

***Ключевые слова:** педагогическая технология, эстетическое воспитание, формирование эстетической культуры, методы воспитания, воспитание студентов.*

***Abstract.** The relevance of the article is due to the need to introduce students to the world of spiritual values, the world of aesthetic culture of mankind, the world of art in the context of a rational worldview that continues to dominate the education system, characterized by incompleteness and limitations. The analysis of pedagogical literature and research has shown that pedagogical science and practice today have a much larger number of technologies aimed at improving the processes of cognition than solving the problems of educating students of educational institutions of secondary vocational education. In this regard, the author has developed a technology for the formation of aesthetic culture of students based on the development of the emotional and sensual sphere of personality, the description and brief analysis of which are offered in the article. The author considers a number of parameters characterizing the technology, defines the target orientations of the technology in a multi-level aspect, highlights the principles, methods and techniques of its implementation. The article is intended for employees of the education system, heads of educational organizations, researchers*

***Key words:** pedagogical technology, aesthetic education, formation of aesthetic culture, methods of education, education of students.*

Введение. В условиях преобладания массовой культуры, снижения требований к эстетическим нормам и правилам, коммерциализации практически всех общественных отношений и мифологизации человеческого сознания, формирующей пассивное, некритическое восприятие реальности, становится очевидной необходимость приобщения молодежи к миру истинных духовных ценностей, миру эстетической культуры человечества, миру искусства.

Во многом эта необходимость обусловлена рядом дополняющих друг друга обстоятельств: рациональная картина мира, продолжающая доминировать в системе образования, отличается неполнотой и ограниченностью; именно через искусство в основном происходит передача духовного наследия человечества; искусство наиболее эффективно способствует процессу формирования целостного мировосприятия студента, формирует чувство личной сопричастности к мировой культуре.

Современная педагогическая наука не подвергает сомнению то, что формирование эстетической культуры интенсифицирует развитие самосознания, способствует формированию социальной позиции, гармонизирует эмоционально-коммуникативную и эмоционально-оценочную сферы, снижает остроту реагирования на стрессовые факторы и т.д. [1, с. 192].

Однако, как показывает анализ педагогической литературы и исследований, педагогическая наука и практика сегодня располагают значительно большим числом технологий, направленных на совершенствование процессов познания, нежели решающих проблемы воспитания студентов. В этой связи достойное место в арсенале педагогики может занять разработанная нами технология формирования эстетической культуры студентов образовательных организаций среднего профессионального образования на основе развития эмоционально-чувственной сферы

личности, описание и краткий анализ которой мы предлагаем в этой статье.

Методология исследования. Поскольку детальный анализ различных подходов к определению понятия «педагогическая технология» выходит за рамки представленной статьи, остановимся лишь на подходе А.А. Куриленко, который по ряду причин является наиболее близким нам [5, с. 87-91]. Педагогическую технологию В.Ю. Питюков определяет, как «научное обоснование выбора операционного воздействия педагога на студента в контексте взаимодействия его с миром с целью формирования у него отношений к этому миру» [6, с. 176].

Ключевым понятием в подходе к определению педагогической технологии у А.А. Куриленко выступает педагогическое воздействие, а в качестве ее основных элементов автор рассматривает педагогическое общение, оценку, требование, конфликт и информативное воздействие [3, с. 103-107]. Подобный подход основывается на принципиально новом назначении педагогического воздействия, – «переводе студента на позицию субъекта, отдающего себе отчет в собственной жизни». Это назначение автор предлагает осуществлять, руководствуясь следующими принципами:

- ориентация на социально-ценностное отношение воспитанника;
- учет уникальности личности и непосягательство на ее специфические черты в момент коррекции отношения;
- взаимное раскрытие «Я» педагога и «Я» студента [4, с. 151-154].

Данный подход к определению основ педагогической технологии имеет для нас большую важность по следующим причинам:

- технология В.Ю. Питюкова, как и разработанная нами технология, является воспитательной;
- такие ее компоненты, как педагогическое общение, педагогическая оценка, информативное воздействие, педагогическое разрешение и создание конфликта, активно

используются в предлагаемой нами технологии;

– мы разделяем точку зрения автора, который не рассматривает педагогическую технологию как рецептуру, беспрекословное следование которой гарантирует высокий результат; реализация воспитательной технологии является творческим процессом, не допускающим шаблонов.

Для описания и анализа предлагаемой нами технологии используем характеристики, соответствующие разработанной Г.К. Селевко классификации образовательных технологий.

Результаты исследования. В соответствии с указанной классификацией предлагаемая технология имеет следующие характеристики: По философской основе – гуманистическая. Основным постулатом гуманизма является положение о том, что каждый человек приходит в этот мир как личность, способная его увидеть и оценить по-своему, создавая тем самым новый, особый ракурс существования человечества. Благо ребенка является критерием оценки всех педагогических явлений, именно он признается центром образовательной системы.

Философии гуманизма близки такие направления, как педоцентризм, рассматривающий основную задачу педагогики в создании условий для развития студентов, исходя из приоритета их интересов и потребностей; природосообразность, как опора на психофизическую природу студента, обязательный учет психофизиологических особенностей развития в данном возрасте и индивидуальных особенностей развития каждого студента.

По уровню применения – это общепедагогическая технология, охватывающая целостный образовательный процесс на определенной ступени обучения, включающая в себя целевые ориентации, содержание, формы, средства и методы воспитания и обучения, но она может использоваться и на частно-методическом (предметном) уровне, то есть как совокупность методов и средств для реализации

определенного содержания образования и воспитания в рамках одного предмета, группы, педагога.

По основному фактору развития – комплексная: био-, социо- и психогенная. Мы не исключаем определенного влияния наследственных характеристик на процесс формирования и развития эмоционально-чувственной сферы ученика. Зачастую особенности эмоциональных проявлений личности обусловлены не уровнем сформированности его эмоционально-чувственной сферы, а темпераментом или другими биологическими факторами. Подобные особенности необходимо не только учитывать, но и опираться на них в воспитательно-образовательном процессе.

Эстетические нормы и понятия, как одна из исходных точек формирования эстетической культуры личности, имеют общественное происхождение, они определялись в исторической практике человека и отражены в духовной культуре человечества. Уровень развития эмоционально-чувственной сферы индивида также, помимо прочих факторов, определяется его социальным опытом: хотя эмоции имеют биологическую природу и присущи не только человеку, чувства как устойчивые психические образования исключительно человеческая особенность, имеющая яркую социальную окраску.

Следовательно, социогенный фактор играет важную роль в эмоционально-чувственном развитии личности.

В процессе формирования эмоционально-чувственной сферы студентов мы также делаем ставку и на внутреннюю эстетико-волевую мотивацию деятельности, отсюда большое значение психогенного фактора эстетического развития личности.

По ориентации на личностные структуры технология направлена на развитие эмоционально-чувственной сферы студентов как важнейшего компонента эстетической культуры личности.

По характеру содержания и структуры – воспитательно-обучающая, светская, общеобразовательная, гуманистическая.

По организационным формам – классноурочная с элементами индивидуально-групповой работы.

Урок остается основной формой организации воспитательно-образовательного процесса. Именно в его рамках происходит основная часть работы по развитию эмоционально-чувственной сферы студентов. Важная роль отводится индивидуально-групповой работе как в рамках урока, так и во внеурочное время. Подразумевается также внеколледжная совместная деятельность педагога и студента: экскурсии, посещения музеев, театров и т.д.

По подходу к студенту – педагогика сотрудничества, гуманно-личностная с неформальным лидерством педагога. Одним из основных направлений педагогики сотрудничества является гуманно-личностный подход, задача которого – развитие всей целостной совокупности качеств личности. В отличие от традиционного обучения, где педагог рассматривается в качестве субъекта, а студент – объекта педагогического процесса, концепция сотрудничества представляет отношения «педагог-студент» как субъект-субъектные.

Данный подход обращает систему образования к личности студента, его внутреннему миру, индивидуальным задаткам и потенциальными возможностям и способностям; обращает внимание на уникальность природы каждого студента и его право проявлять эту уникальность. Необходимо постоянно помнить о том, как важно сберечь личность, не сломать ее при попытках улучшить, сформировать и развить. Применяя гуманно-личностный подход в процессе развития эмоционально-чувственной сферы студентов, важно сознавать, что педагог по отношению к студенту выступает в роли старшего и опытного, но равноправного партнера, его консультанта и помощника, но не в качестве носителя непоколебимой и

безусловной истины, точно знающего, как нужно жить и чему для этого надо учиться.

В заключении следует отметить, что предлагаемая технология обладает рядом преимуществ, позволяющих применить ее в полном объеме при обучении любым дисциплинам с выраженной художественной направленностью. Среди ее достоинств, прежде всего, выделим отсутствие строгой привязанности к определенному учебному предмету и использование традиционных форм и средств воспитательно-образовательного процесса в рамках классно-урочной системы. Все это значительно облегчает ее внедрение в практику.

Использование предлагаемых форм, методов и приемов технологии позволит расширить диапазон художественных интересов студентов, увеличит и стабилизирует потребность студентов в регулярном общении с художественными произведениями. А включение студентов в самостоятельную творческую деятельность, ориентированную на развитие духовности, обеспечит повышение уровней сформированности эстетической культуры студентов.

Список источников

1. Безрук В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П. Безрук – М.: Педагогика, 2020. – 192 с.
2. Куриленко А.А. Методы формирования эстетической культуры старшеклассников / А.А. Куриленко // Педагогическое образование и наука. – 2020. – № 1. – С. 106-111.
3. Куриленко А.А. Принципы формирования эстетической культуры старшеклассников / А.А. Куриленко // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2021. – № 1. – С. 103-107.
4. Куриленко А.А. Уровни и критерии сформированности эстетической культуры личности / А.А. Куриленко // Казанский педагогический журнал. – 2021. – № 2. – С. 151-154.
5. Куриленко А.А. Формирование эстетической культуры личности / А.А. Куриленко // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2021. – № 1. – С. 87-91.

6. Питюков В.Ю. Основы педагогической технологии: учебно-практическое пособие / В.Ю. Питюков. – М.: Ассоциация авторов и издателей «Тандем»: «Роспедагенство», 2019. – 176 с.

References

1. Bezruk V.P. The components of pedagogical technology / V.P. Bezruk – М.: Pedagogy, 2020. – 192 p.

2. Kurylenko A.A. Methods of formation of aesthetic culture of high school students / A.A. Kurylenko // Pedagogical education and science. - 2020. - No. 1. – Pp. 106-111.

3. Kurylenko A.A. Principles of the formation of aesthetic culture of high school students / A.A.

Kurylenko // Vocational education in Russia and abroad. – 2021. - No. 1. – pp. 103-107.

4. Kurylenko A.A. Levels and criteria of formation of aesthetic culture of personality / A.A. Kurylenko // Kazan Pedagogical journal. – 2021. – No. 2. – pp. 151-154.

5. Kurylenko A.A. Formation of aesthetic culture of personality / A.A. Kurylenko // Vocational education in Russia and abroad. – 2021. – No. 1. – Pp. 87-91.

6. Pityukov V.Yu. Fundamentals of pedagogical technology: an educational and practical guide / V.Yu. Pityukov. – М.: Association of Authors and publishers "Tandem": "Rospedagenie", 2019. – 176 p.

Статья поступила в редакцию 18.07.2024

Информация об авторе

Димитриева Ольга Александровна, преподаватель дисциплин общепрофессионального и профессионального циклов ГБОУ СПО ЛНР «Луганский технологический колледж».
<https://orcid.org/0009-0009-4217-1178/print>
E-mail: lpltdo@mail.ru

Information about the author

Dimitrieva Olga Aleksandrovna, teacher of disciplines of general professional and professional cycles of the State Budgetary Educational Institution of Secondary Professional Education of the LPR “Lugansk Technological College”.
<https://orcid.org/0009-0009-4217-1178/print>
E-mail: lpltdo@mail.ru

Для цитирования:

Димитриева О. А. Формирование эстетической культуры студентов образовательных организаций среднего профессионального образования как одной из форм воспитательной деятельности // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8(86). – С. 12-16.

For citations:

Dimitrieva O. A Formation of aesthetic culture of students educational organizations of secondary vocational education as one of the forms of educational activity // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8(86). – P. 12-16.

УДК 620.179.143

КЛАССИФИКАЦИЯ ФЕРРОЗОНДОВЫХ ДАТЧИКОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Добрыднев А. В., Безкорвайный В. С., Шатова Н. А.

CLASSIFICATION OF FERROPROBE SENSORS OF MECHANICAL QUANTITIES

Dobrydnev A. V., Bezkorovayniy V. S., Shatova N. A.

***Аннотация.** работа посвящена классификации феррозондовых датчиков, используемых для измерения механических величин. Представленная классификация позволит понять функциональные возможности феррозондовых датчиков и их применение в различных сферах.*

***Ключевые слова:** феррозонд, феррозондовые датчики механических величин, классификация датчиков, многофункциональные инструменты, методы, стандарты.*

***Abstract.** This paper is devoted to the classification of sensors used to measure mechanical quantities. The presented classification will make it possible to understand the functionality of various sensors and their application in various fields.*

***Key words:** ferroprobe, ferroprobe sensors of mechanical quantities, classification of sensors, multifunctional tools, methods, standards.*

Введение. В современном мире, где технологии быстро развиваются, важность высокоэффективных датчиков в различных сферах промышленности становится все более актуальной. Одним классом датчиков невозможно покрыть все потребности предприятий из-за их специфики. Предлагается рассмотреть магнитный вид датчиков, который обладает некоторыми преимуществами перед другими классами, такими как оптические, резистивные, емкостные и тензометрические датчики.

Феррозондовые датчики механических величин – это устройства для измерения физических параметров, таких как сила, скорость, линейное ускорение и других механических явлений. Эти датчики основаны на использовании магнитных полей ферромагнитных материалов. Происходящие в них процессы всегда связаны с существованием

двух полей – внешнего измеряемого поля и некоторого вспомогательного, образуемого за счет тока, протекающего в одной из обмоток. Взаимодействие этих полей в объеме сердечников, изготавливаемых из легко насыщающихся магнитных материалов, таких как ферриты, аморфные и нанокристаллические сплавы, пермаллой, приводит к появлению в другой обмотке электродвижущей силы, по величине которой и судят о напряженности внешнего поля, то есть основной функцией феррозонда является преобразование напряженности измеряемого магнитного поля в пропорциональный электрический сигнал [1].

Магнитные датчики характеризуются несколькими ключевыми параметрами:

1. **Высокая точность.** Феррозондовые датчики обеспечивают высокую точность измерений, могут фиксировать небольшие изменения в механических величинах, что

делает их идеальными для применения в ситуациях, где требуется высокая степень детализации.

2. Неподверженность внешним воздействиям. Феррозондовые датчики нечувствительны к внешним факторам, таким как температура, влажность, загрязненность, пыль. Это предотвращает возможные погрешности в измерениях и увеличивает их долговечность в работе на мельницах, угольной промышленности и т.п.

3. Низкие эксплуатационные расходы. Датчики имеют длительный срок службы и требуют минимального обслуживания, что способствует снижению общих затрат на эксплуатацию.

4. Устойчивость к механическим повреждениям. Данная категория датчиков часто обладает высокой стойкостью к механическим повреждениям и вибрациям, что

позволяет использовать их в сложных условиях, таких как промышленные производства или агрессивные окружающие среды.

Феррозонды характеризуются не только высокой чувствительностью, но и возможностью непосредственного измерения составляющих вектора магнитного поля, обеспечивая тем самым получение полной информации о структуре поля и его источниках. Они могут работать в очень слабых магнитных полях при наличии электромагнитных помех, и отличаются высокой надежностью, долговечностью и низкой стоимостью [2].

Наиболее распространенными в промышленности датчиками являются датчики линейного перемещения, скорости, силы, угловой скорости и вибрации (рис. 1):



Рис. 1. Классификационная система датчиков

Рассмотрим некоторые из них:

1. Датчик линейного перемещения – это датчик, который используется для измерения перемещения объекта по прямой линии. Применяются в различных областях, таких как [3-6]:

– автоматизация производственных процессов – линейные датчики используются

для определения положения движущихся частей машин, конвейеров и роботов, что позволяет обеспечивать точность и безопасность работы;

– автомобильная индустрия – линейные датчики используют для измерения перемещения в системах управления двигателями, трансмиссиями, а также в

системах активной безопасности (например, для определения положения подушек безопасности);

– аэрокосмическая и оборонная промышленность – линейные датчики используются в различных системах управления и навигации, где критически важно точно определять положение компонентов.

2. **Датчик скорости** – предназначен для измерения скорости движения объекта. В большинстве случаев такие датчики используются в транспортных средствах, но также могут применяться в различных отраслях, включая промышленность и автоматизацию.

3. **Датчик силы** – предназначен для измерения приложенной силы или нагрузки. Он может использоваться в различных областях, таких как робототехника, биомеханика и в других сферах, где необходим точный контроль и измерение силы. Датчики силы могут иметь различные диапазоны измерений, точность и разрешения в зависимости от их конструктивных особенностей и предназначения.

4. **Датчик угловой скорости** – предназначен для измерения угловой скорости объекта, то есть скорости изменения его ориентации в пространстве. Датчики угловой скорости активно используются в качестве компонентов инерционных навигационных систем, которые позволяют отслеживать положение и ориентацию объектов.

5. **Датчик вибрации** – предназначен для измерения вибраций объектов в различные условия эксплуатации [3, 7-9]. Они применяются в различных областях для мониторинга состояния оборудования, предотвращения неисправностей и повышения безопасности, например:

– геофизика – датчики вибрации, используемые для регистрации сейсмических волн, изучения подземных структур, бурения для добычи нефти, газа и т.д.;

– мониторинг вибрации зданий и сооружений – датчики вибрации применяют для минимизации ущерба от внешних

воздействий ударно-вибрационного характера, которые могут наносить вред строительным конструкциям и предметам внутри зданий;

– промышленность – датчики вибрации применяют как автоматические выключатели, реагирующие на вибрацию промышленного оборудования. Также датчики могут использоваться в системах блокировки агрегатов (насосов, компрессоров и другого технологического оборудования) в различных отраслях промышленности.

В свою очередь, феррозондовые датчики механических величин можно разделить по следующим видам (рис. 2):

1. По форме датчика:

- стержневой;
- цилиндрический;
- U-образный;
- O-образный;
- П-образный;
- С-образный.

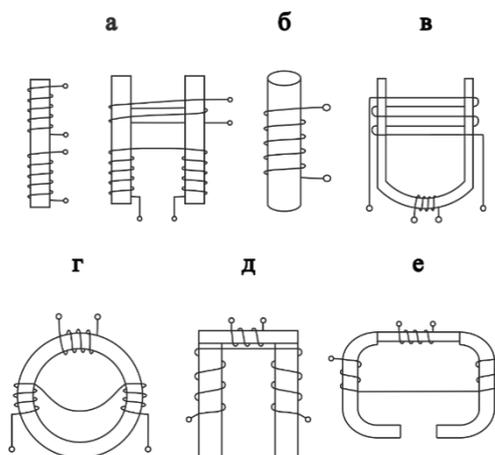


Рис. 2. Виды магнитных феррозондовых датчиков [10, 11]:

а) одно- и двухстержневой прямоугольной формы сердечника; б) цилиндрический; в) U-образный; г) O-образный; д) П-образный; е) С-образный

2. По методу возбуждения [10, 11]:

– индуктивный. Метод возбуждения магнитного феррозонда заключается в том, что для изменения магнитного состояния ферромагнитного сердечника на него воздействуют продольным переменным магнитным полем, источником которого

является переменный электрический ток проводимости, обтекающий многовитковую катушку, охватывающую часть ферромагнитного сердечника;

– гальванический. Источником электромагнитного поля являются электрические токи проводимости в ферромагнитном элементе между электродами генератора накачки. В этом случае сердечник зонда выполнен в виде отрезка ферромагнитной проволоки круглого сечения, по которой протекает переменный ток возбуждения;

– магнитоэлектрический. Источником электромагнитного поля является воздействие ферромагнитного модулятора на феррозонд вдоль его продольной оси. В результате во всем объеме ферромагнитной системы на совпадающих частотах электромеханического и магнитного резонансов возбуждается модулирующий физический процесс в виде стоячей магнитоэлектрической волны.

3. По области применения [12]:

– промышленность – в производственных процессах феррозондовые датчики могут использоваться для контроля и управления магнитными полями в электродвигателях, трансформаторах и других электромеханических устройствах. Они позволяют отслеживать изменения в магнитном поле, что может предупреждать о потенциальных проблемах, таких как перегрев или выход из строя оборудования;

– автомобиле- и авиастроение – датчики могут применяться для мониторинга работы различных систем управления автомобилем. Они позволяют обеспечивать безопасность и надежность работы систем;

– медицинские технологии – использование датчиков в устройствах для магнитно-резонансной томографии, где измеряются магнитные поля для создания высококачественных изображений внутренней структуры тела;

– электроника – встраиваемые в различные устройства датчики могут использоваться для мониторинга состояния

компонентов, где необходимо контролировать положение и ориентацию устройств.

Выводы. Способность феррозондовых датчиков механических величин точно определять изменения в магнитных полях и преобразовывать эти изменения в измеряемые механические величины делает их незаменимыми в таких сферах, как машиностроение, робототехника и роботизированные системы управления.

Проведенный анализ классификаций показывает, что выбор конкретного типа датчика зависит от множества факторов, включая требуемую точность, условия эксплуатации и экономическую целесообразность. Современные разработки в области материаловедения и электроники способствуют дальнейшему совершенствованию этих датчиков, что открывает новые возможности для их применения и расширения функциональности.

Таким образом, понимание и грамотная классификация феррозондовых датчиков механических величин является ключевым аспектом для их эффективного использования. Постоянные инновации в этой области будут способствовать развитию более точных и надежных систем измерений, что, в свою очередь, способствует прогрессу в различных прикладных областях.

Список источников

1. Афанасьев Ю.В. Феррозонды. Л.: «Энергия». Ленинградское отд., 1969. – 168 с.
2. Баранова В.Е. Измерение слабого магнитного поля на основе феррозондового датчика. Томск, 2015. – 134 с.
3. Шарапов В.М. Мир электроники / Шарапов В.М., Полищук Е.С., Кошевой Н.Д., Ишанин Г.Г., Минаев И.Г., Совлуков А.С. – Москва: Техносфера, 2012. – 625 с.
4. Князьков А.В. Магнитоэлектрический датчик линейных перемещений для промышленных применений / А.В. Князьков, В.М. Чайковский, А.А. Федюков // Надежность и качество. Труды международного симпозиума. – 2023. – Т. 1. – С. 409-412.
5. Сысоева С. Автомобильные датчики положения. Актуализация надежных и недорогих интегральных компонентов / С. Сысоева //

Компоненты и технологии. – 2009. – № 3(92). – С. 13-20.

6. Трофимов А.А. Датчик линейных перемещений для систем измерения ракетно-космической техники / А.А. Трофимов, Д.А. Рязанцев // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2016. – № 4(18). – С. 52-57.

7. Голощапов А. МЭМС-акселерометры Colibrus и их применение в геофизике / А. Голощапов // Компоненты и технологии. – 2014. – № 1(150). – С. 38-41.

8. Кирпичев А.А. Мониторинг вибрации зданий и сооружений / А.А. Кирпичев, А.Г. Миронов // Вибрация машин: измерение, снижение, защита. – 2010. – № 4. – С. 25-33.

9. Гудзь Ю.В. Измерение и контроль вибрации при производственном процессе / Ю.В. Гудзь, Е.М. Малиев, Ю.М. Прошин [и др.] // Научные труды КубГТУ: электронный сетевой политематический журнал. – 2015. – № 10. – С. 187-192.

10. Санков О.В. Исследование феррозондовых датчиков магнитных объектов для систем ближней локации / О.В. Санков, В.Н. Легкий // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. – 2009. – № 2(75). – С. 90-101.

11. Брякин И.В. Феррозондовые магнитометры с новым способом возбуждения на основе магнитоэлектрического взаимодействия / И.В. Брякин, И.В. Бочкарев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 90-101.

12. Сысоева, С. Датчики магнитного поля. Ключевые технологии и новые перспективы. Часть 3. XMR (AMR/GMR/TMR) конкуренты датчиков Холла / С. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2014. – № 8(157). – С. 49-62.

References

1. Afanasyev Yu.V. Ferrosondes. L.: "Energy". Leningradskoe publishing House, 1969. – 168 p.

2. Baranova V.E. Measurement of a weak magnetic field based on a ferrosonde sensor. Tomsk, 2015. – 134 p.

3. Sharapov V.M. The world of electronics/ Sharapov V.M., Polishchuk E.S., Koshevoy N.D.,

Ishanin G.G., Minaev I.G., Sovlukov A.S. - Moscow: Technosphere, 2012. – 625 p.

4. Knyazkov A.V. Magnetostrictive linear displacement sensor for industrial applications / A.V. Knyazkov, V.M. Tchaikovsky, A.A. Fedukov // Reliability and quality. Proceedings of the International Symposium. - 2023. – Vol. 1. – Pp. 409-412.

5. Sysoeva S. Automotive position sensors. Actualization of reliable and inexpensive integrated components / S. Sysoeva // Components and technologies. – 2009. – № 3(92). – Pp. 13-20.

6. Trofimov A.A. Linear displacement sensor for measurement systems of rocket and space technology / A.A. Trofimov, D.A. Ryazantsev // Measurement. Monitoring. Management. Control. – 2016. – № 4(18). – Pp. 52-57.

7. Goloshchapov A. MEMS-accelerometers Colibrus and their application in geophysics / A. Goloshchapov // Components and technologies. – 2014. – № 1(150). – Pp. 38-41.

8. Kirpichev A.A. Monitoring of vibration of buildings and structures / A.A. Kirpichev, A.G. Mironov // Vibration of machines: measurement, reduction, protection. 2010. – No. 4. – Pp. 25-33.

9. Gudz Yu.V. Measurement and control of vibration in the production process / Yu.V. Gudz, E.M. Maliev, Yu.M. Proshin [et al.] // Scientific works of KubSTU: electronic network polythematic journal. – 2015. – No. 10. – Pp. 187-192.

10. Sankov O.V. Investigation of ferrosonde sensors of magnetic objects for near-range location systems / O.V. Sankov, V.N. Lyogy // Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. The Mechanical Engineering series. – 2009. – № 2(75). – Pp. 90-101.

11. Bryakin I.V. Ferrosonde magnetometers with a new method of excitation based on magnetoelectric interaction / I.V. Bryakin, I.V. Bochkarev // Bulletin of the South Ural State University. Series: Energy. – 2021. – Vol. 21, No. 3. – Pp. 90-101.

12. Sysoeva, S. Magnetic field sensors. Key technologies and new perspectives. Part 3. XMR (AMR/GMR/TMR) competitors of Hall sensors / S. Sysoeva // Components and technologies. – 2014. – № 8(157). – Pp. 49-62.

Статья поступила в редакцию 15.07.2024

Информация об авторах

Добрыднев Алексей Витальевич, аспирант кафедры «Электромеханика» Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

SPIN-код: 4805-3967, AuthorID: 1264623

E-mail: mushroomrace@yandex.ru

Безкорвайный Владимир Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры «Электромеханика» Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

SPIN-код: 8933-5114, AuthorID: 1220764

E-mail: kaf-el-mex@yandex.ru

Шатова Наталья Александровна, к.т.н., доцент кафедры «Электромеханика» Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

E-mail: nzhuchenko@mail.ru

Information about the authors

Dobrydnev Alexey Vitalievich, graduate student of the Chair «Electromechanics» Lugansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk.

SPIN-код: 4805-3967, AuthorID: 1264623

E-mail: mushroomrace@yandex.ru

Bezkorovainyi Vladimir Sergeevich, Candidate of Sciences, docent of the Chair «Electromechanics» Lugansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk.

SPIN-код: 8933-5114, AuthorID: 1220764

E-mail: kaf-el-mex@yandex.ru

Shatova Natalia Alexandrovna, candidate of Sciences, docent of the Chair «Electromechanics» Lugansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk.

E-mail: nzhuchenko@mail.ru

Для цитирования:

Добрыднев А. В., Безкорвайный В. С., Шатова Н. А. Классификация феррозондовых датчиков механических величин // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8(86). – С. 17-22.

For citations:

Dobrydnev A. V., Bezkorovainiy V. S., Shatova N. A. Classification of ferroprobe sensors of mechanical quantities // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8(86). – P. 17-22.

УДК 627.4

**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДАТЧИКА
ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ГЛАДКОГО ВАЛА****Ивженко А. А., Лежепеков А. В., Столяров В. С.****ANALYSIS OF THE MAGNETIC FIELD STRENGTH OF THE SENSOR
WHEN MEASURING THE ROTATION SPEED OF A SMOOTH SHAFT****Ivzhenko A. A., Lezhepekov A. V., Stolyarov V. S.**

***Аннотация.** Предложена конструкция магнитной системы магнитного первичного преобразователя для измерения частоты вращения гладкого вала для силовых установок. Использование приведенных уравнений дает возможность рассчитать поле постоянных магнитов для каждой измерительной системы и рационально выбирать характеристики магнитометрического канала.*

***Ключевые слова:** напряженность, вал, постоянный магнит, напряженность поля, намагниченность.*

***Abstract.** The design of a magnetic system of a magnetic primary converter for measuring the rotation frequency of a smooth shaft for power plants is proposed. The use of the above equations makes it possible to calculate the field of permanent magnets for each measuring system and rationally select the characteristics of the magnetometric channel.*

***Key words:** tension, shaft, permanent magnet, field strength, magnetization.*

Введение. Непосредственное измерение частоты вращения на гладком валу силовых установок является сложной механической задачей, решение которой позволяет производить стендовые испытания транспортных машин или техники с высокой точностью измерений [1]. Основная трудность такого способа состоит не в методах и технических средствах обработки информации первичных измерительных преобразователей (ПП), которые в настоящее время достаточно хорошо разработаны, а в создании самих первичных измерительных преобразователей. Среди существующих ПП частоту на валу магнитные ПП занимают особое место как наиболее перспективные. Магнитные ПП

имеют высокую механическую прочность, метрологически надежны, сравнительно недороги, способны работать при широких изменениях температуры в запыленной и загрязненной среде [2].

Цель статьи. Целью статьи является теоретическое исследование зависимости метрологических характеристик датчика для измерения частоты вращения на гладком валу.

Изложение основного материала. В настоящее время не существует завершенных теоретических исследований, позволяющих осуществить технически грамотно параметры магнитных систем. Предлагается конструкция магнитных систем ПП частоты вращения, схема которой показана на рис. 1.

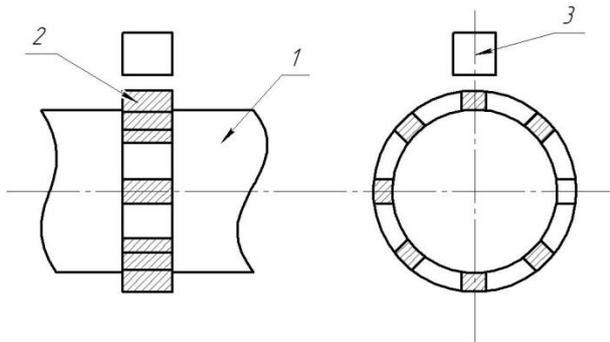


Рис. 1. Конструкция магнитной системы для измерения частоты вращения вала:

1 – вал; 2 – обойма с постоянными магнитами; 3 – магниточувствительный элемент

В двух обоймах 2, которые монтируются на гладком валу 1, находятся постоянные магниты. Над обоймами расположены магниточувствительные элементы 3. При вращении вала в магниточувствительных элементах вырабатываются импульсы напряжения, соответствующие каждому проходящему под элементом постоянному магниту. По частоте следования этих импульсов определяется частота вращения вала.

Обойма выполнена из прочной технической ткани, где помещаются постоянные магниты «закрытой» [3] группы, выполненные на основе редкоземельных материалов. Особенностью таких магнитотвердых материалов является то, что вектор намагниченности постоянен по объему магнита. Магнитный материал имеет высокую коэрцитивную силу (270 – 315 кА/м), что позволяет выполнять постоянные магниты плоскими, а значительная для этой группы магнитов остаточная индуктивность 0,45 – 0,55 Тл и удельная энергия 50 – 60 кДж/м дает возможность выполнять измерительный преобразователь небольшого размера [4].

Обойма с постоянными магнитами наклеивается на вал и представляет собой одну из двух частей датчика. Второй частью датчика являются магниточувствительные элементы, в качестве которых могут использоваться или миниатюрные катушки индуктивности с

сердечником, или такие магниточувствительные элементы, как датчики Холла, магнитодиоды или феррозонды. Катушки индуктивности с сердечником используются тогда, когда скорость вращения вала достаточно высока (100 – 120 об/мин) и достаточно стабильна. Если же скорость вращения вала изменяется в широких пределах и может равняться нулю в какие-то моменты, тогда используются потокочувствительные элементы, а именно те элементы, информационный выходной сигнал которых пропорционален не производной от тока, а непосредственно величине потока.

Результаты исследования. Количество постоянных магнитов в обойме определяется допустимой погрешностью измерения скорости вращения. Расчет магнитной системы датчика с постоянными магнитами осуществляется на основе следующей математической модели. С учетом того что площадь сечения постоянного магнита много меньше площади сечения вала, в первом приближении можно считать, что магнит расположен на расстоянии d от плоской поверхности ферромагнитного полупространства. Тогда, используя метод зеркальных изображений для вектора напряженности магнитного поля, можно записать:

$$\begin{aligned} \vec{H} &= -\text{grad}\varphi = \\ &= -\frac{1}{4\pi} \text{grad} \sum_{k=1}^4 (-1)^{k+1} M_n \int_{S_r} \frac{dS_{pk}}{|r_Q - r_P|} \end{aligned} \quad (1)$$

где r_Q, r_P – векторы в точках наблюдения и источника;

M_n – нормальные составляющие намагниченности на плоскости постоянного магнита;

k – номер плоскости магнита, по которой производится интегрирование.

После несложных преобразований в соответствии с (1) в декартовой системе координат (рис. 2) для составляющих напряженности в n -ой точке рабочей области датчика для поля трех расположенных рядом магнитов можно записать:

$$\begin{aligned}
 H_{X_n} &= \frac{1}{4\pi} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^4 M_n (-1)^{k+1} \times \\
 &\times \left[\ln \left(y_i - y_j + \sqrt{(x_{nk} - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_{nk} - z_j)^2} \right) \right]_{-a}^a \left[\begin{matrix} b \\ -b \end{matrix} \right]; \\
 H_{Y_n} &= \frac{1}{4\pi} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^4 M_n (-1)^{k+1} \times \\
 &\times \left[\ln \left(x_{nk} - y_j + \sqrt{(x_{nk} - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_{nk} - z_j)^2} \right) \right]_{-a}^a \left[\begin{matrix} b \\ -b \end{matrix} \right]; \\
 H_{Z_n} &= \frac{1}{4\pi} \sum_{p=1}^3 \sum_{k=1}^4 M_n (-1)^{k+1} \times \\
 &\times \left[\operatorname{arctg} \frac{(x_{nk} - x_i)(y_i - y_j)}{(z_i - z_{nk}) \sqrt{(x_{nk} - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_{nk} - z_j)^2}} \right]_{-a}^a \left[\begin{matrix} b \\ -b \end{matrix} \right],
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

где $x_{nk} = r \sin\left(\frac{\pi}{2} - (n-1)\Delta\alpha_n + (p-1)\alpha_p\right)$;

$\Delta\alpha_n$ – угол между точками наблюдения;

α_p – угол между постоянными магнитами.

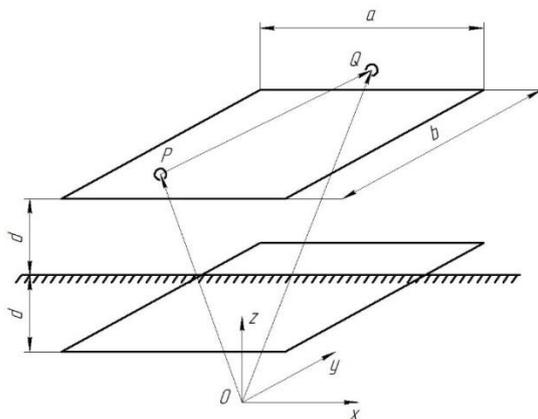


Рис. 2. Геометрическая модель для расчета поля

Использование (2) дает возможность для каждой измерительной системы рассчитать поле постоянных магнитов и рационально выбрать метрологические характеристики магнитометрического канала.

Вывод. На рис. 3 показан график распределения составляющих вектора напряженности магнитного поля над средним из трех магнитов, который позволяет определить диапазон измеряемых величин магниточувствительного элемента.

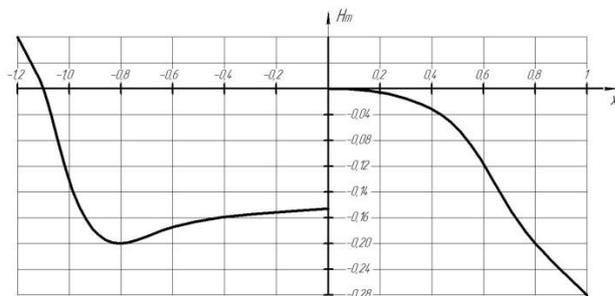


Рис. 3. Графики составляющих напряженности H

Список источников

1. Гольдберг О.Д., Свириденко И.С. Проектирование электрических машин / Под ред. О.Д. Гольдберга. – 3-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. – 430 с.
2. Афанасьев Ю.В., Студенцов Н.В., Щелкин А.П. Магнитометрические преобразователи, приборы, установки. – Л., 1972.
3. Постоянные магниты: справочник / А.Б. Альтман, А.Н. Герберг, П.А. Гладышев и др.; под ред. Ю.М. Пятина. – М.: Энергия, 1980. – 488 с.
4. Сливинская А.Г. Электромагниты и постоянные магниты: учеб. пособие для студ. вузов. – М.: Энергия, 1972. – 248 с.

Информация об авторах

Ивженко Анастасия Александровна, старший преподаватель кафедры электромеханики Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.
E-mail: nst.ivgenko@mail.ru

Лежепеков Антон Вячеславович, аспирант кафедры электромеханики Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.
E-mail: Kupol1990@mail.ru

Столяров Владислав Сергеевич, аспирант кафедры электромеханики Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.
E-mail: LS-1091989@rambler.ru

References

1. Goldberg O.D., Sviridenko I.S. Design of electric machines / Edited by O.D. Goldberg. – 3rd ed., reprint. – M.: Higher School, 2006. – 430 p.
2. Afanasyev Yu.V., Studentsov N.V., Shchelkin A.P. Magnetometric converters, devices, installations. – L., 1972.
3. Permanent magnets: handbook / A.B. Altman, A.N. Gerberg, P.A. Gladyshev et al.; edited by Yu.M. Pyatin. – M.: Energy, 1980. – 488 p.
4. Slivinskaya A.G. Electromagnets and permanent magnets: textbook. a student's manual. universities. – M.: Energiya, 1972. – 248 p.

Статья поступила в редакцию 18.07.2024

Information about the authors

Ivzhenko Anastasia Aleksandrovna, senior lecturer of the Department of Electrical Mechanics, Lugansk State University named after Vladimir Dahl.
E-mail: nst.ivgenko@mail.ru

Lezhepekov Anton Vyacheslavovich, postgraduate student of the Department of Electromechanics Luhansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk.
E-mail: Kupol1990@mail.ru

Stolyarov Vladislav Sergeevich, postgraduate student of the Department of Electromechanics, Luhansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk.
E-mail: LS-1091989@rambler.ru

Для цитирования:

Ивженко А. А., Лежепеков А. В., Столяров В. С. Анализ напряженности магнитного поля датчика при измерении частоты вращения гладкого вала // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8(86). – С. 23-26.

For citations:

Ivzhenko A. A., Lezhepekov A. V., Stolyarov V. S. Analysis of the magnetic field strength of the sensor when measuring the rotation speed of a smooth shaft // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8(86). – P. 23-26.

УДК 621.91.02:621.83

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кузьменко Н. Н., Михайлова А. Д.

THE IMPACT OF PRODUCT QUALITY ON THE COMPETITIVENESS OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

Kuzmenko N., Mikhaylova A.

***Аннотация.** В статье рассмотрено понятие качества продукции как главного фактора повышения конкурентоспособности предприятия. Проанализированы основные виды показателей качества для машиностроительной продукции и процесс управления повышением качества на предприятии. Сделан обзор основных систем менеджмента качества.*

***Ключевые слова:** конкурентоспособность, менеджмент качества, эффективность, машиностроительная продукция.*

***Abstract.** The article considers the concept of product quality as the main factor in increasing the competitiveness of an enterprise. The main types of quality indicators for machine-building products and the quality improvement management process at the enterprise are analyzed. An overview of the main quality management systems is made.*

***Key words:** competitiveness, quality management, efficiency, engineering products.*

Введение. Качество продукции – один из важнейших критериев функционирования предприятия в современных условиях. Повышение технического уровня и качества продукции оказывают существенное влияние на конкурентоспособность отечественных товаров и жизненный уровень населения. Поэтому проблема обеспечения и повышения качества продукции актуальна для всех предприятий.

Главная цель развития машиностроения – удовлетворение внутреннего спроса на машиностроительную продукцию, расширение присутствия на внешних рынках.

В общем виде конкурентоспособность товара можно представить следующим уравнением:

$$\text{Конкурентоспособность товара} = \text{Качество} + \text{Цена} + \text{Обслуживание}$$

Определение "качество продукции": качество – это совокупность свойств и характеристик продукта, которые придают ему способность удовлетворять установленные или предполагаемые потребности. Установленные потребности зафиксированы в правовых нормах, стандартах, заказах, сделках, технических условиях поставок и других документах. Предполагаемые потребности – это те ожидания, которые потребитель обычно не формулирует конкретно, но относит к устойчивым пожеланиям. К ним можно отнести, например, соответствие продукта моде, привычкам потребителей, национальным

или культурным особенностям потребления и т.д.

Для продукции машиностроения выделяют основные виды показателей качества (табл. 1).

Большинство из рассмотренных показателей качества оказывают прямое или косвенное влияние на эффективность производства и потребления продукции.

Таблица 1

Показатели качества машиностроительной продукции

Показатели	Пример показателей	Свойства продукции
Назначения	Мощность	Полезный эффект от использования продукции по назначению
	Производительность	
	Скорость	
	Прочность	
	Точность	
Надежности и долговечности	Безотказность	Свойства изделия выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания
	Долговечность	
	Ремонтопригодность	
	Средний срок службы	
Производственно-технологические	Стандартизация	Эффективность технологических решений для обеспечения высокой производительности труда
	Унификация	
	Технологичность	
Экономические	Капиталовложение Себестоимость	Характеризуют затраты на разработку, изготовление, эксплуатацию и потребление продукции

Управление качеством рассматривается как самостоятельная сложная функция управления бизнес-процессами, целями реализации которой являются:

- повышение конкурентоспособности и прибыли предприятия за счет повышения качества продукции и всех сопутствующих процессов;
- снижение затрат и укрепление экономической стабильности предприятия;
- соблюдение требований охраны окружающей среды;
- целенаправленное воздействие на параметры качества продукции машиностроения с целью постоянного их улучшения.

Объектами управления качества выступают процессы, от реализации которых зависит качество конечной машиностроительной продукции. Они

осуществляются на всех этапах жизненного цикла продукта и включают 11 этапов, образуя «Петлю качества» (рис. 1).

Деятельность, связанная с управлением качества, представлена на трех иерархических уровнях. Ключевыми элементами на этих уровнях являются:

- на уровне организации: направления, цели деятельности по качеству, официально сформулированные высшим руководством организации;
- на уровне подразделений: задачи, ресурсы, критерии оценки деятельности, связанные с обеспечением качества продукции машиностроения;
- на уровне персонала: ответственность, полномочия, отношения исполнителей всех уровней по вопросам качества машиностроительной продукции.

Пока не существует универсальных методов, которые позволяют объективно оценить качество продукции на всех этапах ее жизненного цикла. Современные методы управления качеством требуют не только

стабильности качества продукции, но и непрерывного повышения этой стабильности.

В мировой практике широко используются следующие системы менеджмента качества (табл. 2).



Рис. 1. Стадии жизненного цикла продукции «Петля качества»

Таблица 2

Обзор систем менеджмента качества

Система менеджмента качества	Основные положения
ИСО 9001	Представляет собой набор руководящих принципов, которым предприятия могут следовать, чтобы гарантировать, что их продукция неизменно соответствует обещаниям качества и надежности, данным их клиентам. В нем указаны шаги, которые необходимо предпринять при создании системы менеджмента качества, и как поддерживать ее бесперебойную работу
Тотальный менеджмент качества (TQM)	Система, используемая предприятием для управления своими процессами обеспечения качества и их улучшения. Основана на идее, что каждый сотрудник несет ответственность за поддержание качества своей работы и что постоянное совершенствование необходимо для успеха. TQM также предполагает сосредоточение внимания на всем процессе от проектирования до доставки и требует вклада всех уровней организации. Это включает участие поставщиков и партнеров, а также приверженность постоянному обучению сотрудников

Продолжение табл. 2

Система менеджмента качества	Основные положения
Шесть сигм (Six Sigma)	Система направлена на уменьшение дефектов и вариативности в процессе. В ней используются данные и статистический анализ для выявления и устранения источников ошибок, тем самым повышая качество и эффективность. Термин "Шесть сигм" относится к статистическому показателю качества, который указывает на то, что процесс имеет менее 3-4 дефектов на миллион возможностей. Структура состоит из ряда шагов и инструментов, таких как методология DMAIC (определение, измерение, анализ, улучшение, контроль) и различные статистические методы, такие как регрессионный анализ и контрольные диаграммы
Бережливое управление	Это система управления качеством, которая фокусируется на минимизации отходов и максимизации ценности процессов предприятия. Бережливое управление делает упор на непрерывное совершенствование и устранение видов деятельности, не создающих добавленной стоимости, с целью повышения эффективности и качества. Это влечет за собой выявление и устранение любых действий, которые не повышают ценность готового продукта или услуги, таких как избыточные запасы, ненужные этапы процесса или дефекты
Кайдзен	Японский термин, означающий "непрерывное совершенствование". Ее цель – выявлять и устранять отходы в процессах организации. К отходам могут относиться такие вещи, как перепроизводство, время ожидания, ненужные перемещения, дефекты и избыточные запасы. Устраняя отходы, организация может улучшить качество, снизить затраты и повысить эффективность
Бенчмаркинг	Инструмент управления качеством, который позволяет предприятию сравнивать свои показатели с показателями других организаций или отраслевыми стандартами. Затем предприятия могут определить области для улучшения и установить цели для улучшения

Основными причинами снижения качества продукции являются низкое качество сырья, низкий уровень технологии, организации производства, квалификации производителей, неритмичность производства и т.д. Современный этап развития научно-технического процесса выдвигает качество как один из главных факторов влияния на развитие экономики. Предприятия активно ищут пути решения проблемы повышения качества товаров и услуг, которые будут конкурентоспособными на мировом рынке.

Вывод. Повышение качества и конкурентоспособности продукции влияет на рост производительности труда; структуру производства и функциональное распределение мощностей; обеспечивает эффективное использование основных фондов; экономии сырья, материалов, топлива, энергии; рост эффективности инвестиций; способствует более полному удовлетворению спроса

потребителей; выходу предприятий на мировой рынок, увеличению экспорта; формированию имиджа предприятия как экономического надежного партнера.

Список источников

1. Варакута С.А. Управление качеством продукции: учеб. пособие [Текст] / С.А. Варакута. – М.: Инфра-М, 2015. – 207 с.
2. Гемба Кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества [Текст] / Масааки Имаи; пер. с англ. – 9-е изд., испр. и доп. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 416 с.
3. Гличев А.В. Качество продукции. Система управления [Текст] / А.В. Гличев. – М.: Прогресс, 2020. – 312 с.
4. Кане М.М. Управление качеством продукции машиностроения [Текст] / М.М. Кане, А.Г. Суслов и др. – М.: Машиностроение, 2019. – 416 с.
5. Ситниченко В. стратегия развития машиностроения на основе системы

сбалансированных показателей [Текст] / В. Ситниченко // стандартизация, сертификация, качество: научно-технический журнал. – 2019. – № 1. – С. 39-44.

References

1. Varakuta S.A. Product quality management: Textbook [Text] / S.A. Varakuta. – М.: Infra-M, 2015. – 207 p.
2. Gemba Kaizen: The way to reduce costs and improve quality [Text] / Masaaki Imai: Translated from English – 9th ed., ispr. and additional – М.: Alpina Publisher, 2020. – 416 p.

Информация об авторах

Кузьменко Наталья Николаевна, кандидат технических наук, доцент Луганского государственного университета им. В. Даля, г. Луганск.
E-mail: natik9400@mail.ru

Михайлова Александра Дмитриевна, кандидат технических наук, доцент Луганского государственного университета им. В. Даля, г. Луганск.
E-mail: lexi_mih94@mail.ru

3. Glichev A.V. Product quality. Management system [Text] / A.V. Glichev. – М.: Progress, 2020. – 312 p.

4. Kane M.M. Quality management of mechanical engineering products [Text] / M.M. Kane, A.G. Suslov et al. – М.: Mechanical Engineering, 2019. – 416 p.

5. Sitnichenko V. strategy for the development of mechanical engineering based on a system of balanced indicators [Text] / V. Sitnichenko // standardization, certification, quality: scientific and technical journal. – 2019. – No. 1. – Pp. 39-44.

Статья поступила в редакцию 18.07.2024

Information about the authors

Kuzmenko Natalya, candidate of technical sciences, associate professor Lugansk State University named after Vladimir Dahl.
E-mail: natik9400@mail.ru

Mikhaylova Alexandra, candidate of technical sciences, associate professor Lugansk State University named after Vladimir Dahl.
E-mail: lexi_mih94@mail.ru

Для цитирования:

Кузьменко Н. Н., Михайлова А. Д. Влияние качества продукции на конкурентоспособность машиностроительного предприятия // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8 (86). – С. 27-31.

For citations:

Kuzmenko N. N., Mikhaylova A. D. The impact of product quality on the competitiveness of a machine-building enterprise // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8 (86). – P. 27-31.

УДК 533.65.013.622+004.8

**ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ЗАДАЧАХ РАЗРАБОТКИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ**

Остапущенко Д. Л., Воронов А. Э., Петренко М. О., Черных В. В.

**NUMERICAL SOLUTION OF DYNAMIC EQUATIONS OF MOTION OF AN
AIRCRAFT IN THE PROBLEMS OF DEVELOPING INTELLIGENT FLIGHT
CONTROL SYSTEMS**

Ostapushchenko D. L., Voronov A. E., Petrenko M. O., Chernykh V. V.

***Аннотация.** В статье рассматривается физически адекватная модель, позволяющая решать задачи динамики летательного аппарата в режиме реального времени. Исследуется движение твердого тела в пространстве с учетом взаимодействия его поверхности с набегающим потоком воздушной среды. Данная модель разработана для решения задач обучения при использовании методов искусственного интеллекта, основанных на обучении с подкреплением, с целью создания интеллектуальной системы управления.*

***Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, интеллектуальные системы управления, искусственный интеллект, обучение с подкреплением.*

***Abstract.** The article considers a physically adequate model for solving problems of aircraft dynamics in real time. The motion of a rigid body in space is studied taking into account the interaction of its surface with the oncoming air flow. This model is developed to solve learning problems using artificial intelligence methods based on reinforcement learning, with the aim of creating an intelligent control system.*

***Keywords:** unmanned aerial vehicle, intelligent control systems, artificial intelligence, reinforcement learning.*

Введение. Разработка автоматических систем управления полетом является одной из ключевых задач при работе над беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Использование интеллектуальных систем управления (ИСУ) позволяет создать наиболее гибкие механизмы автоматического управления БПЛА, способные эффективно выполнять различные задачи в сложных условиях.

В данной работе для создания ИСУ используются методы искусственного интеллекта (ИИ), входящие в группу методов,

основанных на обучении с подкреплением (RL, Reinforcement Learning) [1-4]. Эти методы предполагают использование на этапе поиска оптимальной программы управления физически адекватной модели объекта управления, позволяющей осуществлять многократное решение задачи динамики объекта при различных программах управления в условиях приближенных к реальности в режиме реального времени.

В большинстве случаев БПЛА представляет собой твердое тело, положение

которого в пространстве характеризуется шестью степенями свободы. Движение такого тела хорошо описывается решением второго закона Ньютона и динамического уравнения Эйлера совместно с уравнениями, описывающими взаимодействие поверхности тела с обтекающими его потоками среды [5-9].

Решение задачи взаимодействия поверхности тела с обтекающими его потоками среды ставит своей целью определение сил и моментов аэродинамической природы, вклад которых оказывает существенное влияние на динамику движения аппарата в пределах атмосферы. Мгновенная картина обтекания определяется распределением скоростей движения по поверхности, ограничивающей тело. При этом на поверхности должны выполняться граничные условия, в простейшем случае условия непротекания.

Представляется перспективным при решении задачи обтекания в режиме реального времени использовать панельные методы. При использовании данной группы методов предполагается, что поверхность тела вносит искажение в первичный невозмущенный поток среды за счет поля скоростей, создаваемых вторичными источниками (двойной слой источников). Вторичные источники располагаются на поверхности тела и некоторых дополнительных поверхностях, определяемых спецификой используемой расчетной схемы. При этом решение задачи нахождения их плотности сводится к численному решению поверхностного интегрального уравнения, которое путем разбиения поверхности тела на элементарные площадки сводится к системе алгебраических уравнений.

Изложение основного материала. В большинстве случаев летательный аппарат можно представить в виде абсолютно твердого тела, положение которого в пространстве характеризуется шестью линейными и угловыми степенями свободы. При этом не учитываются упругие деформации и возможные взаимные перемещения

незначительных по размеру конструктивных элементов.

Движение абсолютно твердого тела описывается системой дифференциальных уравнений, которые решаются численно. При составлении уравнений движения БПЛА будем использовать стартовую $OXYZ$ и связанную $Oxyz$ системы координат. Обе координатные системы являются правыми ортонормированными системами координат.

Стартовая система координат $OXYZ$ – неподвижная относительно Земли система координат, начало которой совпадает с центром масс БПЛА в начальный момент движения, а направления осей совпадают с нормальной земной системой координат. Следовательно, ось OY направлена вверх по направлению местной вертикали, направления осей OX и OZ выбираются из тех или иных соображений удобства и оговариваются в каждом конкретном случае отдельно.

Связанная система координат $Oxyz$ – подвижная система координат, начало которой совпадает с центром масс БПЛА, а направление осей совпадает с главными осями инерции. Ось Ox располагается в плоскости симметрии и направлена вперед от носовой к хвостовой части, ось Oy также располагается в плоскости симметрии и направлена снизу вверх, ось Oz направлена слева направо.

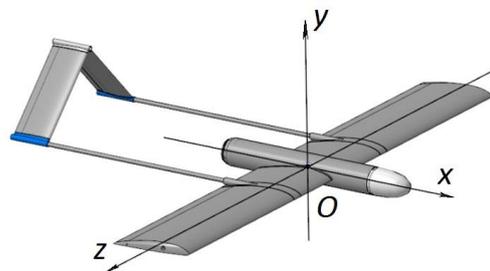


Рис. 1. Расположение осей связанной системы координат

На данном этапе выполнения работы будем предполагать, что стартовая система координат $OXYZ$ является инерциальной,

иными словами, вращением Земли вокруг Солнца и собственной оси мы пренебрегаем.

Положение центра тяжести БПЛА в стартовой системе координат будет определяться тремя функциями координат от времени

$$X = X(t); Y = Y(t); Z = Z(t). \quad (1)$$

Угловое положение связанной системы координат $Oxyz$ относительно стартовой $OXYZ$ будем характеризовать тремя меняющимися во времени угловыми величинами: $\varphi_x = \varphi_x(t)$ – угол крена; $\varphi_y = \varphi_y(t)$ – угол рысканья; $\varphi_z = \varphi_z(t)$ – угол тангажа.

При повороте по крену, рысканью и тангажу в отдельности преобразование векторных величин при переходе из стартовой системы координат $OXYZ$ в связанную систему $Oxyz$ осуществляется путем умножения на соответствующие матрицы:

$$U_x(\varphi_x) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\varphi_x) & \sin(\varphi_x) \\ 0 & -\sin(\varphi_x) & \cos(\varphi_x) \end{pmatrix};$$

$$U_y(\varphi_y) = \begin{pmatrix} \cos(\varphi_y) & 0 & -\sin(\varphi_y) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\varphi_y) & 0 & \cos(\varphi_y) \end{pmatrix}; \quad (2)$$

$$U_z(\varphi_z) = \begin{pmatrix} \cos(\varphi_z) & \sin(\varphi_z) & 0 \\ -\sin(\varphi_z) & \cos(\varphi_z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

При повороте по трем осям вначале выполняется поворот по рысканью, затем по тангажу и по крену. Следовательно, итоговая матрица преобразования из стартовой системы координат $OXYZ$ в связанную систему $Oxyz$ может быть представлена в виде произведения

$$U(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z) = U_x(\varphi_x) \cdot U_z(\varphi_z) \cdot U_y(\varphi_y). \quad (3)$$

Геометрически это означает, что угол тангажа φ_z это угол между осью Ox и плоскостью OXZ , угол рысканья φ_y это угол между проекцией оси Ox на плоскость OXZ

и осью OX , а угол крена φ_x это угол между плоскостью Oxy и вертикальной в системе координат $OXYZ$ плоскостью, проходящей через ось Ox .

Обратное преобразование из связанной системы координат $Oxyz$ в стартовую систему $OXYZ$ может быть представлено в виде произведения

$$U^T(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z) = U_y^T(\varphi_y) \cdot U_z^T(\varphi_z) \cdot U_x^T(\varphi_x). \quad (4)$$

Мгновенные значения составляющих угловой скорости в связанной системе координат $Oxyz$ могут быть выражены через значения производных функций $\dot{\varphi}_x = \dot{\varphi}_x(t)$, $\dot{\varphi}_y = \dot{\varphi}_y(t)$ и $\dot{\varphi}_z = \dot{\varphi}_z(t)$, описывающих поворот по крену, рысканью и тангажу, с использованием кинематического уравнения Эйлера-Крылова следующим образом:

$$\omega_x = \frac{d\varphi_x}{dt} + \frac{d\varphi_y}{dt} \sin(\varphi_z);$$

$$\omega_y = \frac{d\varphi_z}{dt} \sin(\varphi_x) + \frac{d\varphi_y}{dt} \cos(\varphi_x) \cos(\varphi_z); \quad (5)$$

$$\omega_z = \frac{d\varphi_z}{dt} \cos(\varphi_x) - \frac{d\varphi_y}{dt} \sin(\varphi_x) \cos(\varphi_z).$$

Обратное преобразование задается формулами:

$$\frac{d\varphi_x}{dt} = \omega_x - \operatorname{tg}(\varphi_z) (\omega_y \cos(\varphi_x) - \omega_z \sin(\varphi_x));$$

$$\frac{d\varphi_y}{dt} = (\omega_y \cos(\varphi_x) - \omega_z \sin(\varphi_x)) / \cos(\varphi_z); \quad (6)$$

$$\frac{d\varphi_z}{dt} = \omega_y \sin(\varphi_x) + \omega_z \cos(\varphi_x).$$

На данном этапе выполнения работы значения массы m и главных моментов инерции I_x , I_y и I_z будем считать постоянными во времени. Следовательно, мы пренебрегаем изменением данных величин, возникающих в результате выработки топлива и изменении положения управляющих поверхностей (элеронов, рулей высоты и направления, закрылков и т.д.).

Линейные и угловые положения, а также соответствующие скорости удобно объединить

$$\mathbf{X} = (X \ Y \ Z \ W_X \ W_Y \ W_Z \ \varphi_x \ \varphi_y \ \varphi_z \ \omega_x \ \omega_y \ \omega_z)^T, \quad (7)$$

Координату Y можно интерпретировать как относительную высоту полета, W_Y – вертикальную скорость; W_X и W_Z – составляющие путевой скорости; ω_x , ω_y и ω_z – составляющие угловой скорости вращения аппарата в связанной системе координат $Oxyz$.

По определению:

$$\frac{dX}{dt} = W_X; \quad \frac{dY}{dt} = W_Y; \quad \frac{dZ}{dt} = W_Z. \quad (8)$$

На основании 2-го закона Ньютона:

$$\frac{dW_X}{dt} = \frac{F_X}{m}; \quad \frac{dW_Y}{dt} = \frac{F_Y}{m}; \quad \frac{dW_Z}{dt} = \frac{F_Z}{m}. \quad (9)$$

На основании динамических уравнений Эйлера:

$$\begin{aligned} \frac{d\omega_x}{dt} &= (M_x - (I_z - I_y)\omega_y\omega_z)/I_x; \\ \frac{d\omega_y}{dt} &= (M_y - (I_x - I_z)\omega_z\omega_x)/I_y; \\ \frac{d\omega_z}{dt} &= (M_z - (I_y - I_x)\omega_x\omega_y)/I_z. \end{aligned} \quad (10)$$

Воспользовавшись соотношениями (1.6), (1.8-1.10), можно записать динамическое уравнение

$$\frac{d\mathbf{X}}{dt} = \mathbf{F}(t, \mathbf{X}), \quad (11)$$

описывающие связь производной по времени вектора состояния $\mathbf{X} = \mathbf{X}(t)$ с его мгновенным значением в момент времени t . Динамическое уравнение должно быть дополнено начальным условием $\mathbf{X}_0 = \mathbf{X}(0)$.

Присутствующие в соотношениях (9) и (10) величины представляют собой: F_X , F_Y и F_Z – составляющие суммарной силы, приложенной к центру тяжести летательного

вектор фазовых координат задающий состояние как точку фазового пространства.

аппарата в стартовой системе координат $OXYZ$; M_x , M_y и M_z – составляющие суммарного момента, действующего на аппарат в связанной системе координат $Oxyz$.

Летательный аппарат движется относительно воздушной среды с воздушной скоростью V . Положение вектора воздушной скорости относительно связанной системы координат $Oxyz$ характеризуется двумя углами – углом атаки α и углом скольжения β .

Углом атаки α называется угол между осью Ox и проекцией вектора воздушной скорости на плоскость Oxy . Углом скольжения β – угол между вектором воздушной скорости и плоскостью Oxy . Следовательно, значения составляющих вектора воздушной скорости в связанной системе координат Oxy определяются соотношениями:

$$\begin{aligned} V_x &= V \cos(\beta) \cos(\alpha); \\ V_y &= -V \cos(\beta) \sin(\alpha); \\ V_z &= V \sin(\beta). \end{aligned} \quad (12)$$

На летательный аппарат в полете действуют силы и моменты аэродинамической природы, возникающие в результате взаимодействия поверхности летательного аппарата с движущейся относительно нее воздушной средой, силы тяги и их моменты, создаваемые двигателями, а также сила тяжести. При изменении положения управляющих поверхностей таких, как элероны, рули высоты и направления, закрылки и т.д., значение этих сил и моментов изменяются. Также могут изменяться величина или вектор тяги, например, за счет поворота сопла реактивного двигателя или газовых

рулей. Это определяет траекторию движения центра тяжести и угловое положение летательного аппарата относительно центра тяжести. Совокупность величин, целенаправленным изменением значений которых можно повлиять на характер движения, будем называть управляющими переменными и обозначать $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$. Полученный набор зависимостей управляющих переменных $\delta_1 = \delta_1(t), \delta_2 = \delta_2(t), \dots, \delta_n = \delta_n(t)$ при $t \in [0, T]$ будет определяться программой управления летательным аппаратом и может быть как предварительно заложена на этапе предполетной подготовки, так и вырабатываться в полете с учетом идентифицированных условий окружающей обстановки.

Выводы

1. Построена математическая модель летательного аппарата как объекта управления, позволяющая осуществлять численное решение задачи аэробаллистики в режиме реального времени. Построенная модель позволяет определять фазовую траекторию летательного аппарата для различных зависимостей значений управляющих параметров от времени, а, следовательно, различных программ управления.

2. На основании результатов моделирования становится возможным осуществление приближенного оценивания соответствия фазовой траектории летательного аппарата заданию на полет исходя из заранее определенных метрик.

3. Построенная модель может быть использована как на этапе предполетной подготовки для синтеза программ управления летательным аппаратом с использованием обучения с подкреплением, так и в процессе полета с целью прогнозирования полетной траектории бортовым оборудованием летательного аппарата при использовании методов обучения с подкреплением, основанных на моделях.

Список источников

1. Саттон Р.С. Обучение с подкреплением / Р.С. Саттон, Э.Г. Барто: пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 399 с.
2. Лапань М. Глубокое обучение с подкреплением. AlphaGo и другие технологии / М. Лапань. – СПб.: Питер, 2020. – 496 с.
3. Уиндер Ф. Обучение с подкреплением для реальных задач /Ф. Уиндер: пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2023. – 400 с.
4. Моралес М. Грокаем глубокое обучение с подкреплением / М. Моралес. – СПб.: Питер, 2023. – 464 с.
5. Боднер В.А. Теория автоматического управления полетом / В.А. Боднер. – М.: Наука, 1964. – 700 с.
6. Дрябкин В.В. Бортовые системы управления полетом / Ю.В. Байбородин, В.В. Дрябкин, Е.Г. Сменковский, С.Г. Унгуриян. – М.: Транспорт, 1975. – 336 с.
7. Жаков А.М. Управление баллистическими ракетами и космическими объектами / А.М. Жаков. – М.: Воениздат, 1974. – 261 с.
8. Павловский М.А. Теоретическая механика. Динамика: Учебник / М.А. Павловский, Л.Ю. Акинфиева, О.Ф. Бойчук. – К.: Выща шк., 1990. – 480 с.
9. Федорченко А.М. Теоретическая физика. Классическая механика / А.М. Федорченко. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 351 с.

References

1. Sutton R.S. Reinforcement Learning / R.S. Sutton, E.G. Barto: trans. from English. - Moscow: BINOM. Knowledge Laboratory, 2017. - 399 p.
2. Lapan' M. Deep Reinforcement Learning. AlphaGo and Other Technologies / M. Lapan'. - St. Petersburg: Piter, 2020. - 496 p.
3. Winder F. Reinforcement Learning for Real-World Problems / F. Winder: trans. from English. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2023. - 400 p.
4. Morales M. Grokking Deep Reinforcement Learning / M. Morales. - St. Petersburg: Piter, 2023. - 464 p.
5. Bodner V.A. Theory of Automatic Flight Control / V.A. Bodner. – М.: Nauka, 1964. – 700 p.
6. Dryabkin V.V. On-board flight control systems / Yu.V. Bayborodin, V.V. Drabkin, E.G. Smenkovsky, S.G. Unguryan. – М.: Transport, 1975. – 336 p.
7. Zhakov A.M. Control of ballistic missiles and space objects / A.M. Zhakov. – М.: Voениzdat, 1974. – 261 p.
8. Pavlovsky M.A. Theoretical mechanics. Dynamics: Textbook / M.A. Pavlovsky, L.Yu.

Akinfieva, O.F. Boychuk. – K.: Vyshcha shk., 1990. – 480 p.

9. Fedorchenko A.M. Theoretical physics. Classical mechanics / A.M. Fedorchenko. – K.:

Vishcha school. Head publishing house, 1983. – 351 p.

Статья поступила в редакцию 28.07.2024

Информация об авторах

Остапушенко Дмитрий Леонидович, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики, заведующий лабораторией интеллектуальных систем управления Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.
AuthorID: 521032
E-mail: ostapuschenko_dmitriy@mail.ru.

Воронов Артур Эдуардович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем управления Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.
SPIN-код: 1860-9740, AuthorID: 1047197
E-mail: ocooler@ya.ru

Петренко Максим Олегович, техник лаборатории интеллектуальных систем управления Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.
E-mail: max_petrenko_2002@mail.ru.

Черных Виктория Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и управляющих систем, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем управления, Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.
E-mail: viktorija.chernykh@mail.ru

Information about the authors

Ostapushchenko Dmitriy Leonidovich, Cand.Sci (Tech.), Assoc. Prof. in «Applied mathematics», Head of Laboratory of Intelligent Control Systems of Lugansk State University named after Vladimir Dahl.
AuthorID: 521032
E-mail: ostapuschenko_dmitriy@mail.ru

Voronov Artur Eduardovich, Cand.Sci (Tech.), Assoc. Prof. in «Automation and computer-integrated technologies», Senior Researcher of Laboratory of Intelligent Control Systems of Lugansk Vladimir Dahl State University.
SPIN-код: 1860-9740, AuthorID: 1047197
E-mail: ocooler@ya.ru

Petrenko Maksim Olegovich, Technician of the Laboratory of intelligent control systems Lugansk State University named after Vladimir Dahl.
E-mail: max_petrenko_2002@mail.ru

Chernykh Victoria Valeryevna, Cand.Sci (Tech.), Assoc. Prof. in «Information and control systems», Senior Researcher of Laboratory of Intelligent Control Systems of Lugansk State University named after Vladimir Dahl.
E-mail: viktorija.chernykh@mail.ru

Для цитирования:

Остапушенко Д.Л., Воронов А.Э., Петренко М.О., Черных В.В. Численное решение динамических уравнений движения летательного аппарата в задачах разработки интеллектуальных систем управления полетом // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8(86). – С. 32-37.

For citations:

Ostapushchenko D.L., Voronov A.E., Petrenko M.O., Chernykh V.V. Numerical solution of dynamic equations of motion of an aircraft in the problems of developing intelligent flight control systems // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8(86). – P. 32-37.

УДК 621.316.1.027.6 (477. 61 – 3Краснодон)

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 35 кВ КРАСНОДОНСКОГО РЕГИОНА ГУП ЛНР «РСК» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Парсентьев О. С.

MODERNIZATION OF 35 KV DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS OF THE KRASNODON REGION OF THE SUE OF THE LPR «RGC» TO ENSURE THE QUALITY OF ELECTRIC ENERGY TRANSFORMATION

Parsentev O. S.

***Аннотация.** Проведена оценка технического состояния парка масляных двухобмоточных силовых трансформаторов с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ в распределительных электрических сетях напряжением 35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «Республиканская сетевая компания». Установлено, что при трансформации электрической энергии через массив масляных двухобмоточных силовых трансформаторов с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ этой электросети в последних выделяются основные потери активной электроэнергии, превышающие нормируемое значение.*

Для снижения потерь электроэнергии в распределительной электрической сети напряжением 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «Республиканская сетевая компания» в работе обоснована целесообразность ее модернизации. Предлагаются варианты модернизации последней с установкой групп энергоэффективных двухобмоточных масляных и сухих силовых трансформаторов с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ производства России, Китая, Германии, Италии и Франции.

По результатам анализа выбраны два варианта модернизации распределительной электрической сети напряжением 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «Республиканская сетевая компания» с установкой групп энергоэффективных двухобмоточных силовых трансформаторов с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, имеющих низкие потери электроэнергии при трансформации.

Предложен технический способ для снижения основных и дополнительных потерь активной и реактивной электроэнергии при трансформации в распределительной электрической сети напряжением 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «Республиканская сетевая компания».

***Ключевые слова:** модернизация, новые технологии, силовой трехфазный двухобмоточный масляный трансформатор, литая изоляция, класс напряжения, сочетание напряжений, трансформация электрической энергии, потери холостого хода, потери короткого замыкания, группа номинальной мощности, массив, распределительная электрическая сеть, напряжение короткого замыкания, суммарные годовые потери активной электроэнергии, коэффициент загрузки, годовой фонд рабочего времени.*

***Abstract.** The technical condition of the fleet of oil two-winding power transformers with a voltage combination of 35/10 (6) kV in the 35 kV distribution electric networks of the Krasnodon region of the SUE of the LPR "Republican Grid Company" was assessed.*

It was found that during the transformation of electric energy through an array of oil two-winding power transformers with a voltage combination of 35/10 (6) kV of this electric network, the main losses of active electric energy exceeding the standard value are allocated in the latter.

In order to reduce electric energy losses in the 35 kV distribution electric network of the Krasnodon region of the SUE of the LPR "Republican Grid Company", the feasibility of its modernization is substantiated in the work.

Options for modernization of the latter with the installation of groups of energy-efficient two-winding oil and dry power transformers with a voltage combination of 35/10 (6) kV manufactured in Russia, China, Germany, Italy and France are proposed.

Based on the analysis results, two options for upgrading the 35 kV distribution electric network of the Krasnodon region of the SUE of the LPR "Republican Grid Company" were selected with the installation of groups of energy-efficient two-winding power transformers with a combination of 35/10(6) kV voltages, which have low power losses during transformation.

A technical method is proposed for reducing the main and additional losses of active and reactive electricity during transformation in the 35 kV distribution electric network of the Krasnodon region of the SUE of the LPR "Republican Grid Company".

Key words: modernization, new technologies, three-phase two-winding oil-immersed power transformer, cast insulation, voltage class, voltage combination, electric energy transformation, no-load losses, short-circuit losses, rated power group, array, distribution electric network, short-circuit voltage, total annual losses of active electric energy, load factor, annual working time fund.

Введение. Модернизация распределительных электрических сетей (РЭС) представляет собой комплекс мероприятий по улучшению, обновлению и техническому развитию существующих электрических коммуникаций с целью повышения их эффективности, надежности электроснабжения и безопасности [1].

При осуществлении модернизации существующей электроустановки обязательно проводится проектирование.

Модернизация РЭС проводится по таким причинам:

– устаревшее оборудование: в трансформаторных подстанциях, ЛЭП, пунктах диспетчерского управления, устройствах телемеханики и связи, интеллектуальных системах учета электрической энергии используют устаревшее оборудование и технологии, что приводит к снижению надежности электроснабжения, повышает риски возникновения аварийных ситуаций и увеличивает вероятность отказов;

– дефицит мощности: растущие нагрузки предприятий превышают мощность существующей РЭС, что требует ее расширения или увеличения мощности;

– несоответствие качества электрической энергии и ее гармонического состава, поставляемого потребителям, действующим стандартам в области качества;

– изменение условий эксплуатации РЭС и крупных предприятий;

– потребность в увеличении энергоэффективности: переоборудование направлено на уменьшение потерь

электроэнергии и повышение устойчивости работы энергосистем;

– достижение выгоды: переоборудование РЭС позволяет сократить затраты на эксплуатацию, снижение энергопотребления.

Модернизация РЭС представляет улучшение и совершенствование существующей электрической инфраструктуры путем внедрения новых технологий.

Основная задача модернизации – повысить эффективность и надежность работы электросети, уменьшить потери электроэнергии.

Отличия между модернизацией и реконструкцией РЭС заключаются в целях и объеме изменений.

В ЭС Российской Федерации и ряде стран СНГ еще с 1990-х остро стоит вопрос модернизации, который не решен в том числе из-за недостаточного финансирования [2].

Энергосетевые компании сегодня находятся в поиске наиболее приемлемых технологических и методологических решений для модернизации физически и морально устаревших ЭС [3].

Целью статьи является минимизация основных годовых потерь активной электроэнергии на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК» путем модернизации с внедрением вариантов установки энергоэффективных двухобмоточных масляных и сухих СТ аналогичного сочетания напряжений.

Распределительные электрические сети напряжением 35 кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «Республиканская сетевая компания»

(ГУП ЛНР «РСК») состоят из 40 питающих понизительных подстанций (ПС) с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, в которых установлены 71 двухобмоточный масляный СТ с аналогичными сочетаниями напряжений, суммарной установленной мощностью 439600 кВА [4].

Распределительные электрические сети (РЭС) напряжением 35 кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК» осуществляют электрификацию объектов народного хозяйства на территории Краснодонского и Свердловского муниципальных округов (рис.1) через понизительные трансформаторные подстанции с сочетанием напряжений 10(6)/0,4 кВ, находящиеся в оперативно-техническом

обслуживании районов электрических сетей, закрепленных на этих территориях [4; 7; 8].

Районные электросети охватывают центры нагрузок в таких городах, как Краснодон, Молодогвардейск, Свердловск, Изварино и т.д.

Местные электросети обслуживают районы с относительно малой плотностью нагрузки и радиусом действия до 30 км с передаваемой мощностью до 16 МВА.

На понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК» эксплуатируется массив масляных двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, III и IV габаритов, номинальной мощностью от 1600 до 16000 кВА, одна часть которого представляет ряд мощностей, сформированный по ГОСТ 9680 – 77 [4].



Рис. 1. Карта городских и муниципальных округов Луганской Народной Республики, электрификация которых осуществляется от РЭС напряжением 35–110 кВ ГУП ЛНР «РСК»

Другая часть на этих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК» представляет массив, состоящий из 17 масляных двухобмоточных СТ (24,0% от общего количества) номинальной

мощностью: 1800; 5600; 7500 и 15000 кВА, срок эксплуатации которых в настоящий момент превышает 50 лет, а потери холостого хода и короткого замыкания при трансформации электрической энергии

превышают в несколько раз нормируемое значение по ГОСТ 11677 – 85 «Общие технические условия» и выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5].

Постановка задачи. Для достижения цели в работе поставлены и решаются такие задачи:

1. Провести оценку и сравнительный анализ суммарных годовых потерь активной электроэнергии, связанных с трансформацией в массиве номинальной мощности существующих двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на ПС 35/10(6) кВ промышленной частоты от токов нагрузки, а также в планируемых для замены группах номинальной мощности энергоэффективных двухобмоточных СТ с масляной и литой изоляцией промышленной частоты отечественного и зарубежного производства после модернизации этих ПС в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК».

2. По итогам сравнительного анализа выбрать варианты для модернизации подстанций в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» с группами номинальной мощности двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, имеющих наименьшие суммарные годовые потери активной электроэнергии при ее трансформации.

Теоретическая часть. Для определения основных суммарных годовых потерь активной электроэнергии в существующем централизованном парке двухобмоточных масляных СТ промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» от токов нагрузки при трансформации электрической энергии используется обобщенный метод расчета, суть которого изложена в [6].

При использовании обобщенного метода использовались такие параметры двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений

35/10(6) кВ: номинальная мощность ($S_{ном}$, кВА), мощность потерь холостого хода (P_{xx} , Вт), мощность потерь короткого замыкания ($P_{кз}$, Вт), напряжение короткого замыкания (u_k , %) и ток холостого хода (i_0 , %). Число и номинальная мощность массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты 50Гц, эксплуатируемых на ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», принимались по источнику [4].

При расчете делаем допущение о том, что:

– потери мощности и ток холостого хода, потери мощности и напряжение короткого замыкания в существующем массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», принимались по источнику [4];

– в массиве масляных и сухих двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 35/10 (6) кВ промышленной частоты в РЭС – 35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии определяются при значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0 при действии основной гармоники тока и напряжения, которые изменяется по синусоидальному закону с частотой сети 50Гц; – во всех специально не оговоренных случаях за расчетную температуру, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается 120°C для всех масляных и сухих СТ.

При расчете не учитываются потери активной электроэнергии, выделяемые:

– в СТ, балансодержателями которых не являются РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»;

– в коммутационно-защитных аппаратах, контрольно-измерительном оборудовании и ошиновке, связанных с образованием переходного сопротивления в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ РЭС – 35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»;

– от действия электромагнитных переходных процессов, возникающих в

результате коммутации в РЭС от действия токов одно-, двух-, трехфазного и межвиткового короткого замыкания, бросков токов намагничивания при включении СТ в работу и аномальных режимов работы в РЭС – 35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»;

– второстепенные уточнения несущественны.

Таким образом, после всех уточнений и допущений формула для определения основных суммарных годовых потерь активной электроэнергии в существующем массиве двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при ее трансформации, а также в группах номинальной мощности двухобмоточных масляных и сухих энергоэффективных СТ аналогичного сочетания напряжения, планируемых для замены существующего массива трансформаторов, окончательно примет вид [7; 8]:

$$\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = \frac{n \cdot T \cdot (P_{\text{ХХ}} + P_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2)}{10^9}, \text{ [ГВт}\cdot\text{ч];} \quad (1)$$

где $P_{\text{ХХ}}$ – мощность потерь холостого хода, Вт. [4];

$P_{\text{КЗ}}$ – мощность потерь короткого замыкания, Вт. [4];

T – время работы СТ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», ч, $T=8760$ ч;

K_3 – коэффициент нагрузки на СТ;

n – количество одинаковых по мощности СТ, шт. [4].

Результаты экспериментов. На рис. 2 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в массиве существующих двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых на понизительных ПС напряжением 35/10(6) в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при изменении коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$.

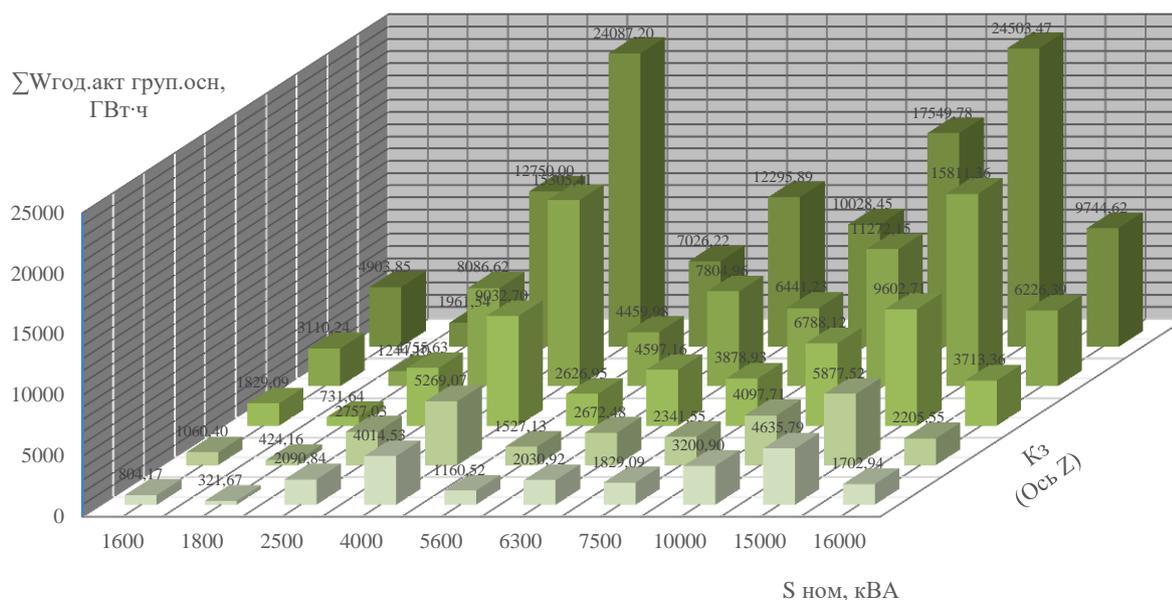


Рис. 2. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в существующем массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, эксплуатируемых на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$ (по оси Z)

Анализ рис. 2 позволяет сделать заключение о том, что при изменении нагрузки K_3 от 0,25 до 1,0 в массиве существующих двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, эксплуатируемых на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», суммарные основные годовые потери активной электроэнергии $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 4,95 – 21,89 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения, и будут в 1,22 – 5,39 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5].

Обобщающий анализ показывает, что при изменении нагрузки в пределах $0 \leq K_3 \leq 1,0$ в существующем массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, эксплуатируемых на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», суммарные основные годовые потери активной и реактивной электроэнергии в них остаются высокими. Наибольшие потери от прироста нагрузки приходятся на группы двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 7500; 10000; 15000 и 16000 кВА.

Для минимизации основных годовых потерь активной электроэнергии в РЭС – 35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при ее трансформации от токов нагрузки в настоящей работе предлагается провести сравнительный анализ годовых потерь активной электроэнергии в существующем массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ, а также в планируемых для замены группах номинальной мощности двухобмоточных СТ с

масляной и литой изоляцией промышленной частоты отечественного и зарубежного производства после модернизации ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК». По результатам этого сравнительного анализа будут выбраны варианты с группами номинальных мощностей двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, имеющие наименьший уровень основных годовых потерь активной электроэнергии в РЭС – 35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при ее трансформации от токов нагрузки.

Для сравнительного анализа рассмотрены варианты с группами номинальной мощности энергоэффективных двухобмоточных масляных и сухих СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты таких заводов-изготовителей:

1. CNC Electric Group Co., Ltd (Китай)[9];
2. SIEMENS (Германия) [10];
3. STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH группы SGB – Smit (Германия) [11; 12];
4. АО «СИСТЭМ ЭЛЕКТРИК» (Россия) [13];
5. TMC Transformers Italy Group (Италия) [14];
6. LEGRAND (Франция)[15];
7. S.E.A. Società Elettromeccanica Arzignanese, S.p.A (SEA, Италия) [16; 17].

Вариант 1. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности двухобмоточных масляных СТ серий S9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай), планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением

35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ (табл. 1) на группы номинальной мощности масляных двухобмоточных СТ серии S9 промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 8 % аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000; 2500; 4000; 6300; 8000; 10000 и 16000 кВА производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные масляные СТ серии S9 выполнены в соответствии со следующими стандартами: GB1094.1 – 1996; GB1094.2 – 1996; GB1094.3 – 2003; GB1094.5 – 2003; GB/T6451 – 2008; GB311.1 – 1997; JB/T10088 – 2004.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 75°C для групп номинальной мощности двухобмоточных масляных СТ серии S9 промышленной частоты.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность групп двухобмоточных масляных СТ серии S9 промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 1.

Таблица 1

Число и суммарная номинальная мощность групп двухобмоточных масляных СТ серии S9 промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 8% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ $\Sigma_{ном}$, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\Sigma_{ном}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, P _{хх} , Вт	Потери короткого замыкания одного СТ сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, P _{к.з.} , Вт
1600	5	8000	2130	17550
2000	2	4000	2610	19350
2500	13	32500	3150	20700
4000	19	76000	4640	28800
6300	11	69300	6570	36900
8000	4	32000	9000	40500
10000	7	70000	10600	47700
16000	10	160000	15300	69300
	71	451800		

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС–35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

двухобмоточными масляными СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии S9 промышленной частоты пропускная

способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 3 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных

масляных СТ серии S9 промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0.

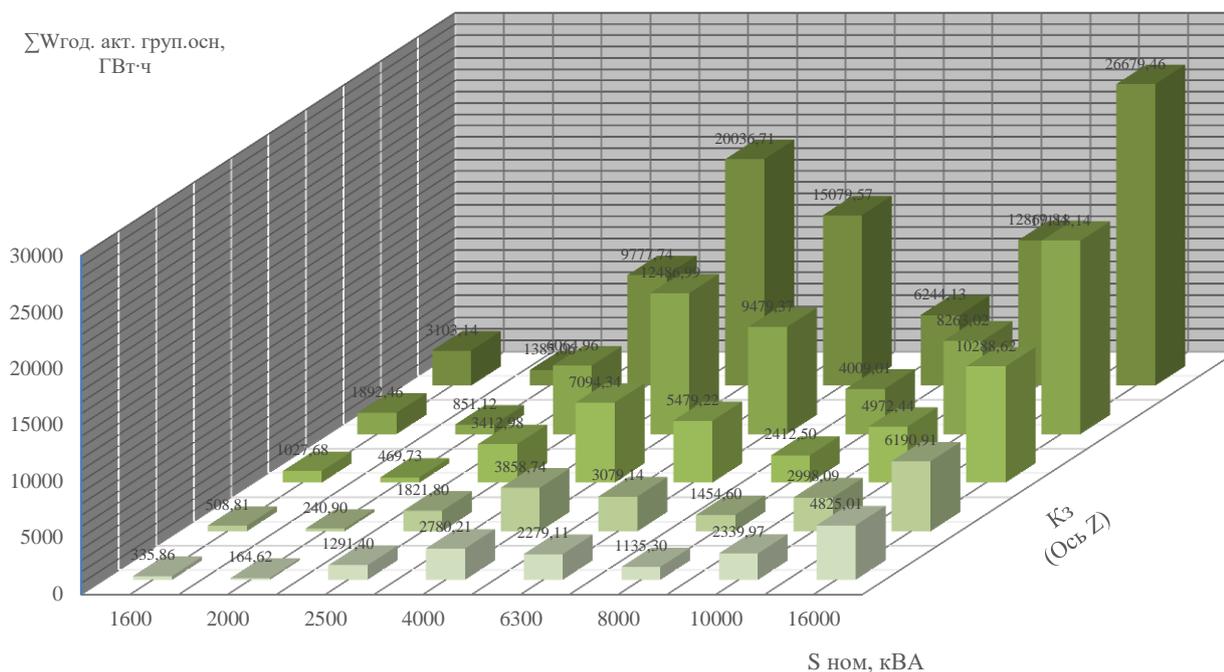


Рис. 3. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных масляных СТ серии S9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0 (по оси Z)

Анализ рис. 3 позволяет сделать заключение о том, что при изменении коэффициента нагрузки K_3 от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных масляных СТ серии S9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации

$\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ снизятся в 1,31 – 1,44 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС.

Дальнейшие исследования показали, что при изменении коэффициента нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных масляных СТ серии S9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ

суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 2,66 – 16,68 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

– от 0,5 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных масляных СТ серии S9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут в 1,52 – 4,11 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придутся на группы двухобмоточных масляных СТ серии S9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных масляных СТ серии S9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 2. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай), планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант

модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9 % аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000; 2500; 4000; 6300; 8000; 10000 и 16000 кВА, производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные сухие СТ серии SC(Z)B9 выполнены в соответствии со следующими стандартами: GB 1094.11– 2007; GB 1094 – 1996; GB/T22072–2008; GT/T17211– 1998; JB/T 10088 – 2004; GB 4208 – 1993 и IEC726.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 75°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 промышленной частоты.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 2.

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 промышленной частоты пропускная способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 4 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах

номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в

РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$.

Таблица 2

Число и суммарная номинальная мощность групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ $S_{ном}$, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\sum S_{ном}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{хх}$, Вт	Потери короткого замыкания одного СТ сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{к.з.}$, Вт
1600	5	8000	4100	16200
2000	2	4000	4720	19100
2500	13	32500	5400	22900
4000	19	76000	7830	31000
6300	11	69300	11000	43000
8000	4	32000	12600	47700
10000	7	70000	14400	58500
16000	10	160000	20000	64000
	71	451800		

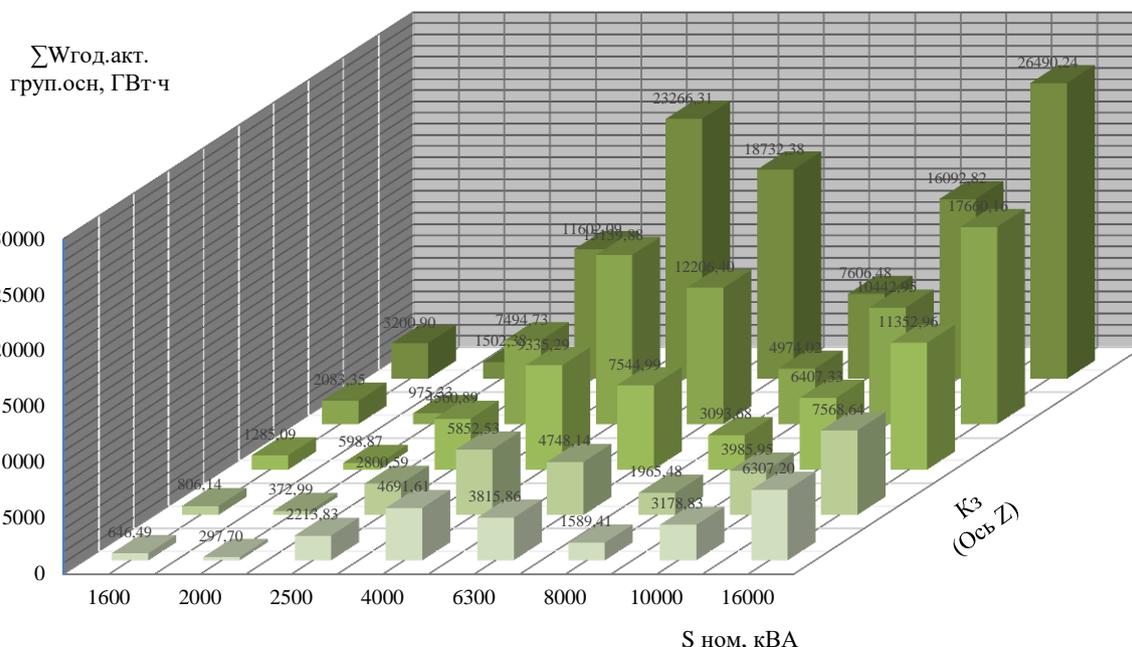


Рис. 4. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{акт.групп.СТ}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$ (по оси Z)

Анализ рис. 4 позволяет сделать заключение о том, что:

– при отсутствии нагрузки ($K_3=0$) в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ увеличатся в 1,04 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– при изменении коэффициента нагрузки K_3 от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ снизятся в 1,005 – 1,15 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС.

Дальнейшие исследования показали, что при изменении нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 3,99 – 19,02 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступающего из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

– от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут в 1,21 – 4,68 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придутся на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 3. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности, комплектуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии 4GB производства SIEMENS (Германия), выполненных с литой изоляцией с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9 % аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000; 2500; 4000; 6300 кВА производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9];

– 4GB, выполненных с литой изоляцией «GEAFOL» промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 % аналогичного сочетания напряжений номиналом: 8000; 10000 и 16000 кВА, производства SIEMENS (Германия) [10].

Двухобмоточные сухие СТ серии 4GB выполнены в соответствии со следующими стандартами: МЭК 60076 – 11; DIN EN 60076 – 11 и VDE 0532 – 76 – 11.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 75°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB, промышленной частоты.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 3.

Таблица 3

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB, промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ $S_{ном}$, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\sum S_{ном}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, Рхх, Вт	Потери короткого замыкания одного СТ сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, Рк.з., Вт
SC(Z)B9	1600	5	8000	4100	16200
SC(Z)B9	2000	2	4000	4720	19100
SC(Z)B9	2500	13	32500	5400	22900
SC(Z)B9	4000	19	76000	7830	31000
SC(Z)B9	6300	11	69300	11000	43000
4GB6975 – 9DY05 – 0AG0	8000	4	32000	13500	38000
4GB7075 – 9DY05 – 0AG0	10000	7	70000	15500	42000
4GB7275 – 9DY05 – 0AG0	16000	10	160000	22000	55000
		71	451800		

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и 4GB промышленной частоты пропускная

способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 5 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих

СТ серии SC(Z)B9 и 4GB промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в

РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при следующих значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$.

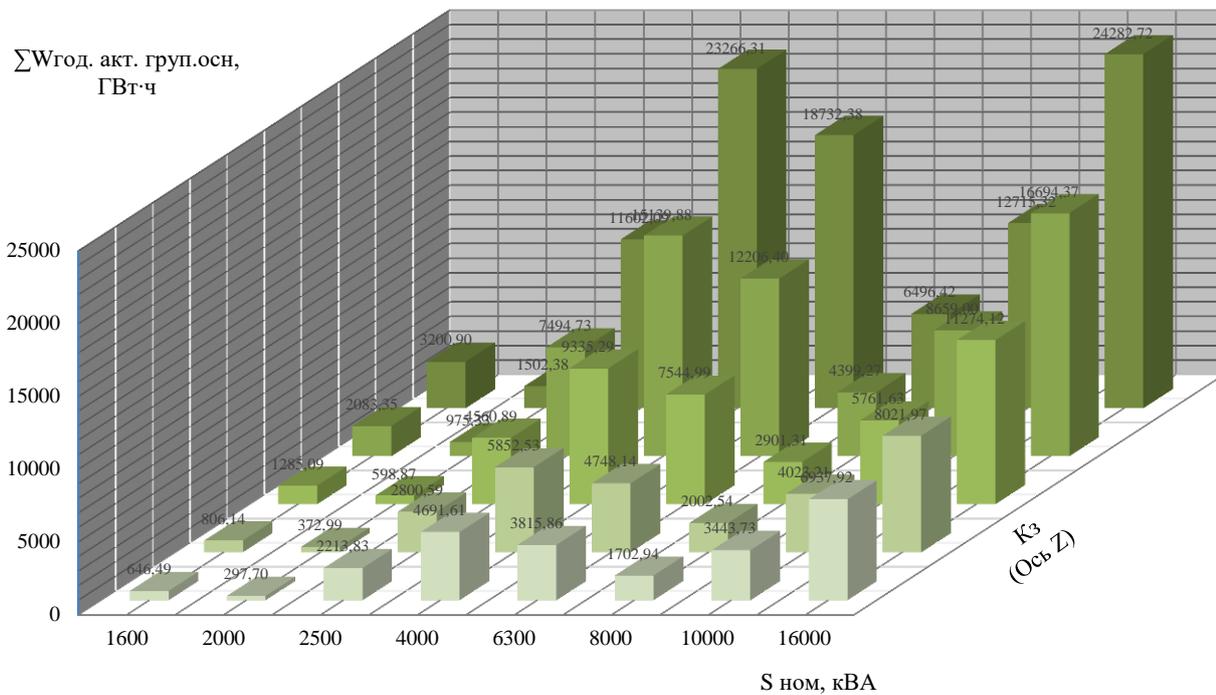


Рис. 5. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$ (по оси Z)

Анализ рис. 5 позволяет сделать заключение о том, что:

– при изменении нагрузки K_3 от 0 до 0,25 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ увеличатся в 1,01 – 1,09 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии,

возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– при изменении коэффициента нагрузки K_3 от 0,5 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ снизятся в 1,10 – 1,23 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных

масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС.

Дальнейшие исследования показали, что при изменении нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 4,16 – 17,84 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения и будут в 1,03 – 4,40 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придется на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и 4GB с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 4. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности комонуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии DTTHIL производства SGB-SMIT GROUP (Германия), выполненных с литой изоляцией с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС

напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9 % аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000; 2500; 4000 и 16000 кВА производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9];

– DTTHIL, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 7– 8 %, значительно сниженными потерями, аналогичного сочетания напряжений номиналом: 6300; 8000 и 10000 кВА, производства SGB-SMIT GROUP (Германия) [11;12].

Двухобмоточные сухие СТ серии DTTHIL выполнены в соответствии с такими стандартами: МЭК 60076 – 11, EN – 50541–1, ANSI и IEEE.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 75°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и DTTHIL промышленной частоты.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность комонуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и DTTHIL промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 4.

Таблица 4

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и ДТТНЛ промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ $S_{ном}$, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\sum S_{ном}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{хх}$, Вт	Потери короткого замыкания одного СТ сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{к.з.}$, Вт
SC(Z)B9	1600	5	8000	4100	16200
SC(Z)B9	2000	2	4000	4720	19100
SC(Z)B9	2500	13	32500	5400	22900
SC(Z)B9	4000	19	76000	7830	31000
ДТТНЛ	6300	11	69300	10000	30000
ДТТНЛ	8000	4	32000	14500	37000
ДТТНЛ	10000	7	70000	17500	49500
SC(Z)B9	16000	10	160000	20000	64000
		71	451800		

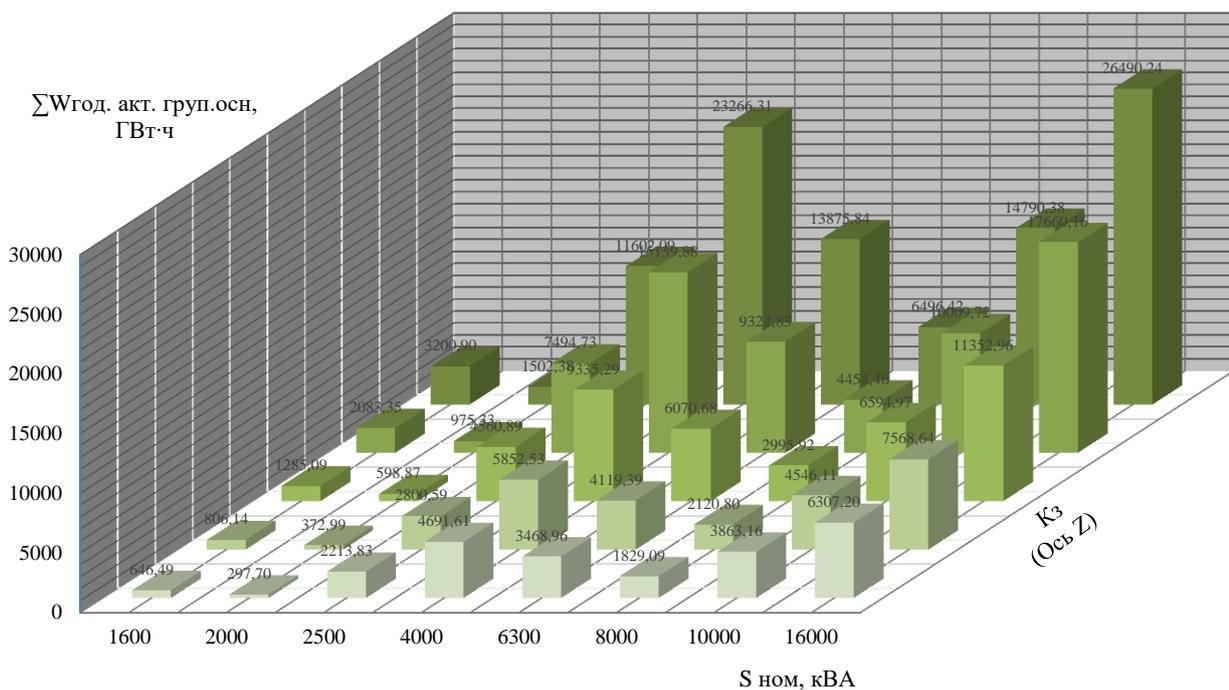


Рис. 6. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУПП.СТ}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и ДТТНЛ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0 (по оси Z)

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и ДТТНЛ промышленной частоты пропускная

способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 6 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и ДТТНІІ с промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0. Анализ рис. 6 позволяет сделать заключение о том, что:

– при отсутствии нагрузки ($K_3 = 0$) в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и ДТТНІІ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ увеличатся в 1,07 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– при изменении коэффициента нагрузки K_3 от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и ДТТНІІ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ снизятся в 1,002 – 1,23 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений

35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС.

Дальнейшие исследования показали, что при изменении нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и ДТТНІІ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 4,09 – 17,74 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения и будут в 1,01 – 4,37 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придутся на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и ДТТНІІ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и ДТТНІІ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 5. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности, komponуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии Systeme 3AL/9t производства АО «Систем Электрик» (Россия), выполненных с литой изоляцией и сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС

напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– Systeme3AL/9t, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 8 % аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000; 2500; 4000 и 6300 кВА производства компании АО «Систем электрик» (Россия) [13];

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 8 – 9 %, аналогичного сочетания напряжений

номиналом: 8000; 10000 и 16000 кВА производства CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные сухие СТ серии Systeme3AL/9t выполнены в соответствии с такими стандартами: МЭК 60076 – 11: 2004 и ГОСТ Р 54287 – 2011.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 75°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t промышленной частоты.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 5.

Таблица 5

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ Sном, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\sum S_{ном}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, Pxx, Вт	Потери короткого замыкания одного СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, Pк.з., Вт
Systeme 3AL/9t	1600	5	8000	4100	14200
Systeme 3AL/9t	2000	2	4000	4720	16700
Systeme 3AL/9t	2500	13	32500	5400	20000
Systeme 3AL/9t	4000	19	76000	7830	27100
Systeme 3AL/9t	6300	11	69300	11070	37500
SC(Z)B9	8000	4	32000	12600	47700
SC(Z)B9	10000	7	70000	14400	58500
SC(Z)B9	16000	10	160000	20000	64000
		71	451800		

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t промышленной частоты пропускная способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 7 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной

электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$.

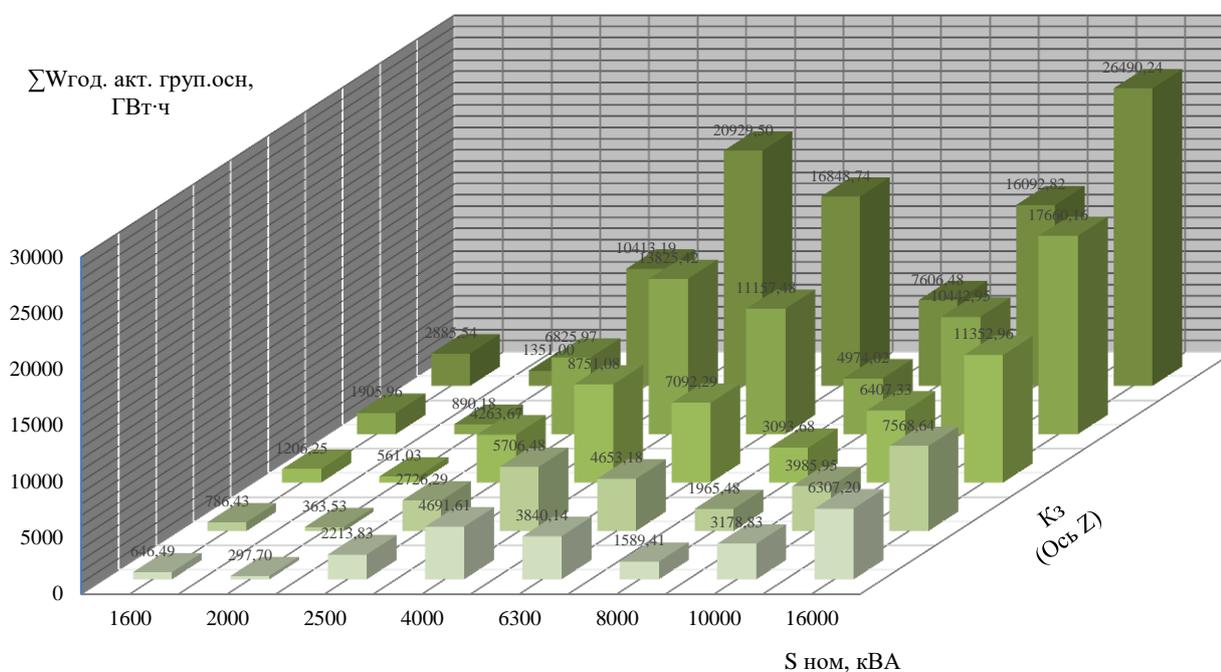


Рис. 7. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$ (по оси Z)

Анализ рис. 7 позволяет сделать заключение о том, что:

– при отсутствии нагрузки ($K_3=0$) в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты,

планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ увеличатся в 1,04 раза в сравнении с существующими

основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– при изменении коэффициента нагрузки K_3 от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ снизятся в 1,02 – 1,22 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС.

Дальнейшие исследования показали, что при изменении нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme 3AL/9t с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 3,99 – 17,99 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступающего из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

– от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут в 1,20 – 4,43 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придется на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t с

сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Systeme3AL/9t с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 6. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности, komponуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии TMCRES – S производства «TMC Transformers» (Италия), выполненных с литой изоляцией и сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– TMCRES – S, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 %, стандартными потерями аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000 и 2500 кВА производства компании TMC Transformers» (Италия) [14];

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 8 – 9 %,

аналогичного сочетания напряжений номиналом: 4000; 6300; 8000; 10000 и 16000 кВА производства CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные сухие СТ серии TMCRES – S выполнены в соответствии с такими стандартами: IEC 60076 – 11 и EN 50541 – 1.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной

120°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии TMCRES – S.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 6.

Таблица 6

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ Sном, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\sum S_{ном}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, Pхх, Вт	Потери короткого замыкания одного СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, Pк.з., Вт
TMCRES – S	1600	5	8000	4200	16000
TMCRES – S	2000	2	4000	5000	18500
TMCRES – S	2500	13	32500	5800	22500
SC(Z)B9	4000	19	76000	7830	31000
SC(Z)B9	6300	11	69300	11000	43000
SC(Z)B9	8000	4	32000	12600	47700
SC(Z)B9	10000	7	70000	14400	58500
SC(Z)B9	16000	10	160000	20000	64000
		71	451800		

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S промышленной частоты пропускная способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 8 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к

установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0.

Анализ рис. 8 позволяет сделать заключение о том, что:

– при изменении нагрузки K_3 от 0 до 0,25 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ увеличатся в 1,002 – 1,05 раза в

сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– при изменении коэффициента нагрузки K_3 от 0,5 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S с сочетанием

напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ снизятся в 1,07 – 1,15 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС.

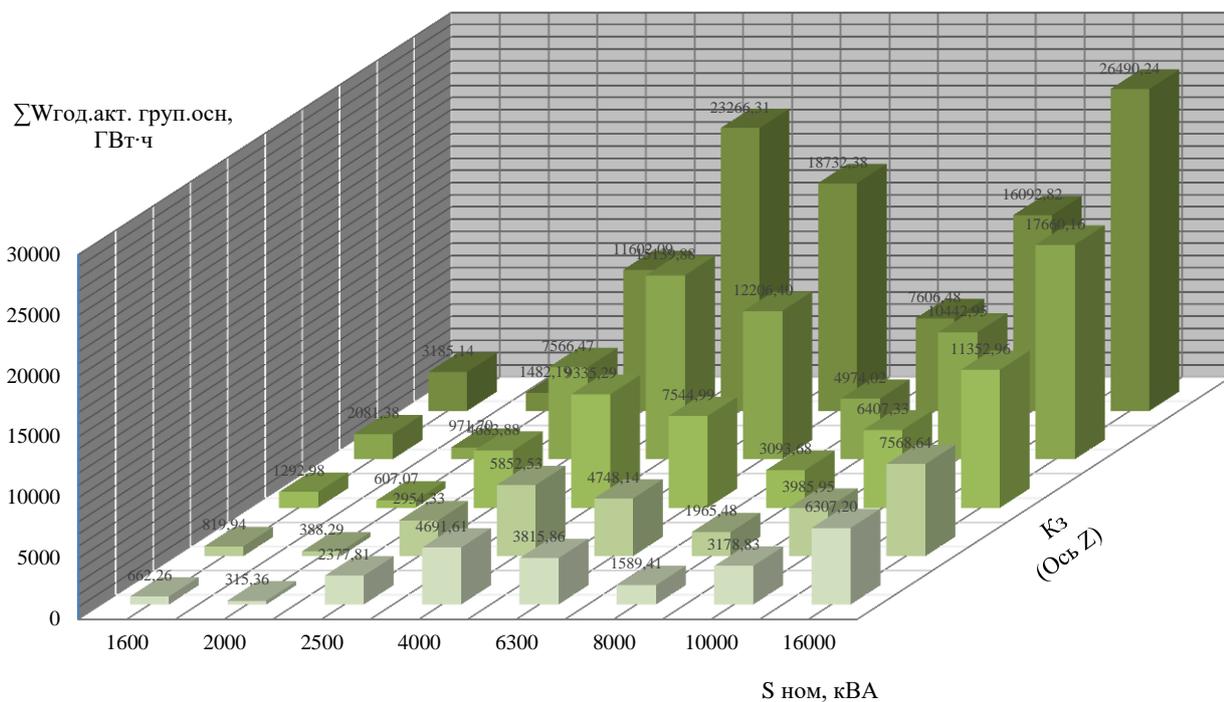


Рис. 8. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0 (по оси Z)

Дальнейшие исследования показали, что при изменении нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ будут составлять 4,02 – 19,01 % от величины

суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

– от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при

трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут в 1,22 – 4,68 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придутся на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 7. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности, компонуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии TMCRES – R производства «TMC Transformers» (Италия), выполненных с литой изоляцией и сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– TMCRES – R, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем

напряжения короткого замыкания 6 %, сниженными потерями аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000 и 2500 кВА производства компании TMC Transformers» (Италия) [14];

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 8 – 9 %, аналогичного сочетания напряжений номиналом: 4000; 6300; 8000; 10000 и 16000 кВА производства CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные сухие СТ серии TMCRES – R выполнены в соответствии с такими стандартами: IEC 60076 – 11 и EN 50541 – 1.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 120°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии TMCRES – R.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность компонуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 7.

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R промышленной частоты пропускная способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 9 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R промышленной частоты с сочетанием

напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП

ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$.

Таблица 7

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R, промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ $S_{ном}$, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность группы номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\sum S_{ном}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{хх}$, Вт	Потери короткого замыкания одного СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{к.з.}$, Вт
TMCRES – R	1600	5	8000	3000	16000
TMCRES – R	2000	2	4000	3500	18500
TMCRES – R	2500	13	32500	4200	22500
SC(Z)B9	4000	19	76000	7830	31000
SC(Z)B9	6300	11	69300	11000	43000
SC(Z)B9	8000	4	32000	12600	47700
SC(Z)B9	10000	7	70000	14400	58500
SC(Z)B9	16000	10	160000	20000	64000
		71	451800		

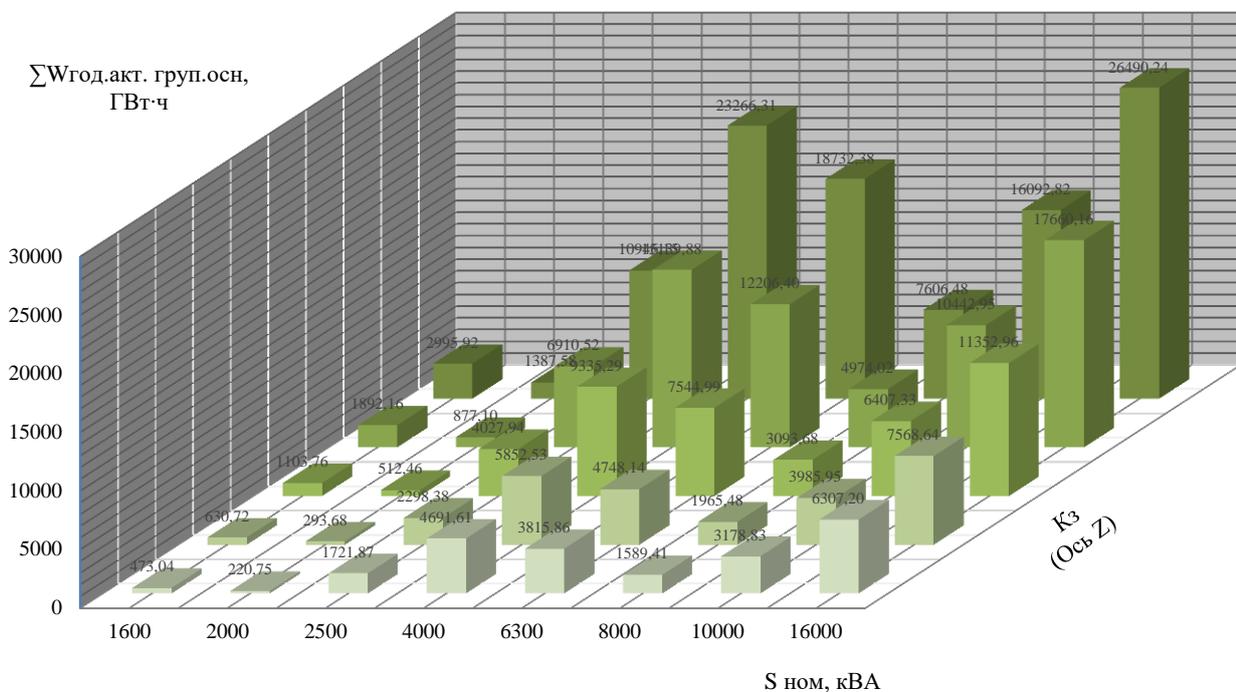


Рис. 9. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$ (по оси Z)

Анализ рис. 9 позволяет сделать заключение о том, что:

– при отсутствии нагрузки $K_3=0$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – S с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ увеличатся в 1,01 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– при изменении нагрузки K_3 от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ снизятся в 1,03 – 1,16 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ будут составлять 3,86 – 18,85 % от величины суммарного отпуска электрической энергии,

поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

– от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ будут в 1,18 – 4,64 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придутся на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – R с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 8. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности, komponуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии TMCRES – H производства «ТМС Transformers» (Италия), выполненных с литой изоляцией и сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– TMCRES – Н, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 %, минимальными потерями аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000 и 2500 кВА производства компании TMC Transformers» (Италия) [14];

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 8 – 9 %, аналогичного сочетания напряжений номиналом: 4000; 6300; 8000; 10000 и 16000

кВА производства CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные сухие СТ серии TMCRES – Н выполнены в соответствии с такими стандартами: IEC 60076 – 11 и EN 548 – 14.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 120°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии TMCRES – Н.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, будут такими, как это представлено в табл. 8.

Таблица 8

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ $S_{ном}$, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\sum S_{ном}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{хх}$, Вт	Потери короткого замыкания одного СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{к.з.}$, Вт
TMCRES – Н	1600	5	8000	2530	14300
TMCRES – Н	2000	2	4000	2990	17600
TMCRES – Н	2500	13	32500	3565	20900
SC(Z)B9	4000	19	76000	7830	31000
SC(Z)B9	6300	11	69300	11000	43000
SC(Z)B9	8000	4	32000	12600	47700
SC(Z)B9	10000	7	70000	14400	58500
SC(Z)B9	16000	10	160000	20000	64000
		71	451800		

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н промышленной частоты

пропускная способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 10 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ.}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих

СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС

напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$.

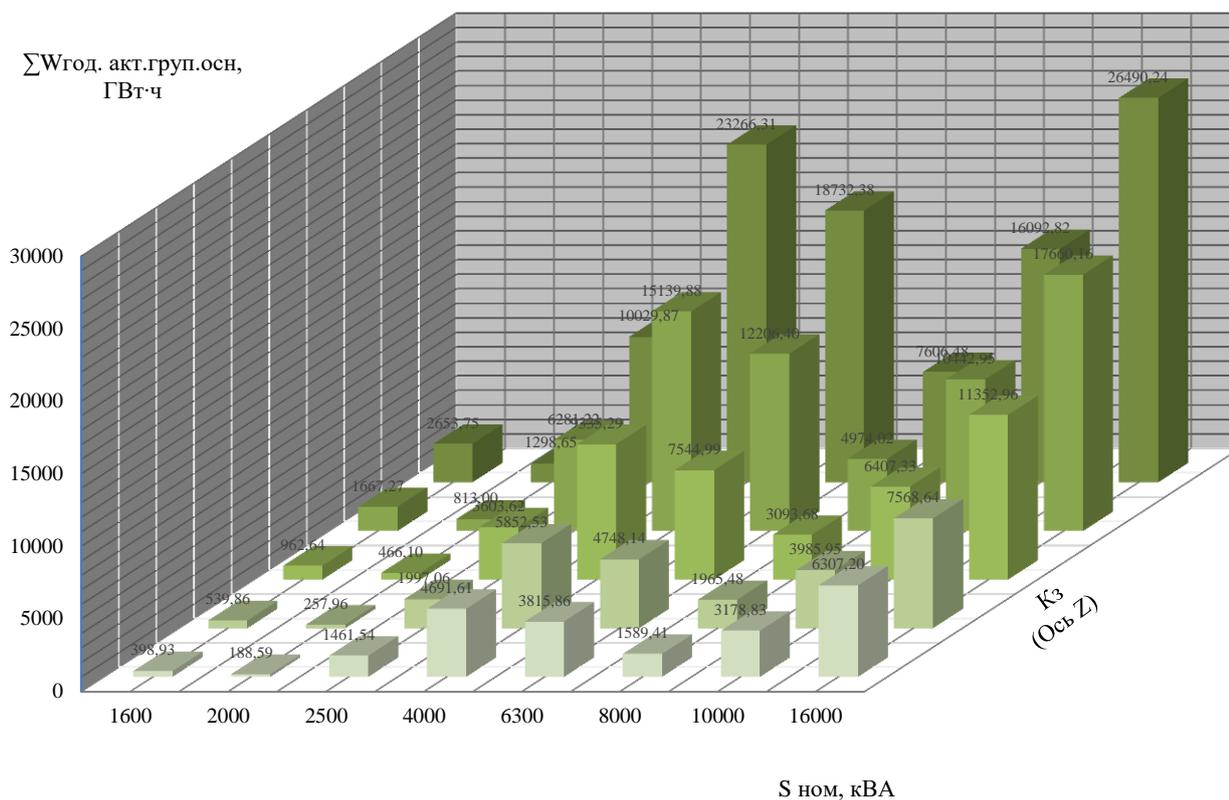


Рис. 10. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$ (по оси Z)

Анализ рис. 10 позволяет сделать заключение о том, что при изменении нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной

электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ снизятся в 1,01 – 1,26 раза благодаря применению в магнитных системах последних электротехнических сталей с малыми удельными потерями энергии (малые размеры доменов при насыщении) в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 3,79 – 17,32 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

– от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут в 1,07 – 4,27 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придется на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 9. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности, komponуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии Zucchini производства Группа Legrand (Франция), выполненных с литой изоляцией и сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС

напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– Zucchini (красные трансформаторы), выполненных с литой изоляцией, уровнем потерь NL, промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 7 – 8 %, аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000 и 2500 кВА производства группы Legrand (Франция) [15];

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 8 – 9 %, аналогичного сочетания напряжений номиналом: 4000; 6300; 8000; 10000 и 16000 кВА производства CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные сухие СТ серии Zucchini выполнены в соответствии со следующими стандартами: IEC 60076 – 11.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 120°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии Zucchini.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность komponуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 10.

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского

региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и Zucchini промышленной частоты пропускная способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 11 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах

номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$.

Таблица 10

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 7 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ $S_{\text{НОМ}}$, кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», $\sum S_{\text{НОМ}}$, кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{\text{ХХ}}$, Вт	Потери короткого замыкания одного СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, $P_{\text{К.З.}}$, Вт
EM5NAQBA (Zucchini)	1600	5	8000	3400	16000
EN5NAQBA (Zucchini)	2000	2	4000	4200	18000
EO5NAQBA (Zucchini)	2500	13	32500	5200	22000
SC(Z)B9	4000	19	76000	7830	31000
SC(Z)B9	6300	11	69300	11000	43000
SC(Z)B9	8000	4	32000	12600	47700
SC(Z)B9	10000	7	70000	14400	58500
SC(Z)B9	16000	10	160000	20000	64000
		71	451800		

Анализ рис. 11 позволяет сделать заключение о том, что:

– при отсутствии нагрузки ($K_3 = 0$) в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ увеличатся в 1,03 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных

масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– при изменении коэффициента нагрузки K_3 от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ снизятся в 1,01 – 1,16 раза в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений

35/10(6) кВ, эксплуатируемыми в настоящий момент в этих ПС.

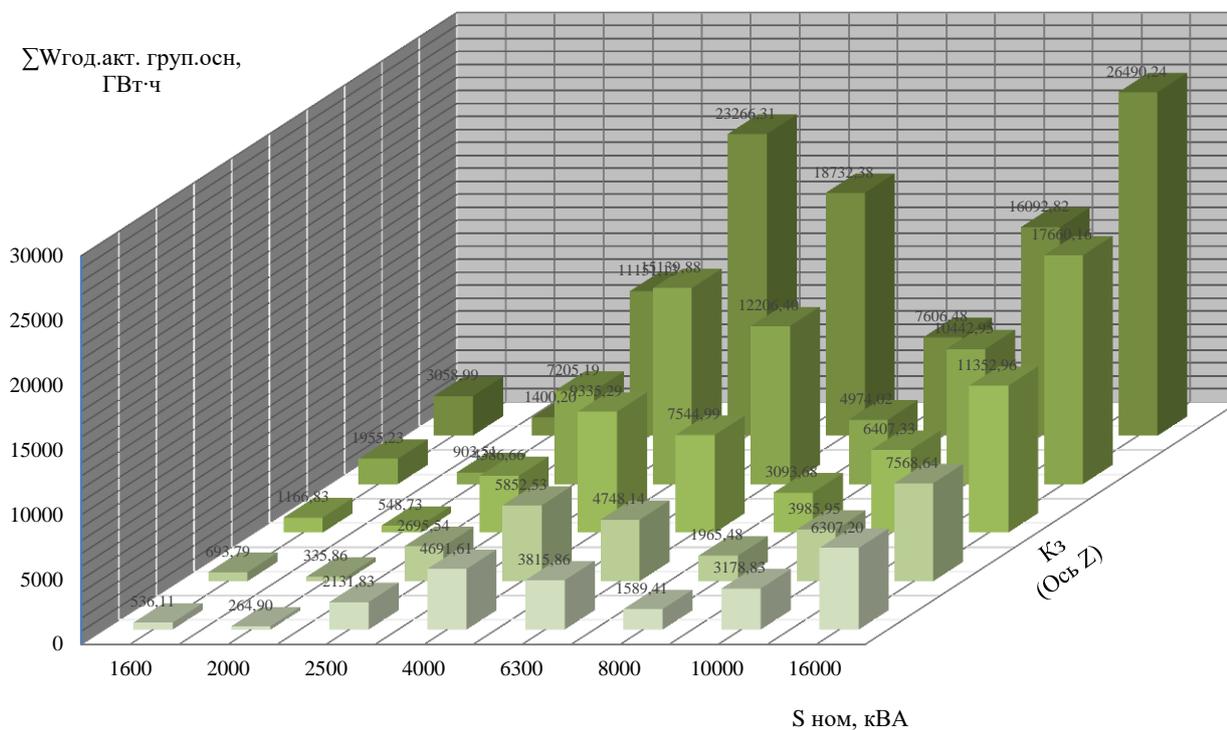


Рис. 11. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0 (по оси Z)

Дальнейшие исследования показали, что при изменении нагрузки K_3 :

- от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 3,95 – 18,90 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступающего из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

- от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации

$\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут в 1,20 – 4,65 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

- наибольшие потери от прироста нагрузки придутся на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и Zucchini с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и

Zucchini с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 10. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности компоуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии TTR – D A₀A_k (выполненные по Норме ЕС № 548/2014 – Этап 1) производства SEA (Италия), выполненных с литой изоляцией и сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– TTR – D A₀A_k ECO+P, выполненных с литой изоляцией, уровнем потерь A₀A_k, промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 и 8 %, аналогичного

сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000 и 2500 кВА производства SEA (Италия) [16];

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 8 – 9 %, аналогичного сочетания напряжений номиналом: 4000; 6300; 8000; 10000 и 16000 кВА производства CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные сухие СТ серии TTR – D A₀A_k ECO+P выполнены в соответствии со следующими стандартами: EN 50588 – 1: 2015 и Нормой ЕС 548/2014 – Этап 1.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 75°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии TTR – D A₀A_k ECO+P.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 10.

Таблица 10

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6, 8 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ S _{ном} , кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», ∑S _{ном} , кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, P _{хх} , Вт	Потери короткого замыкания одного СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, P _{к.з.} , Вт
TTR – D A ₀ A _k ECO+P	1600	5	8000	2530	12815
TTR – D A ₀ A _k ECO+P	2000	2	4000	2990	15730
TTR – D A ₀ A _k ECO+P	2500	13	32500	3565	18700
SC(Z)B9	4000	19	76000	7830	31000
SC(Z)B9	6300	11	69300	11000	43000
SC(Z)B9	8000	4	32000	12600	47700
SC(Z)B9	10000	7	70000	14400	58500
SC(Z)B9	16000	10	160000	20000	64000
		71	451800		

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P промышленной частоты пропускная способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 12 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной

электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$.

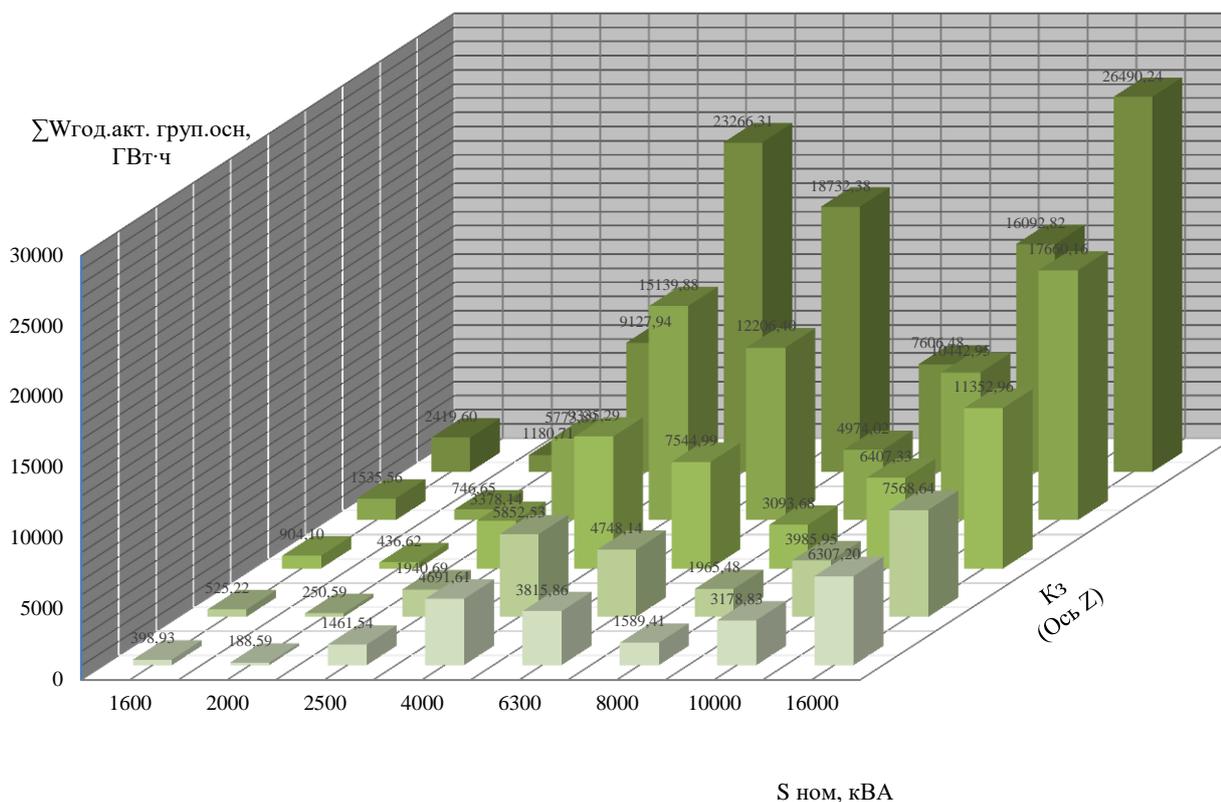


Рис. 12. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД} = f(S_{НОМ})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и $1,0$ (по оси Z)

Анализ рис. 12 позволяет сделать заключение о том, что при изменении нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на

понижительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ снизятся в 1,01 – 1,19 раза благодаря применению в магнитных системах последних электротехнических сталей с малыми удельными потерями энергии (малые размеры доменов при насыщении) в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ будут составлять 3,79 – 18,39 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступающего из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

– от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}$ будут в 1,16 – 4,53 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придется на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понижительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского

региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀A_k ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

Вариант 11. Определение основных годовых потерь активной электроэнергии при ее трансформации в группах номинальной мощности компоуемых из двухобмоточных СТ серии SC(Z)B9 производства компании CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) и серии TTR – D A₀–10%A_k ECO+P (выполненные по Норме ЕС № 548/2014 – Этап 2) производства SEA (Италия), выполненных с литой изоляцией и сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты

Для минимизации основных потерь активной электроэнергии при ее трансформации в существующей РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» предлагается рассмотреть вариант модернизации понижительных ПС напряжением 35/10(6) кВ с заменой морально устаревшего массива двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ [4] на группы номинальной мощности двухобмоточных СТ серии:

– TTR – D A₀–10%A_k ECO+P, выполненных с литой изоляцией, уровнем потерь A₀–10%A_k, промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 6 %, аналогичного сочетания напряжений номиналом: 1600; 2000 и 2500 кВА производства SEA (Италия) [17];

– SC(Z)B9, выполненных с литой изоляцией промышленной частоты, уровнем напряжения короткого замыкания 8 – 9 %, аналогичного сочетания напряжений номиналом: 4000; 6300; 8000; 10000 и 16000 кВА производства CNC Electric Group Co., Ltd (Китай) [9].

Двухобмоточные сухие СТ серии TTR – D A₀–10%A_k ECO+P выполнены в соответствии со следующими стандартами: EN 50588 – 1: 2015 и Нормой ЕС 548/2014 – Этап 2.

При выполнении расчетов делаем допущение о том, что расчетная температура, к которой приводятся потери и напряжение короткого замыкания, принимается равной 75°C для групп номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии TTR – D A₀ – 10%A_k ECO+P.

После модернизации существующих понизительных ПС 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ

Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК» предполагаемое количество и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀ – 10%A_k ECO+P промышленной частоты с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут такими, как это представлено в табл. 11.

Таблица 11

Число и суммарная номинальная мощность компоуемых групп двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀ – 10%A_k ECO+P промышленной частоты и уровнем напряжения короткого замыкания 6, 8 – 9% с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, принимаемых к установке после модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК»

Название серии СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	Номинальная мощность СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ S _{ном} , кВА	Количество, шт.	Пропускная мощность групп номинальной мощности СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС-35кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК», ∑S _{ном} , кВА после модернизации	Потери холостого хода одного СТ с очетанием напряжений 35/10(6) кВ, P _{хх} , Вт	Потери короткого замыкания одного СТ сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, P _{к.з.} , Вт
TTR – D A ₀ – 10%A _k ECO+P	1600	5	8000	2277	12815
TTR – D A ₀ – 10%A _k ECO+P	2000	2	4000	2691	15730
TTR – D A ₀ – 10%A _k ECO+P	2500	13	32500	3209	18700
SC(Z)B9	4000	19	76000	7830	31000
SC(Z)B9	6300	11	69300	11000	43000
SC(Z)B9	8000	4	32000	12600	47700
SC(Z)B9	10000	7	70000	14400	58500
SC(Z)B9	16000	10	160000	20000	64000
		71	451800		

В результате такой модернизации существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК» двухобмоточными сухими СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀ – 10%A_k ECO+P промышленной частоты пропускная способность электросети увеличится в 1,03 раза.

По результатам расчета на рис. 13 представлены зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ.}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀ – 10%A_k ECO+P промышленной частоты с сочетанием

напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке в существующих понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ ГУП ЛНР «РСК» при таких значениях коэффициента нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0.

Анализ рис. 13 позволяет сделать заключение о том, что при изменении нагрузки K_3 :

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀ – 10%A_k ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодонского региона ГУП ЛНР «РСК» после модернизации, суммарные основные годовые потери активной

электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ снизятся в 1,02 – 1,19 раза благодаря применению в магнитных системах последних электротехнических сталей с малыми удельными потерями энергии (малые размеры доменов при насыщении) в сравнении с существующими основными потерями активной электроэнергии, возникающими в массиве двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, эксплуатируемых в настоящий момент в этих ПС;

– от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀–10%A_к ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 3,76 – 18,36 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступающего из ЕНЭС

ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

– от 0,25 до 1,0 в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀–10%A_к ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут в 1,15 – 4,52 раза выше усредненного показателя норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже» [5];

– наибольшие потери от прироста нагрузки придутся на группы двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D A₀–10%A_к ECO+P с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ номинальной мощностью: 2500; 4000; 6300; 10000 и 16000 кВА.

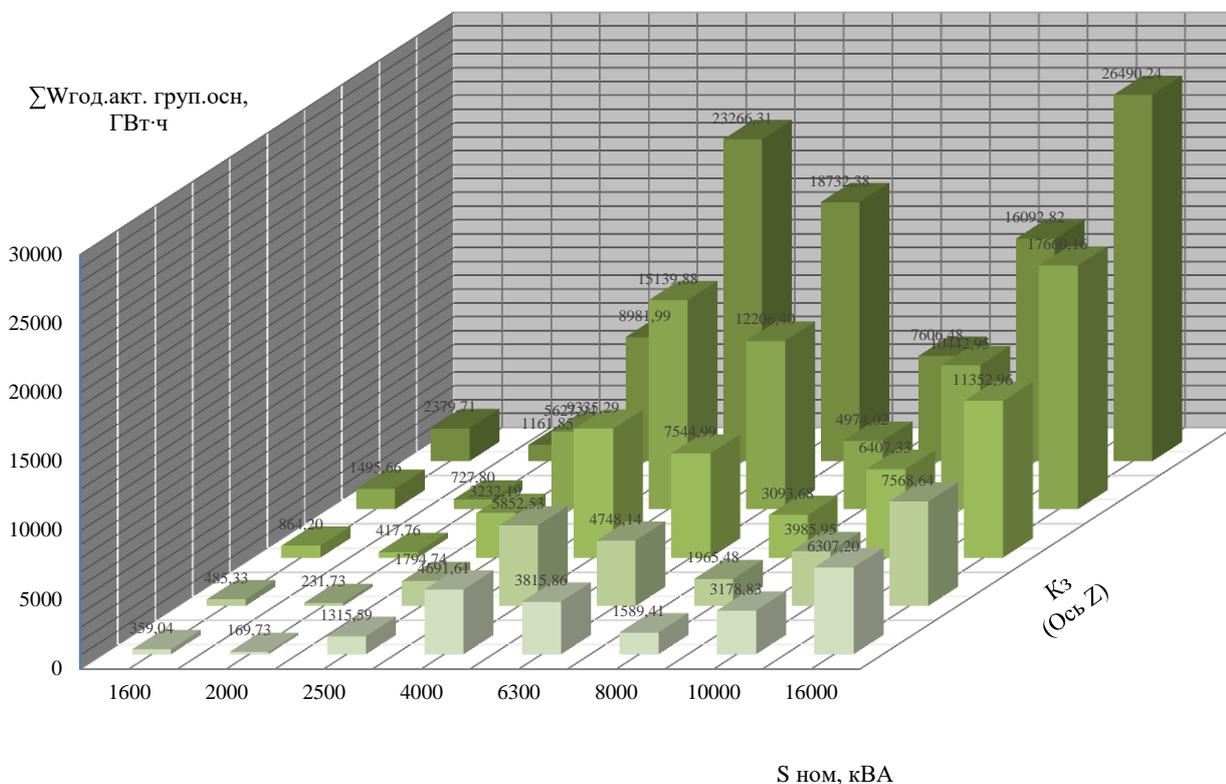


Рис. 13. Зависимости распределения суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии $\sum W_{\text{АКТ.ГРУПП.СТ}}^{\text{ГОД}} = f(S_{\text{НОМ}})$ в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D

$A_0-10\%A_k$ ЕСО+Р с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, планируемых к установке в понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» при коэффициентах нагрузки $K_3 = 0; 0,25; 0,5; 0,75$ и 1,0 (по оси Z)

Учитывая вышесказанное, после такой модернизации понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» суммарные основные годовые потери активной электроэнергии в группах номинальной мощности двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TTR – D $A_0-10\%A_k$ ЕСО+Р с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ будут оставаться высокими.

В табл. 12. представлены сводные результаты расчета суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации в процентном отношении $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}(\%)$ от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого

из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения и относительного превышения этих суммарных годовых потерь активной электроэнергии $\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}(отн)$ над усредненным показателем норматива потерь электрической энергии при ее передаче по ЕНЭС с уровнем напряжения «220 кВ и ниже», полученные при компоновки вариантов №1 – №11 масляных и сухих двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» после планируемой модернизации.

Таблица 12

Результаты расчета суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации в вариантах №1 – №11 компоновки групп номинальной мощности двухобмоточных масляных и сухих СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК»

Номер варианта компоновки групп СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	1	2	3	4	5
$\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}(\%)$	2,66 – 16,68	3,99 – 19,02	4,16 – 17,84	4,09 – 17,74	3,99 – 17,99
$\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}(отн)$	0,65 – 4,11	0,98 – 4,68	1,03 – 4,40	1,01 – 4,37	0,98 – 4,43
Номер варианта компоновки групп СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	6	7	8	9	10
$\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}(\%)$	4,02 – 19,01	3,86 – 18,85	3,79 – 17,32	3,95 – 18,90	3,79 – 18,39
$\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}(отн)$	0,99 – 4,68	0,95 – 4,64	0,93 – 4,27	0,97 – 4,65	0,93 – 4,53
Номер варианта компоновки групп СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ	11				
$\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}(\%)$	3,76 – 18,36				
$\sum W_{АКТ.ГРУП.СТ}^{ГОД}(отн)$	0,93 – 4,52				

Анализ табл. 12 позволяет сделать заключение о том, что модернизация понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» с установкой групп номинальной мощности двухобмоточных масляных и сухих СТ с

сочетанием напряжений 35/10(6) кВ предусмотренных в вариантах №1 и №8 в РЭС – 35 кВ обеспечит наименьшие суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации.

Выводы. В работе решена актуальная научно-техническая задача – минимизация основных потерь активной электроэнергии, возникающих на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 Краснодарского региона кВ ГУП ЛНР «РСК» при трансформации электрической энергии. Основные результаты работы заключаются в следующем:

1. Установлено, что при изменении нагрузки K_3 от 0 до 1,0 в массиве существующих двухобмоточных масляных СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ промышленной частоты, эксплуатируемых на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» :

а) суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 3,82 – 21,89 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения [5];

б) суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут меньше в 13,90 – 14,30 раза суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии, возникающих при трансформации в существующем массиве масляных двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 10(6)/0,4 кВ промышленной частоты, эксплуатируемых на понизительных трансформаторных подстанциях напряжением 10(6)/0,4кВ в РЭС – 10(6) кВ ГУП ЛНР «РСК».

2. Установлено, что при изменении нагрузки K_3 от 0 до 1,0 в группах номинальной мощности:

– двухобмоточных масляных СТ серии S9 с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, планируемых к установке на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ В РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации

$\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 2,66 – 16,68 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения и будут меньше в 18,80 – 20,0 раза суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации, возникающих в существующем массиве масляных двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 10(6)/0,4 кВ промышленной частоты, эксплуатируемых на понизительных трансформаторных подстанциях напряжением 10(6)/0,4кВ в РЭС – 10(6) кВ ГУП ЛНР «РСК»[4;7; 8];

– двухобмоточных сухих СТ серии SC(Z)B9 и TMCRES – Н с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ суммарные основные годовые потери активной электроэнергии при трансформации $\sum W_{\text{АКТ.ГРУП.СТ}}^{\text{ГОД}}$ будут составлять 3,79 – 17,32 % от величины суммарного отпуска электрической энергии, поступаемого из ЕНЭС ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети» общего назначения и будут меньше в 14,04 – 18,07 раза, суммарных основных годовых потерь активной электроэнергии при трансформации, возникающих в существующем массиве масляных двухобмоточных СТ с сочетанием напряжений 10(6)/0,4 кВ промышленной частоты, эксплуатируемых на понизительных трансформаторных подстанциях напряжением 10(6)/0,4кВ в РЭС – 10(6) кВ ГУП ЛНР «РСК» [4;7;8].

3. Для дальнейшего снижения суммарных основных и дополнительных потерь активной и реактивной электроэнергии при трансформации в группах номинальной мощности двухобмоточных масляных и сухих СТ с сочетанием напряжений 35/10(6) кВ, предусмотренных вариантами №1 и №8 для установки на понизительных ПС напряжением 35/10(6) кВ в РЭС – 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК», рекомендуется использование в них фильтрокомпенсирующих

устройств для подавления спектра высших гармоник [7;8].

Список источников

1. Назарычев А.Н., Таджикибаев А.И., Андреев Д.А. «Совершенствование системы проведения ремонтов электрооборудования электростанций и подстанций». ПЭИПК. Россия. СПб. 2004 г.

2. CIGRE Technical Brochure 248. «Economics of transformer management». 2004.

3. Бударгин О.М. Доклад председателя Правления ОАО «ФСК ЕЭС» на заседании круглого стола Санкт-Петербургского международного экономического форума. 17 – 19 июня 2010 г.

4. ГУП ЛНР «РСК»/Техническая информация / <http://www.guprsk.ru> (дата обращения 05.04.2021 года).

5. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 30.11.2022 года № 1272 «Об утверждении нормативов потерь электрической энергии при ее передаче по единой национальной (общероссийской) электрической сети, осуществляемой публичным акционерным обществом «Федеральная сетевая компания – Россети» с использованием объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих публичному акционерному обществу «Федеральная сетевая компания – Россети» на праве собственности или ином законном основании, на 2023 год» [Электронный ресурс]: – URL: <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/23795/195515#:~:text=yf> (дата обращения 03.10.2023 года).

6. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: учеб. пособие для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 582 с.

7. Парсентьев О.С. Влияние технологических факторов производства сухих трансформаторов на потери при трансформации электрической энергии в распределительных электрических сетях напряжением 6 – 10 кВ ГУП ЛНР «РСК» Единых национальных электрических сетей ПАО «Федеральная сетевая компания – Россети»: монография/ О.С. Парсентьев. – Луганск: Изд-во ЛГУ им. В. Даля; ИП Орехов Д.А., – 2024. – 506 с.

8. Парсентьев О.С. Современные научные и прикладные задачи электроэнергетики: учеб. пособие / О.С. Парсентьев. – Луганск: Изд-во ООО «НПК ПЕРСПЕКТИВА», 2023. – 271 с.

9. Каталог силовых трансформаторов CNC Deliver /PowerForbetter/Life Power transformer/ Oil immersed transformer/ Dry-type transformer/<http://www.cncele.com> (дата обращения 12.07.2024 года).

10. Трансформаторы с изоляцией из литевой смолы GEAFOL, 100-16 000 кВА/ Каталог TV1/2013: www.siemens.com/energy (дата обращения 13.07.2024 года).

11. Трансформаторы с литой изоляцией компании SGB-SMIT GROUP:<http://www.sgb-smit.com> (дата обращения 14.07.2024 года).

12. Подробные сведения к общим указаниям по проектированию, условиям установки и соединениям: www.sgb-trafo.de/de/productgtht.aspx (дата обращения 14.07.2024 года).

13. Трансформатор с литой изоляцией Systeme3AL/Технический каталог/<http://www.systeme.ru> (дата обращения 15.07.2024 года).

14. Техническое руководство TMC POWER ENERGY / Трансформаторы с литой изоляцией: www.tmctransformers.com (дата обращения 27.02.2024 года).

15. LEGRAND/Сухие трансформаторы с литой изоляцией для распределения и преобразования электроэнергии/ для тяговых преобразователей и специальных решений/<http://www.legrand.co.nz/#> (дата обращения 30.07.2024 года).

16. ECODESIGN CAST RESIN TRANSFORMERS – TECHNICAL CATALOGUE/According to regulation EU №.548/2014 – Tier I/TTR ECO+P /Transforming the future/ <http://www.seatransformatori.it> (дата обращения 30.07.2024 года).

17. ECODESIGN CAST RESIN TRANSFORMERS – TECHNICAL CATALOGUE/According to regulation EU №.548/2014 – Tier II/TTR ECO+P /Transforming the future/ <http://www.seatransformatori.it> (дата обращения 30.07.2024 года).

References

1. Nazarichev A.N., Tadjibaev A.I., Andreev D.A. "Improving the system for carrying out repairs of electrical equipment at power plants and substations". PEIPK. Russia. St. Petersburg. 2004.

2. CIGRE Technical Brochure 248. "Economics of transformer management". 2004.

3. Budargin O.M. Report of the Chairman of the Management Board of JSC FGC UES at a round table meeting of the St. Petersburg International Economic Forum. June 17-19, 2010.

4. SUE of the LNR "RGC" / Technical information / <http://www.guprsk.ru> (date of access 05.04.2021).

5. Order of the Ministry of Energy of the Russian Federation dated November 30, 2022 No. 1272 «On approval of standards for electric energy losses during its transmission through a single national (all-Russian) electric grid, carried out by the public joint-stock company Federal Grid Company – Rosseti using electric grid facilities owned by the public joint-stock company Federal Grid Company - Rosseti on the basis of ownership or other legal basis, for 2023» [Electronic resource]: – URL: <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/23795/195515#:~:text=yf> (date of access October 3, 2023).

6. Tikhomirov P.M. Calculation of transformers: textbook for universities. – 5th ed., revised. and add. – M.: Energoatomizdat, 1986. – 582 p.

7. Parsentev O.S. Influence of technological factors of dry-type transformer production on losses during electric energy transformation in 6-10 kV distribution electric networks of the SUE of the LPR «RSK» of the Unified National Electric Networks of the Federal Grid Company - Rosseti: monograph / O.S. Parsentev. – Lugansk: Publishing house of the Leningrad State University named after V. Dahl; IP Orekhov D.A., – 2024. – 506 p.

8. Parsentev O.S. Modern scientific and applied problems of electric power engineering: textbook / O.S. Parsentev. – Lugansk: Publishing house of OOO NPK PERSPECTIVA, 2023. – 271 p.

9. Catalog of power transformers CNC Deliver /PowerForbetter/Life Power transformer/ Oil

immersed transformer/ Dry-type transformer / <http://www.cncele.com> (date of access 05.04.2019).

10. Transformers with cast resin insulation GEAFOL, 100-16,000 kVA / Catalog TV1 / 2013: www.siemens.com/energy (date of access 13.07.2024).

11. Transformers with cast resin insulation of the company SGB-SMIT GROUP: <http://www.sgb-smit.com> (date of access 14.07.2024).

12. Detailed information on general design guidelines, installation conditions and connections: www.sgb-trafo.de/de/productght.aspx (date of access 14.07.2024).

13. Cast resin transformer Systeme3AL / Technical catalog / <http://www.systeme.ru> (date of access 15.07.2024).

14. Technical manual TMC POWER ENERGY / Cast resin transformers: www.tmctransformers.com (date of access 27.02.2024).

15. LEGRAND / Dry-type transformers with cast resin for distribution and conversion of electric power / for traction converters and special solutions / <http://www.legrand.co.nz/#> (date of access 30.07.2024).

16. ECODESIGN CAST RESIN TRANSFORMERS – TECHNICAL CATALOGUE/According to regulation EU №.548/2014 – Tier I/TTR ECO+P /Transforming the future/ <http://www.seatransformatori.it> (data of treatment 30.07.2024).

17. ECODESIGN CAST RESIN TRANSFORMERS – TECHNICAL CATALOGUE/According to regulation EU №.548/2014 – Tier II/TTR ECO+P /Transforming the future/ <http://www.seatransformatori.it> (data of treatment 30.07.2024).

Статья поступила в редакцию 28.07.2024

Информация об авторе

Парсентьев Олег Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетика», Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

Автор ID: 1216808, SPIN-код: 7974-9547;

ORCID: 0009-0005-1639-0730

E-mail: parsentev@mail.ru

Information about the author

Parsentev Oleg Sergeevich, Candidate of Technical Science, Associate Professor, of the Department «Electrical Power Engineering», Lugansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk.

Author ID: 1216808, SPIN-code: 7974-9547;

ORCID: 0009-0005-1639-0730

E-mail: parsentev@mail.ru

Для цитирования:

Парсентьев О.С. Модернизация распределительных электрических сетей напряжением 35 кВ Краснодарского региона ГУП ЛНР «РСК» для обеспечения качества трансформации электрической энергии // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8 (86). – С. 38-76.

For citations:

Parsentev O.S. Modernization of 35 kV distribution electric networks of the Krasnodon region of the SUE of the LPR «RGC» to ensure the quality of electric energy transformation // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – No. 8 (86). – P. 38-76.

УДК 338+364.6

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАССЛОЕНИЕ ОБЩЕСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ПРИЧИНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Перловская Н. В., Попов М. И.

SOCIO-ECONOMIC STRATIFICATION OF SOCIETY IN THE RUSSIAN FEDERATION: REASONS AND DIRECTIONS OF REGULATION

Perlovskaya N. V., Popov M. I.

Аннотация. В статье рассмотрены показатели оценки расслоения общества РФ по уровню доходов на современном этапе развития, исследованы причины и факторы социально-экономического расслоения, выявлены недостатки государственного регулирования в данной сфере. Сформулированы возможные последствия и проблемы существующего расслоения общества, изложены рекомендации по сокращению социального неравенства и повышению социально-экономической стабильности и благосостояния граждан в РФ.

Ключевые слова: государственное регулирование, инфляция, коэффициент Джини, социальная напряженность, социально-экономическое расслоение.

Abstract. The article examines the indicators for assessing the stratification of the society of the Russian Federation by the level of income at the current stage of development, examines the causes and factors of socio-economic stratification, and identifies shortcomings of state regulation. The possible consequences and problems of the existing stratification of society are formulated, recommendations are formulated to reduce social inequality, and increase the socio-economic stability and well-being of citizens in the Russian Federation.

Key words: government regulation, inflation, Gini coefficient, social tension, socio-economic stratification.

Постановка проблемы. Проблема социального расслоения в России является одной из наиболее острых для современного общества. По данным Федеральной служба государственной статистики, в России растет расслоение населения по доходам, несмотря на увеличение социальных госрасходов. Расслоение между богатыми и бедными становится все более заметным, а разрыв в уровне жизни различных слоев населения продолжает увеличиваться. Социальное расслоение напрямую влияет на

продолжительность жизни, доступ к здравоохранению, образованию, водоснабжению и санитарии. Данную тему следует рассматривать применительно к условиям социально-экономического развития России через изучение государственного регулирования и стимулирования формирования и использования доходов населения.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема социального расслоения привлекает внимание экономистов,

политологов, социологов и представителей общественности. В научных кругах вопросы социального неравенства рассматриваются в работах Н.А. Бутенко, Т.А. Журавлевой., А.Е. Зубановой, Ю.С. Сороквасиной, Ю.Н. Свиноухиной, Т.А. Захаровой, О.И. Шкаратан, Е.А. Чумаковой и других ученых [1-3,7,9].

Целью работы является изучение современного состояния социально-экономического расслоения общества в России, выявление факторов, влияющих на увеличение социального неравенства, определение приоритетных направлений государственного регулирования в формировании и распределении доходов населения.

Изложение основных материалов. Для оценки уровня расслоения общества органами статистики используются следующие показатели [8]:

1) коэффициент фондов (соотношение денежных доходов 10% наиболее и 10% наименее обеспеченного населения) в целом по России и по субъектам Российской Федерации;

2) коэффициент Джини – индекс концентрации доходов;

3) децильный коэффициент (коэффициент дифференциации доходов) характеризует степень социального расслоения и

определяется как соотношение пороговых значений среднедушевого денежного дохода – минимального значения дохода 10% наиболее обеспеченного населения и максимального значения дохода 10% наименее обеспеченного населения.

Коэффициент фондов (соотношение валовых доходов 10 % самых бедных к 10 % сверхбогатых) в 2023 году в России достигает показателя 14,8 [8]. Доходы богатой группы населения превышают максимально доступные доходы бедной группы более чем в 14 раз. При этом в региональном аспекте разрыв между группами населения острее проявляется в Тюменской области, Республике Саха (Якутия), г. Москве, г. Санкт-Петербурге, Свердловской области.

Коэффициент Джини характеризует степень отклонения линии фактического распределения общего объема доходов от линии их равномерного распределения. Величина коэффициента может варьироваться от 0 до 1, при этом, чем выше значение показателя, тем более неравномерно распределены доходы. Динамику коэффициента Джини, согласно данным Росстата, отражает график на рис. 1.

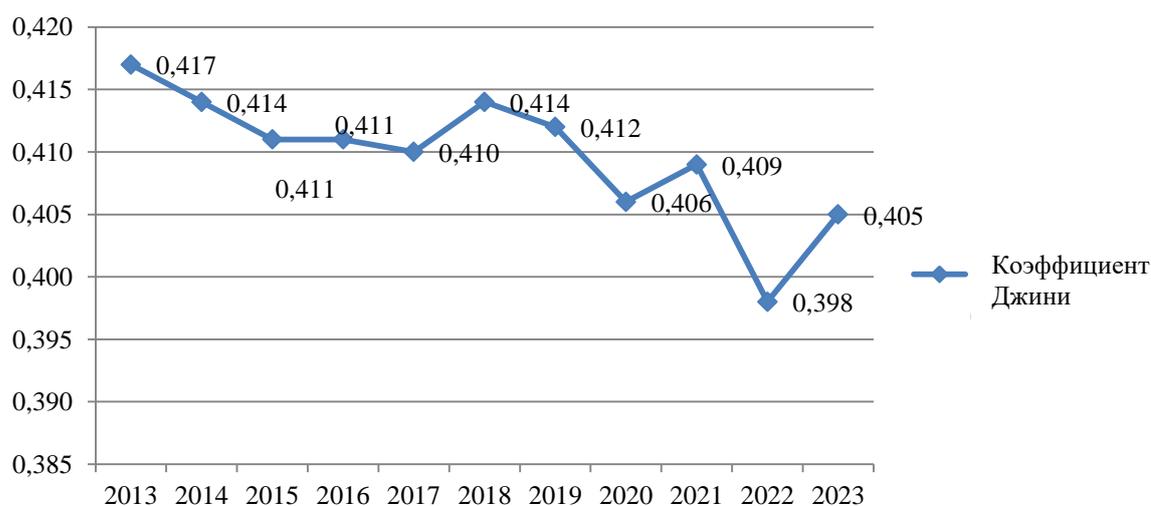


Рис. 1. Коэффициент Джини (индекс концентрации доходов) в Российской Федерации [8]

В сравнении с другими странами, в РФ достаточно высокий уровень дифференциации доходов населения, в то время как в Норвегии (0,227), Словакии (0,232), Словении (0,24), Беларуси (0,24) минимально разнятся доходы по группам населения по показателю коэффициента Джини [6].

Децильный коэффициент показывает, во сколько раз доходы 10% наиболее

обеспеченного населения превышают доходы 10% наименее обеспеченного населения. По данным Росстата РФ, за последние десять лет в Российской Федерации наблюдается сокращение разрыва между уровнем доходов самой богатой и самой бедной групп населения, однако тенденция изменилась в 2023 году (рис. 2).

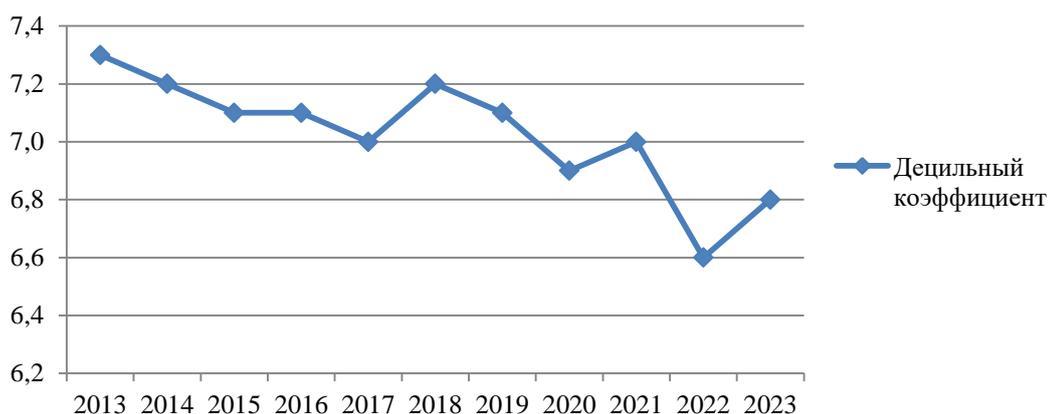


Рис. 2. Децильный коэффициент (соотношение минимальных доходов 10% наиболее обеспеченного населения и максимальных доходов 10% наименее обеспеченного населения) в Российской Федерации [8]

За последние два года в РФ группы богатых и верхнего среднего класса растут. Почти в 2 раза выросла доля людей, среднедушевые доходы которых превышают 100 000 руб.: если в 2021 г. она составляла 5,7% населения, то по итогам 2023 г. – 10% [8]. Расслоение происходит на фоне сокращения числа бедных и в основном спровоцировано опережающим ростом доходов наиболее богатых слоев населения. В составе высокодоходных групп появились новые элементы – это участники специальной военной операции, денежное довольствие которых почти вдвое превышает среднемесячную заработную плату по стране, и работники сфер, где активно происходит импортозамещение и растет производство (машиностроение, химическая промышленность, ИТ).

Следствием социально-экономического расслоения общества являются такие системные проблемы:

- рост социальной напряженности и социальных конфликтов;
- психологическое состояние бедного населения, не способствующее активному созиданию, инвестированию в будущее развитие;
- рост текущего потребления и приращение инфляции спроса;
- нарушение структурной сбалансированности экономики, разбалансированность финансовых потоков и неэффективное перераспределение ВВП.

Предупреждение развития негативных тенденций требует поиска причин (факторов) формирования неравномерных доходов населения и путей возможного правового регулирования.

Результаты исследований. Причиной социально-экономического расслоения общества в России являются:

1. Развитие частного бизнеса и монополизация крупных отраслей экономики.

Россия – один из лидеров (после Тайланда и Швеции) по концентрации богатства в руках меньшинства населения. По данным ученых российских вузов, свыше 70% финансовых и нефинансовых активов страны находится в собственности всего лишь 5% граждан. Это позволяет диктовать более жесткие условия наемным сотрудникам, максимально срезая доступные и принятые в социальном обществе блага. По данным ВШЭ и РАН, за период с 2000 по 2018 г. доля тех, кого работодатели обеспечивали бесплатным или льготным питанием, уменьшилась в 1,7 раза; число сотрудников, имеющих возможность отдыхать за счет предприятия (организации) в санаториях, стало меньше почти в 3 раза; число сотрудников, которым предоставлялся доступ к бесплатному или частично оплачиваемому содержанию детей в детсадах, сократилось в 4,3 раза [5].

2. Нерациональная политика государственного регулирования, следствием которой стали перегрев экономики и необходимость борьбы с искусственно созданной инфляцией. В ЦБ РФ отмечают максимальный за последние 16 лет масштаб перегрева экономики, когда уровень ВВП находится выше потенциала, а спрос растет быстрее предложения. Для поддержания отечественных производителей на фоне пандемии и изоляции РФ проводились масштабные меры стимулирования в виде предоставления льготной ипотеки для поддержания строительной отрасли, поддержки альтернативного экспорта, развития IT сектора.

Результатом реализуемых программ стал перегрев рынка недвижимости, рост инфляционных ожиданий населения и стремительный рост потребительского кредитования.

В целях борьбы с инфляцией ЦБ использует инструмент ключевой ставки, проводя стремительное повышение с 16% в июле 2024 года до 21% в октябре (с ожидаемым повышением в декабре до 23%) [4].

Ожидаемое удорожание кредитных ресурсов для частного бизнеса, для

поставщиков товаров и их конечных потребителей дает обратный эффект в виде увеличения текущего потребления и роста цен. И при этом является фактором углубления социального неравенства: группы населения с недостаточными доходами вынуждены привлекать подорожавшие кредитные ресурсы и провоцировать отток своих будущих доходов; те, кто имеет избыточный ресурс, получают возможность более выгодного инвестирования под большие ставки процентов.

Нерациональность государственного регулирования формирования и распределения доходов находит отражение и в изменениях в Налоговом Кодексе РФ в части трансформации механизма налоговых вычетов. Предлагаемая система социальных и имущественных налоговых вычетов мало затрагивает бедные слои населения, предлагая обеспеченным гражданам будущие налоговые вычеты за долгосрочные сбережения и инвестиции. В Налоговом Кодексе не прописан механизм предоставления минимального необлагаемого дохода граждан, сделаны акценты на освобождении от налогообложения инвестиционных доходов, которые в большинстве своем не характерны для граждан в возрасте 45+ и маловероятны для большинства молодых семей.

Возрастной фактор в последнее время играет достаточно весомую роль в формировании социального неравенства. Еще несколько десятилетий назад в России наиболее высокими зарплатами и доходами обладало население старше 40 лет, так как зарплата прямо пропорционально зависела от стажа работы, уровня профессиональной подготовки и опыта работы сотрудника. На данный момент более высокими доходами обладает население от 20 до 40 лет, работодатели предпочитают брать на работу более молодых, адаптированных к цифровым технологиям и удаленной работе сотрудников, которые могут быть более гибкими и работоспособными.

3. Расходы на специальную военную операцию. В настоящее время набор на службу по контракту происходит эффективнее

обычной мобилизации. За первую половину 2024 года контракт на службу заключили более 190 тыс. чел. На сегодня выплаты разнятся по регионам, и основная часть будущих военнослужащих стремится попасть на СВО через военкоматы г. Москвы, там с учетом федеральной и региональной составляющей поступивший на службу получит 5,2 млн руб. в год. В Ростовской области сумма выплат с сентября 2024 года составляет 3,9 млн руб. в год. В Крыму за участие в СВО, оформленное через местные военкоматы, предоставляется дополнительно к выплатам участок земли 0,6 га. Возрастающая активность населения по участию в СВО приводит к оттоку трудоспособных людей из гражданского сектора, в целом по стране растет количество открытых вакансий, людей не хватает практически во всех отраслях.

Повышенный спрос на трудоспособных граждан приводит к логичному повышению заработных плат по всем сегментам рынка, что по мнению Главы ЦБ РФ Эльвиры Набиулиной, является одной из главных причин повышения инфляции [4]. И одновременно служит фактором финансового расслоения в обществе между военным и гражданским населением.

Выводы. Причины социально-экономического расслоения общества в России имеют системный геополитический характер: санкционный режим и необходимость поддержания альтернативного экспорта создали довольно значительную дополнительную финансовую нагрузку на субъектов хозяйствования, привели к трансформации механизма формирования доходов и расходов, расширили потребность в кредитовании, а затем, как следствие, вызвали ужесточение макроэкономического регулирования данных процессов для предотвращения перегрева экономики. Активно хозяйствующие субъекты столкнулись одновременно с проблемами налаживания экономических связей и ростом долговой нагрузки для их обслуживания. Режим специальной военной операции сформировал

условия для вымывания денег из реального сектора экономики в военно-промышленный, одновременно кратно возросли социальные расходы по пострадавшим регионам.

Работа регулятора в лице Банка России оказывает мощное воздействие на поддержание макроэкономической стабильности в РФ и недопущение обесценивания доходов населения. Однако в создавшихся условиях это действия реактивного реагирования. Необходимы ужесточение фискального регулирования перераспределения расходов, контроль бюджетных расходов на СВО, смягчение учетной политики для предотвращения рецессии экономики и при этом адресное повышение расходов на социальное обеспечение по группам малообеспеченных граждан.

Список источников

1. Бутенко Н.А. Социальное неравенство и социальные конфликты: основные теоретические подходы к исследованию проблемы [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека «Киберленинка». – Сургут. – 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnoe-neravenstvo-i-sotsialnye-konflikty-osnovnye-teoreticheskie-podhody-k-issledovaniyu-problemy/viewer>.
2. Журавлева Т.А., Зубанова А.Е., Сороквашина Ю.С. Проблемы бедности, включая бедность работающего населения в России // Экономический анализ: теория и практика. – 2021. – Т. 20. – № 12 (519). – С. 2294-2312.
3. Захарова Т. А. Проблема социального неравенства в России: сущность и причины / Т. А. Захарова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 21 (416). – С. 126-128. – URL: <https://moluch.ru/archive/416/92044/> (дата обращения: 13.11.2024).
4. Набиуллина оценила перегрев экономики России // РБК. Финансы – Электронный ресурс. – URL: <https://www.rbc.ru/finances/07/06/2024/66632ef59a7947dfc40c0b09>.
5. Наука ТАСС. Российский бизнес стал реже предоставлять социальные льготы. – Электронный ресурс. – URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/13415383>.

6. Обзор численности мира. Коэффициент Джини по странам в 2024 году. – URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.973579df-67361c16-649b90c0-74722d776562/https/worldpopulationreview.com/country-rankings/gini-coefficient-by-country.

7. Свинухова Ю.Н. Коэффициент фондов в России: тенденции, основные факторы роста и меры по их устранению // Национальная безопасность / nota bene. – 2019. – № 2. – Электронный ресурс. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koeffitsient-fondov-v-rossii-tendentsii-osnovnye-factory-rosta-i-mery-po-ih-ustraneniyu>.

8. Федеральная служба государственной статистики. Неравенство и бедность. Электронный ресурс. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13723>.

9. Чумакова Е.А. О социально-экономическом неравенстве в России // Парадигмы управления, экономики и права. – 2023 – №2. – С. 54-67. – Электронный ресурс. – URL: https://paradigmy34.ru/issues/2023_02/Chumakova.pdf.

References

1. Butenko N. A. Social inequality and social conflicts: the main theoretical approaches to the study of the problem [Electronic resource]: Scientific electronic library "Cyberleninka." – Surgut. – 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnoe-neravenstvo-i-sotsialnye-konflikty-osnovnye-teoreticheskie-podhody-k-issledovaniyu-problemy/viewer>.

2. Zhuravleva TA, Zubanova AE, Sorokvashina Yu. S. Problems of poverty, including poverty of the working population in Russia//Economic analysis: theory and practice. – 2021. – Т. 20. – № 12 (519). – P. 2294-2312.

3. Zakharova T. A. The problem of social inequality in Russia: essence and causes/T. A. Zakharova. - Text: direct//Young scientist. – 2022. – № 21 (416). – S. 126-128. – URL: <https://moluch.ru/archive/416/92044/> (access date: 13.11.2024).

4. Nabiullina appreciated the overheating of the Russian economy//RBC. Finance. – Electronic resource. – URL: <https://www.rbc.ru/finances/07/06/2024/66632ef59a7947dfc40c0b09>.

5. Science TASS. Russian business has become less likely to provide social benefits. – Electronic resource. – URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/13415383>.

6. World size survey. Gini coefficient by country in 2024. – URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.973579df-67361c16-649b90c0-74722d776562/https/worldpopulationreview.com/country-rankings/gini-coefficient-by-country.

7. Svinukhova Yu.N. Fund ratio in Russia: trends, main growth factors and measures to eliminate them//National security/nota bene. – 2019. – № 2. – Electronic resource. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koeffitsient-fondov-v-rossii-tendentsii-osnovnye-factory-rosta-i-mery-po-ih-ustraneniyu>.

8. Federal State Statistics Service. Inequality and poverty. Electronic resource. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13723>.

9. Chumakova E.A. On socio-economic inequality in Russia//Paradigms of management, economics and law – 2023 – №2. – С. 54-67. – Electronic resource. – URL: https://paradigmy34.ru/issues/2023_02/Chumakova.pdf.

Статья поступила в редакцию 14.07.2024

Информация об авторах

Перловская Наталья Викторовна, доцент кафедры «Финансы и кредит» Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

SPIN-код: 5552-3929, AuthorID: 1189302

E-mail: perlovskanata@mail.ru

Information about the authors

Perlovskaya Nataliya Victorovna, associate professor of department «Finances and credit» Lugansk State University named after Vladimir Dahl.

SPIN-код: 5552-3929, AuthorID: 1189302

E-mail: perlovskanata@mail.ru

Попов Михаил Иванович, доцент кафедры «Финансы и кредит» Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

SPIN-код: 3271-9799, AuthorID: 1183828

E-mail: pmi0108@gmail.com

Popov Mikhail Ivanovich, associate professor of department «Finances and credit», Lugansk State University named after Vladimir Dahl.

SPIN-код: 3271-9799, AuthorID: 1183828

E-mail: pmi0108@gmail.com

Для цитирования:

Перловская Н.В., Попов М.И. Социально-экономическое расслоение общества в Российской Федерации: причины и направления регулирования // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8 (86). – С. 77-83.

For citation:

Perlovskaya N.V., Popov M.I. Socio-economic stratification of society in the Russian Federation: reasons and directions of regulation // Vesnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8 (86). – P. 77-83.

УДК 004.8

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Петрущенко Т. В., Сычев Е. В.

THE CURRENT STATE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT AND DIRECTIONS OF ITS USE

Petrushchenko T. V., Sychev E. V.

Аннотация. В статье рассматриваются различные направления использования систем искусственного интеллекта в современных условиях. Отмечается, что использование искусственного интеллекта является требованием времени. Рассмотрено применение искусственного интеллекта в образовании, науке, медицине, банковском и страховом деле, для обеспечения безопасности программного обеспечения, кибербезопасности, в гражданском судебном процессе. Освещены основные риски, которые существуют на данный момент по использованию искусственного интеллекта и его развитию.

Ключевые слова: интеллектуальная система, искусственный интеллект, экспертная система, образование, наука.

Abstract. The article discusses various areas of use of artificial intelligence systems in modern conditions. It is noted that the use of artificial intelligence is a time requirement. The application of artificial intelligence in education, science, medicine, banking and insurance, to ensure software security, cybersecurity, and in civil litigation is considered. The main risks that currently exist in the use of artificial intelligence and its development are highlighted.

Key words: intelligent system, artificial intelligence, expert system, education, science.

Искусственный интеллект – это область исследований, направленных на изучение и производство систем, обладающих интеллектуальными способностями человека. Сегодня работы по развитию систем искусственного интеллекта ведутся с помощью создания определенных программных продуктов и компонентов, позволяющих решать «человеческие» задачи без непосредственного участия человека. Развитие искусственного интеллекта (ИИ) является вполне логичным шагом развития постиндустриального техногенного общества, характеризующегося интенсификацией процесса информатизации всех сфер

деятельности человека и общества в целом [1]. Методы и технологии искусственного интеллекта вошли в повседневную жизнь человека в виде интеллектуальных систем, мобильных приложений и веб-сервисов, которые интенсифицируют производство, улучшают коммуникацию, обеспечивают корпоративную и личную безопасность.

Особенностью интеллектуальных систем является способность к пополнению первичных знаний посредством обучения и самообучения, обеспечения высокого уровня автоматизации при формировании управленческих решений, использование комплекса средств лингвистического, логико-математического

направления для общения с человеком естественным языком [5]. Указанные характеристики позволяют системам искусственного интеллекта решать задачи, отмечаемые неоднородностью и неполнотой информации, выявлять причинные связи, обрабатывать огромные объемы данных, прогнозировать события на основе имеющейся информации, полученной из разных источников.

Как следствие, системы ИИ могут использоваться для решения широкого круга задач (кластеризация, моделирование, принятие решений, прогнозирование и т.п.) в сфере экономики, здравоохранения, на производстве и т.д. Исследователи отмечают эффективность машинного обучения при изучении иностранного языка, в сельскохозяйственных, клинических, образовательных исследованиях [4]. О перспективности искусственного интеллекта может свидетельствовать название Топ-5 компаний, занимающихся данной тематикой. По количеству оформленных патентов технологий искусственного интеллекта первое место занимает Microsoft, потом IBM, Samsung, Qualcomm, Google [5].

Итак, рассмотрим отдельные направления, где используются системы и методы искусственного интеллекта.

Образование и наука. Элементы и системы ИИ активно используются в образовании и науке. Если рассматривать расширение возможностей открытой науки, то для этого используются нейронные сети, онлайн-хранение, поиск, анализ и сопоставление накопленных результатов в хранилищах данных. Как указано в работе М. Бруссарда [5], открытая наука понимается как открытые знания, к которым можно получить доступ через общедоступные научные сети. Машинное обучение и нейронные сети имеют большой потенциал для открытой науки. Примерами могут служить распознавание образов, обработка естественного языка, роботизированные агенты, стратегическое мышление и т.д.

Искусственный интеллект нашел свое использование в образовании. В первую очередь это касается обеспечения нескольких педагогических технологий, в частности адаптивного обучения, персонализированного обучения, интервального обучения, автоматической оценки учебных достижений с возможностью анализа ответов и предоставления персонализированной помощи, оценка соискателями образования преподавателей/учителей и т.д. Достаточно перспективной и эффективной технологией в условиях онлайн образования является адаптивное обучение, предусматривающее корректировку содержания образования в рамках отдельных образовательных компонентов на основе анализа достижений соискателей образования [4].

Если речь идет о программных средствах, то в сфере образования используются разнообразные интеллектуальные информационные системы, экспертные обучающие системы, мультиагентные обучающие системы, адаптивные обучающие системы, онтологические базы знаний [5]. Примером может служить интеллектуальная система «Антиплагиат», которая получила новый функционал, позволяющий находить текстовые совпадения в трудах, написанных на 100 языках, при этом она производит проверку без привязки к языку, проверяя как текст, так и его смысловую нагрузку [2].

Широкое распространение получили голосовые помощники и чат-боты. Преимущество чат-ботов заключается в возможности упростить онлайн-обучение, сделать его более персонализированным и продуктивным. Примером могут служить чат-боты Duolingo, Thinkster, Querium, Aita by Knewton [7]. На сегодняшний день наиболее мощным чат-ботом является ChatGPT, который появился в конце 2022 года и уже через несколько дней набрал больше миллиона пользователей. Его основное преимущество заключается в возможности генерации текста в нескольких областях знаний с высокой степенью подробности и похожим на текст,

продуцируемый человеком. За счет интеллектуальных методов (Generative Pretrained Transformer language model) ChatGPT может обучаться и генерировать текст с использованием шаблонов и особенностей текста, на котором он учился. Исследователи отмечают возможности использования ChatGPT во время адаптированного персонализированного обучения [7].

Кибербезопасность. Следует отметить, что постоянное увеличение количества продуцируемой и передаваемой информации в информационном пространстве приводит к увеличению количества киберпреступлений. Для обеспечения информационной и кибербезопасности используется, в том числе, и искусственный интеллект. Это объясняется возможностью искусственного интеллекта к автоматизированной и немедленной реакции на развитие и модификацию киберугроз. Направлений использования ИИ для повышения уровня информационной безопасности достаточно много. Если иметь в виду защиту программного обеспечения, то эффективным способом обнаружения вредоносного программного кода является использование алгоритмов машинного обучения [6]. Для защиты исполняемых файлов часто используются обфускационные методы, позволяющие изменять структуру скомпилированного программного кода с сохранением его функциональности. Если есть накопленные данные о кибератаках, то в данном случае можно использовать экспертные системы для формирования эффективных действий против кибератак. Для обнаружения вредности или законности документа используются нейронные сети. Для защиты от DoS/DDoS используются интеллектуальные агенты.

Финансовый сектор. Искусственный интеллект предлагает широкие возможности в экономической сфере, которыми следует пользоваться для обеспечения денежного развития. К ним относятся использование ИИ в системе управления персоналом, внедрение роботизированных сотрудников для работы с

клиентами. Интеллектуальные системы позволяют анализировать пассажирские потоки на разных видах транспорта, на основе чего изменять существующие транспортные направления и ценовую политику стоимости билетов [2]. Достаточно эффективными оказались интеллектуальные помощники и чат-боты, которые выполняют функции круглосуточной информационной поддержки клиентов. Это касается финансовой деятельности банков, реализации услуг страховых компаний и др. Возможность анализа больших объемов финансовой информации отмечается в работе [4], на основе чего можно выявить факторы экономических рисков, существующие тенденции на финансовом рынке и т.д.

Медицина. Пожалуй, одной из древнейших сфер деятельности человека, где стали применять элементы искусственного интеллекта, является медицина. Со времен использования экспертной системы MyCIN интеллектуальные медицинские системы получили широкое распространение и развитие. Технологии искусственного интеллекта применяются в разных направлениях, связанных с разработкой оптимального рациона питания в зависимости от персональных показателей пациента, распознавание изображений медицинского назначения (кардиограмма, снимки МРТ, результаты УЗИ, компьютерной томографии и др.), производство удобных протезов с учетом анатомических особенностей пациента, производство лекарственных препаратов [2] и т.д. В настоящее время выделяются следующие направления цифровизации медицинских услуг: создание мобильных медицинских мониторов реального времени, средств первичной обработки полученных медицинских показателей, мобильных средств для передачи медицинских параметров в отдаленные центры поддержки принятия решений, дистанционно управляемых инъекторов лекарственных средств.

Примерами интеллектуальных систем можно назвать систему на основе

компьютерного зрения, используемую в Москве для постановки диагнозов врачами первичного звена в различных направлениях [2], систему на основе нейросети, которая на снимке компьютерной томограммы выявляет до 9 патологий, таких как остеопороз позвоночника, COVID-19, рак легкого и другие [2], систему на основе нейросети, используемую врачами в Ямало-Ненецком автономном округе при анализе рентгенологических исследований [2]. Использование интеллектуальных устройств для мониторинга медицинских параметров человека является новым направлением современной медицины, что позволит значительно сэкономить время и деньги при оказании медицинских услуг. А главное, обеспечить оперативное вмешательство для сохранения здоровья человека.

Судебная система. Использование интеллектуальных систем и искусственного интеллекта встречается в цивилистическом процессе. Так, в Федеральной службе судебных приставов реализуются положения Закона об исполнительном производстве, касающиеся вопросов вынесения процессуальных документов с использованием искусственного интеллекта в ситуациях, когда возможно безусловное принятие таких решений. В работе прокуратуры используется искусственный интеллект, охватывая практически все отрасли прокурорского надзора [2].

Если брать современные интеллектуальные системы и методы искусственного интеллекта, мы видим существенный технологический прорыв. В то же время исследователи обращают внимание на определенные риски, связанные с использованием ИИ. В образовании рекомендуется не заменять учителя разумным трудом, а только расширить возможности учителя интеллектуальной системой, сделать его разумным учебным материалом, то же касается юриспруденции. Развитие ИИ приведет к радикальному изменению мирового рынка труда, появлению новых профессий с одновременным

сокращением значительного количества работников. Искусственный интеллект может дестабилизировать не только рынок труда, но и рынок денег (например, криптовалюта), технологий, капитала и т.д. Широкое внедрение цифровых решений постоянно влияет на увеличение количества кибератак, в том числе интеллектуальных систем [5].

В контексте гражданских правоотношений продолжает быть актуальным вопрос о сущности робота. Является ли он объектом или субъектом права. Если робот будет рассматриваться как объект, он фактически будет приравниваться к имуществу. Если же будет принято решение рассматривать робота в качестве субъекта права, то в таком случае он будет иметь определенные права и обязанности, а в ряде случаев – ответственность. В международной среде специалистов раздается мнение о том, что способность роботов к автономности может быть предпосылкой для придания им нравственных норм [3]. Следует отметить, что этот вопрос поднимается уже несколько десятилетий с появлением в 1942 году трех законов робототехники и до сих пор не решен. Возможно, это правильно, поскольку на данном этапе развития робототехники и искусственного интеллекта говорить о разумных и полностью автономных роботах еще рано. Этому есть несколько объяснений.

Исследователи разделяют системы искусственного интеллекта на два класса – сильный (универсальный) ИИ и слабый ИИ. В первом случае это интеллект, который не уступает человеческому интеллекту по уровню развития и способности учиться и даже превосходит его. Слабый ИИ может выполнять лучше только один вид деятельности, присущий человеку. И если технологическое развитие повлияло на развитие мощностей самого слабого ИИ, то скачок в развитии сильного искусственного интеллекта не происходит. Кроме того, до сих пор не решены философские проблемы, такие как: неспособность ИИ испытывать чувства и саморефлексироваться; неспособность к

гибкости и творческому поведению, поскольку интеллектуальные системы всегда соблюдают заложенные правила [1].

Следовательно, на современном этапе развития искусственного интеллекта наблюдается его внедрение в разные сферы деятельности человека. Интеллектуальные системы и технологии искусственного интеллекта эффективно используются в образовании, науке, медицине, банковском и страховом деле для обеспечения безопасности программных средств, кибербезопасности. Есть частные случаи применения искусственного интеллекта в судебной системе. В то же время резкий скачок касается развития слабого искусственного интеллекта, расширения и увеличения его аппаратных и вычислительных мощностей.

Список источников

1. Безлепкин Е.А. Искусственный интеллект: философские основания и перспективы / Е.А. Безлепкин // *Философия науки*. – Новосибирск, 2019. – № 4 (83). – С. 134–146.
2. Информационно-аналитическая справка по результатам мониторинга внедрения решений в сфере искусственного интеллекта в приоритетных отраслях экономики Российской Федерации по итогам 2023 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2023_informacionno-analiticheskaya_spravka_po_rezulytatam_monitoring_a_vnedreniya_resheniy_v_sfere_iskusstvennogo_intellekta_v_prioritetnyh_otraslyah_ekonomiki_rossiyskoy_federacii_po_itogam_2023_goda_ncrii/?ysclid=m2xlvqydn1807982789 (дата обращения 01.11.2024)
3. Бегишев И.Р. «Робот» и «искусственный интеллект»: вопросы разграничения понятий / Бегишев И.Р. // *Юридическое образование и наука*. – Москва, 2021. – № 1. – С. 31–36. – Библиогр.: С. 34–35 (22 назв.)
4. Белый А.Ф. Искусственный интеллект как результат эволюции технологий управления организациями / А.Ф. Белый // *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*. – Москва, 2020. – Т. 17, № 5 (113). – С. 109–115.
5. Бруссард М. Искусственный интеллект. Пределы возможного: пер. с англ. / Меридит Бруссард. – Москва : Альпина нонфикшн, 2020. – 361 с. : ил. – Библиогр.: с. 331–353 и в примеч. – Предм.-имен. указ.: С. 355–361.
6. Duong Van L., Xuan Do C. Detecting Malware based on Analyzing Abnormal behaviors of PE File. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2021. Т. 12, № 3. PP. 461 – 471.
7. Rudolph J., Tan S., Tan S. ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning and Teaching*. 2023. Т. 6, № 1. PP. 1–22.

References

1. Bezlepkin E.A. Artificial intelligence: philosophical foundations and prospects / E.A. Bezlepkin // *Philosophy of Science*. - Novosibirsk, 2019. - № 4 (83). - PP. 134-146.
2. Information and analytical note on the results of monitoring the implementation of solutions in the field of artificial intelligence in priority sectors of the economy of the Russian Federation at the end of 2023 [Electronic resource] - Mode of access: https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2023_informacionno-analiticheskaya_spravka_po_rezulytatam_monitoring_a_vnedreniya_resheniy_v_sfere_iskusstvennogo_intellekta_v_prioritetnyh_otraslyah_ekonomiki_rossiyskoy_federacii_po_itogam_2023_goda_ncrii/?ysclid=m2xlvqydn1807982789 (date of circulation 01.11.2024).
3. Begishev I.R. “Robot” and “artificial intelligence”: issues of differentiation of concepts / Begishev I.R. // *Legal Education and Science*. - Moscow, 2021. - № 1. - PP. 31-36. - Bibliography: PP. 34-35 (22 names).
4. Belyi A.F. Artificial intelligence as a result of the evolution of technologies for managing organizations / A.F. Belyi // *Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics*. - Moscow, 2020. - Т. 17, № 5 (113). - PP. 109-115.
5. Broussard M. Artificial Intelligence. The Limits of Possible : per. from English / Meredith Broussard. - Moscow : Alpina Nonfiction, 2020. - 361 с. : ill. - Bibliography: pp. 331-353 and in note - Subject-name index: PP. 355-361.
6. Duong Van L., Xuan Do C. Detecting Malware based on Analyzing Abnormal behaviors of

PE File. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2021. – Т. 12.– № 3. – Pp. 461 – 471.

7. Rudolph J., Tan S., Tan S. ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments

in higher education? Journal of Applied Learning and Teaching. – 2023. – Т. 6. – № 1. – Pp. 1–22.

Статья поступила в редакцию 28.07.2024

Информация об авторах

Петрущенко Татьяна Владимировна, доцент кафедры компьютерных систем и сетей Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

E-mail: ptvwork@mail.ru

Сычев Евгений Владимирович, старший преподаватель кафедры компьютерных систем и сетей Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

E-mail: sev0958185122@rambler.ru

Information about the authors

Petrushchenko Tatyana Vladimirovna, associate professor of the Department of computer systems and networks Luhansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk.

E-mail: ptvwork@mail.ru

Sychev Evgenij Vladimirovich, senior lecturer of the Department of computer systems and networks, Luhansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk.

E-mail: sev0958185122@rambler.ru

Для цитирования:

Петрущенко Т.В., Сычев Е.В. Современное состояние развития искусственного интеллекта и направления его использования // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8(86). – С. 84-89.

For citations:

Petrushchenko T.V., Sychev E.V. The current state of artificial intelligence development and directions of its use // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8(86). – P. 84-89.

УДК 378

УЧЕНЫЙ – ПОЭТ ВАЛУКОНИС ГЕНРИКАС ЮОЗОВИЧ**Черникова С. А.****SCIENTIST - POET VALUKONIS HENRIKAS YUOZOVICH****Chernikova S. A.**

Аннотация. В статье отражена часть научного пути выдающегося ученого Валукониса Генрикаса Юозовича во время его работы в Стахановском инженерно-педагогическом институте и к 85-ю со дня рождения.

Ключевые слова: ученый-поэт, патент на изобретение, мировоззрение ученого, взгляд в будущее.

Abstract. The article reflects part of the scientific path of the outstanding scientist Valukonis Henrikas Yuozovich during his work at the Stakhanov Engineering and Pedagogical Institute and on his 85th birthday.

Key words: scientist-poet, patent for invention, scientist's worldview, outlook on the future.

*Перед смертельной бездной-
Лучшею из защит
Выставим повсеместно
Разума Вечный Щит!
М. Львов*

Плодовитый ученый, поэт, исследователь работал на кафедре технологии производства и охраны труда с семидесятых годов прошлого века до трагической смерти в 2003 году. Обзор научных исканий через призму личности этого незаурядного человека приводится в этой статье.

Валуконис Г.Ю. родился в Литве в 1939 г. Отец в 1942 расстрелян в застенках гестапо. В 1962 г. окончил Вильнюсский государственный университет. В 1966 г. после окончания аспирантуры при Ленинградском государственном университете защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Тема работы «Вопросы формирования подземных вод в связи с нефтегазоносностью

южной Прибалтики» Ленинград 1966г. Интересы ученого связаны на долгие годы с исследованиями гидрогеологических и геохимических условий формирования подземных вод и нефтегазоносностью залежей.

Как молодого и перспективного ученого, его направляют в Ивано-Франковский институт нефти и газа, где он проработал 12 лет ассистентом, старшим научным сотрудником, доцентом и заведующим кафедрой. Был направлен в Узбекистан в Ташкентский институт инженеров ирригации. Примечательно, что дружеские и научные связи с этими институтами он не терял до последнего времени. Принимал участие в поисках и разведке нефтяных и газовых месторождений в Прибалтике, Прикарпатье, на Волыне, а также на северо-западном шельфе Черного моря. С 1989 г. – профессор горного факультета Украинской инженерно-педагогической Академии, доктор геолого-минералогических наук. На долгие годы жизнь и деятельность Г.

Ю. Валукониса связана с Луганским краем и городом Стаханов.

Автор более 250 научных работ, в том числе 4 монографий, свыше 150 изобретений и патентов на изобретения. ряд учебников.

Ученый щедро делился знаниями со студентами и коллегами.

В памяти остался толерантный, коммуникабельный и добрый в душе профессор, уважаемый человек на факультете и в городе. Кроме научной деятельности, Г. Ю. Валуконис писал превосходные лирические стихи, изредка их печатал, но больше дарил друзьям. В последние годы его чрезвычайно волновала проблема Чернобыля, экологическая ситуация в Донбассе, сложившаяся вследствие закрытия шахт, проблемы, связанные с исчезновением Аральского моря. Именно с целью объединить усилия ученых для решения экологических проблем на всем постсоветском пространстве он стал инициатором создания Международной академии биосферных наук (МАБИН). Это в основном его детище. Бескомпромиссный, порядочный, эрудированный ученый, замечательный преподаватель, умеющий увлекать и заставить гореть глаза студентов.

Обзор работ в данной статье показывает широту интересов Генрикаса Юозовича – ученого, поэта и общественника.

Патенты

1. Способ контроля за обводнением нефтяных скважин

Известные способы контроля за обводнением нефтяных скважин недостаточно удобны как при практическом использовании ввиду громоздкости применяемой аппаратуры, сложности химического анализа и необходимости предварительной подготовки проб нефти.

Предлагаемый автором способ отличается от известных тем, что определяют радиоактивность отобранной пробы нефти и по ее повышению судят о приближении пластовой воды к скважине, что позволяет повысить

эффективность контроля за обводнением нефтяных скважин.

Способ осуществляется следующим: в начальный период, когда пласт нефти еще не обводнен, радиоактивность проб нефти понижена. Когда к забою скважины начинает приближаться пластовая вода, радиоактивность проб нефти повышается. Это явление объясняется повышенным содержанием радиоактивных элементов в приконтурных частях контурных вод нефтяных месторождений.

2. Способ борьбы с образованием сероводорода при заводнении нефтяных пластов

Изобретение относится к эксплуатации залежей нефти и газа и может быть использовано в нефтегазовой промышленности.

Известен способ борьбы с образованием сероводорода при заводнении нефтяных пластов, заключающийся в том, что в пласт периодически закачивают сточные воды хлоркальциевого типа с минерализацией не менее 400 г/л и температурой не менее 50°C. Воды такого состава и температуры подавляют развитие сульфатвосстанавливающих бактерий.

Данный способ неудобен тем, что в поднимаемых сточных водах содержится значительное количество сульфатов, что в ряде случаев не исключает возможности подтекания процессов сульфид-реакции и особенно при повышении температуры воды в пласте и, следовательно, образования сероводорода.

Предлагаемый способ отличается от известного тем, что в закачиваемую в пласт воду вводят хлористый натрий. Это позволяет подавить рост сульфатвосстанавливающих бактерий, способствуя образованию сероводорода.

Хлористый натрий высвобождает сульфаты и подавляет развитие бактерий.

3. Геохимический способ поисков месторождений нефти и газа

Известен геохимический способ поисков месторождений нефти и газа, основанный на

выявлении повышенных концентраций углекислого газа и пониженных концентраций кислорода.

Однако в ряде случаев такие концентрации углекислого газа и кислорода возникают не обязательно в связи с присутствием на глубине залежей нефти и газа.

Для повышения эффективности поиска месторождений нефти и газа по предлагаемому способу изучают из проб грунтовых вод, почв и керн из неглубоких скважин изотопный состав углерода свободного, водорастворенного и адсорбированного породой углекислого газа, а также изотопный состав углерода и кислорода карбонатов кальция и железа.

Установлено, что изотопное соотношение углерода углекислого газа над продуктивными и непродуктивными структурами резко различно, определенный показатель изменения изотопного состава кальция и железа.

Изотопный состав углерода и кислорода в магните и сидерите в случае их образования под воздействием нефти и углеводородов близок к составу в нефти и углеводородных газах нефтяного типа.

В случае отсутствия в недрах нефтегазовых скоплений изотопное отношение O_{18}/O_{16} понижается до 48.8, и изотопное отношение C_{12}/C_{13} – до 98.0. Основным достоинством предлагаемого способа является то, что включение в технологический процесс после описанных выше изотопных определений резко повышает эффективность геохимических исследований.

4. Способ установления пространственного положения нефтяной залежи

Изобретение относится к нефтегазовой геологии и геохимии и может быть использовано при поисках залежей нефти.

Известен способ поисков нефти, основанный на определении в подземных водах концентраций различных компонентов, в том числе бензола и его гомологов. Однако известный способ недостаточно эффективен при определении расстояния между

поисковыми скважинами, давшими приток воды, и нефтяной залежью.

Цель изобретения – повышение точности установления нахождения нефтяной залежи по отношению к двум и более пробуренным скважинам.

Это достигается тем, что в пластовых водах разведано определение концентраций бензола, метилбензола, толуола и ксилолов (мета-,орто-,пара-).

По величине градиентов их концентраций и по значению отношений концентраций толуола и бензола, ксилола и бензола судят о пространственном положении нефтяной залежи.

В большинстве нефтей соотношение бензола и его гомологов выражается рядом: толуол > ксилолы > бензол (упрощенно). В подземных водах зон, что сопутствуют залежам, отношение бензол > толуол > ксилолы изменяется. В соответствии с этими данными о соотношении в залежи нефтяных газов и компонентов бензол/толуол и ксилол/бензол можно определить, насколько близко к залежи пробурена скважина и куда направлен её относительный путь к залежи по сравнению с другими скважинами (особенно по бензолу и ксилолу).

5. Способ укрепления грунта

Изобретение относится к способам химического укрепления несвязанных грунтов (в основном мелко- и среднезернистых песков) и может быть использовано в основном при проведении мелиоративных работ.

Известны способы укрепления грунтов водными растворами солей, однако грунты, обработанные этими способами, недостаточно прочны и водонепроницаемы.

Цель изобретения – повышение прочности и уменьшение водопроницаемости грунта.

Это достигается тем, что грунт попеременно обрабатывают несовместимыми природными растворами. Например, сначала грунт обрабатывают гидрокарбонатом натрия раствором, а затем хлоркальциевым или гидрокарбонатом натрия и

хлор-магниевым растворами, или сульфатно-натриевыми и хлор-кальциевыми растворами.

Выпадающие в осадок труднорастворимые соли укрепляют несвязанные грунты и понижают их водопроницаемость.

Технология производства работ состоит в попеременной закачке указанных растворов совместных природных вод в одну и ту же скважину, пробуренную в закрепляемом грунте. Если требуется увеличить прочность укрепляемого слоя, например, при закреплении грунтов как каналы, мосты, можно ввести периодически схему подачи в закрепленный грунт как гидрокарбонато-натриевого, так и хлор-кальциевого раствора.

6. Способ поисков залежей газа

Способ относится к гидродинамическим методам исследования скважин и может быть использован при поиске и оконтуривании газовых и газоконденсатных месторождений и залежей.

В настоящее время значительное количество месторождений и залежей нефти и газа открывается не на первой или второй, а на третьей или даже четвертой поисковой скважине. В связи с этим возникает вопрос: где заложить следующую скважину, чтобы она попала в контур нефтеносности или газоносности? Особенно сложно ответить на этот вопрос в случае ловушек неантиклинального типа.

Известен способ определения залежей углеводородов, в котором в качестве критериев нефтеносности используются содержание метана, газонасыщенность пластовых вод, сумма тяжелых углеводородов и их соотношения. Однако недостатком этого способа является низкая информативность указанных показателей при поиске газовых залежей.

Также известен способ определения пространственного положения скоплений нефтяных углеводородов, при котором в подземных водах определяют содержание бензола и его гомологов, а также их соотношение. Для многих нефтяных

месторождений установлено, что при приближении к залежам нефти отношение толуола (бензола и ксилолов) к бензолу увеличивается в 7,5–25,0 раза, градиенты концентраций бензола и этилбензола составляют 3,2–106,6, а толуола и ксилолов — 31,5–46,5. Зная содержание ароматических углеводородов в пластовых водах, можно определить расстояние до залежей, даже если скважина пробурена в законтурной части предполагаемого месторождения.

Однако недостатком этого способа является его непригодность для поиска газовых залежей, так как контурные воды практически не содержат ароматических углеводородов.

Целью изобретения является повышение надежности поиска и определение пространственного положения залежей.

Эта цель достигается тем, что периодически определяют пьезометрические уровни одновременно во всех наблюдательных скважинах.

7. Способ определения скорости и направления движения подземных вод

Изобретение относится к области динамики подземных вод и может применяться в гидрогеологии, инженерной геологии, гидромелиорации и смежных дисциплинах преимущественно для изучения грунтовых и других неглубоких подземных вод.

Известен способ определения направления и скорости движения подземных вод, который основывается на бурении трёх скважин, расположенных по углам треугольника, и одной центральной скважины. В центральную скважину вводят индикаторное вещество, а затем наблюдают за изменением его концентрации в остальных скважинах. Направление движения подземных вод определяют по картам гидроизопьез и гидроизогипс, где поток в любой точке направлен перпендикулярно этим изолиниям. Скорость движения воды измеряют с использованием различных методов, таких как химический, электрометрический или изотопный. Изотопные методы считаются

наиболее прогрессивными благодаря их высокой точности и экономичности.

Однако использование индикаторных веществ, особенно радиоактивных, приводит к загрязнению природной среды. Это недопустимо для грунтовых и напорных вод, используемых для питьевого водоснабжения. Кроме того, такие методы требуют сложной аппаратуры и соблюдения мер радиационной безопасности.

Целью изобретения является устранение необходимости ввода загрязняющих веществ и получение дополнительных данных о тепловых характеристиках водоносного горизонта.

Для достижения этой цели в пусковую скважину помещают термоэлемент, измеряют температуру пластовой воды, а в наблюдательных скважинах регистрируют изменения температуры. По характеру теплового поля в пространстве и времени определяют гидродинамические параметры потоков и тепловые характеристики горизонта. Для повышения точности измерений термоэлемент включают и выключают периодически, создавая термограммы синусоидального типа. Различие фаз термограмм между скважинами позволяет рассчитать параметры движения воды с высокой точностью.

Основой метода является высокая удельная теплоёмкость и теплопроводность воды по сравнению с породами. Лабораторные испытания показали, что измеренная скорость фильтрации совпадала с результатами прямых гидравлических методов до второго знака после запятой. Метод также эффективен в глинистых пластах, где индикаторные методы часто не работают из-за сорбции веществ.

Преимущество предлагаемого способа в его экологичности, простоте реализации и возможности получения дополнительных данных о параметрах пласта.

8. Способ поисков калийных солей

Изобретение относится к литологии и геохимии соляных месторождений и может

применяться в геологоразведке и горнодобывающей промышленности.

Известен способ поиска месторождений калийных солей, который заключается в бурении скважин, их опробовании, определении распространения соляных формаций и выявлении в них пластов калийных пород, минералов калийных солей или зон с повышенной концентрацией калия. В качестве критерия для поиска калийных и магниевых солей в отложениях каменной соли также используется анализ солевого состава рассолов. Этот метод основан на связи подземных рассолов с водами древних солеродных бассейнов.

Также известные способы поиска калийных солей, при котором отбираются пробы пород, определяется содержание брома и хлора, а по их соотношению оценивается потенциальная калийность разреза.

Однако данный метод имеет ограничения. Бром и хлор являются подвижными геохимическими элементами, их содержание может значительно изменяться в ходе геологического времени, особенно в условиях гипергенеза и процессов замещения в соляных пластах. Это может исказить данные о первичной калийности разреза.

Целью изобретения является повышение точности метода поиска калийных солей, что достигается путем анализа гематитовых прослоев в разрезах. По их количеству и пространственному расположению делаются выводы о вариациях в положении калийных пластов. Эти данные позволяют также судить о цикличности соленакопления и размерах бассейнов, в которых происходила концентрация калийных солей.

Гематитовые прослои представляют собой устойчивые и долго сохраняющиеся остатки разрушенных под воздействием подземных растворов калийных (сильвинитовых и карналлитовых) пластов. Это делает их надежным индикатором некогда существовавших калийных залежей. Концентрация гематита в прослоях невелика (0,1–0,2 %), но благодаря яркому кирпично-

красному цвету они хорошо выделяются на фоне серо-соленоватых пород даже визуально. Их мощность варьируется от долей сантиметра до десятков сантиметров. Часто наблюдается полосчатая текстура. Минеральный состав включает глинистые минералы, гипс (ангидрит), карбонаты, часть которых наследует особенности разрушаемых пород, а другая формируется в процессе гипергенеза.

Формирование гематитовых прослоев отражает особенности разрушения и преобразования калийных пластов. Экспериментальные исследования диффузионного переноса доказали образование гематита в этих процессах.

Гематитовые прослои занимают определённое положение относительно исходных калийных пластов, смещаясь под действием разрушения. Расчёт изменения угла падения позволяет определить пространственное положение калийных пластов в разрезе, а также оценить мощность выветренной части месторождения.

Практическое значение метода следующее; по линейным зависимостям определяются мощность выветренных калийных пород, цикличность соленакпления и размеры бассейнов, связанных с отложением калийных солей.

Гематитовые прослои выступают как вещественные признаки существования калийных пластов в областях разрушения.

Метод особенно полезен в регионах, где гематитовые прослои чётко выражены и коррелируют с калийными горизонтами. Их присутствие свидетельствует о потенциальной калийности разреза и может стать важным критерием для геологоразведочных работ.

9. Способ геотерморазведки

Изобретение относится к области геофизической разведки и направлено на поиск скрытых рудных и битумных тел, пересекающих водоносные горизонты. Этот способ основан на создании и анализе искусственного теплового поля, что позволяет

выявлять полезные ископаемые с минимизацией объёма разведочного бурения.

В предполагаемых зонах распространения полезных ископаемых бурятся профили скважин, перпендикулярные к направлению движения подземных вод. Разведочные работы выполняются в два этапа:

Создание теплового поля. В пусковые скважины, расположенные выше по потоку, помещают термоэлементы одинаковой мощности для нагрева подземных вод.

Измерение теплового потока. В наблюдательных скважинах, расположенных ниже по потоку, измеряется температура воды.

Интерпретация результатов:

Наличие рудных тел вызывает потерю тепла, что приводит к смещению термограммы вниз.

Наличие битумных тел вызывает противоположное явление, так как битумы характеризуются низкой теплопроводностью.

Особенности метода;

Теплопроводность как критерий:

Рудные минералы имеют значительно большую теплопроводность по сравнению с водой и породами (в десятки раз).

Битумные тела, напротив, характеризуются пониженной теплопроводностью, что облегчает их идентификацию.

Гибкость технологии:

Для получения дополнительных данных включение и выключение термоэлементов осуществляется как одновременно, так и с задержками во времени.

Вместо термоэлементов возможно использование закачки термальных вод в пусковые скважины.

Преимущества изобретения;

Точность. Исключение экзогенных факторов (выветривание, солнечное излучение и т. д.) благодаря созданию контролируемого теплового поля.

Универсальность. Подходит для поиска как рудных, так и углеводородных залежей.

Экономичность. Сокращается количество глубоких скважин, что снижает затраты.

Расширение возможностей разведки. Метод дополняет классические геотермические исследования, позволяя искать скрытые (слепые) объекты.

Способ основан на создании теплового поля в пусковых скважинах, измерении температуры в наблюдательных скважинах и анализе деформации теплового потока для оценки наличия рудных или битумных тел.

Включение и выключение термоэлементов производится периодически и может быть как синхронным, так и асинхронным.

Метод позволяет эффективно находить скрытые рудные и углеводородные залежи, пересекающие водоносные горизонты, что делает его ценным инструментом геофизической разведки.

10. Способ рассоления почв

Изобретение относится к области геофизической разведки и направлено на поиск скрытых рудных и битумных тел, пересекающих водоносные горизонты. Этот способ основан на создании и анализе искусственного теплового поля, что позволяет выявлять полезные ископаемые с минимизацией объёма разведочного бурения.

В предполагаемых зонах распространения полезных ископаемых бурятся профили скважин, перпендикулярные к направлению движения подземных вод. Разведочные работы выполняются в два этапа:

Создание теплового поля. В пусковые скважины, расположенные выше по потоку, помещают термоэлементы одинаковой мощности для нагрева подземных вод.

Измерение теплового потока. В наблюдательных скважинах, расположенных ниже по потоку, измеряется температура воды.

Интерпретация результатов:

Наличие рудных тел вызывает потерю тепла, что приводит к смещению термограммы вниз.

Наличие битумных тел вызывает противоположное явление, так как битумы характеризуются низкой теплопроводностью.

Особенности метода

Теплопроводность как критерий:

Рудные минералы имеют значительно большую теплопроводность по сравнению с водой и породами (в десятки раз).

Битумные тела, напротив, характеризуются пониженной теплопроводностью, что облегчает их идентификацию.

Гибкость технологии:

Для получения дополнительных данных включение и выключение термоэлементов осуществляется как одновременно, так и с задержками во времени.

Вместо термоэлементов возможно использование закачки термальных вод в пусковые скважины.

Преимущества изобретения;

Точность. Исключение экзогенных факторов (выветривание, солнечное излучение и т. д.) благодаря созданию контролируемого теплового поля.

Универсальность. Подходит для поиска как рудных, так и углеводородных залежей.

Экономичность. Сокращается количество глубоких скважин, что снижает затраты.

Расширение возможностей разведки. Метод дополняет классические геотермические исследования, позволяя искать скрытые (слепые) объекты.

Способ основан на создании теплового поля в пусковых скважинах, измерении температуры в наблюдательных скважинах и анализе деформации теплового потока для оценки наличия рудных или битумных тел.

Включение и выключение термоэлементов производится периодически и может быть как синхронным, так и асинхронным.

Метод позволяет эффективно находить скрытые рудные и углеводородные залежи, пересекающие водоносные горизонты, что делает его ценным инструментом геофизической разведки.

11. Способ отвода вод из подземных выработок

Изобретение относится к понижению уровня грунтовых вод в котлованах под фундаменты зданий и сооружений, в частности

к отводу воды из подземных выработок, преимущественно из шахт, путем сброса вод в водопоглощающие горизонты.

Известен способ осушения подземных выработок, включающий проходку дренажных выработок, сбор в них грунтовых вод, подъем последних на поверхность с помощью насосных установок и сброс вод в водопоглощающие горизонты.

Недостатком данного способа является трудоемкость и длительность процесса и высокая стоимость работ, при этом не исключается возможность засоления верхних слоев грунта, что делает способ малоэффективным.

Наиболее близким к предлагаемому является способ отвода грунтовых вод, включающий бурение скважин и отвод через них воды в водоплавающий горизонт.

Недостаток данного способа заключается в том, что отвод воды в водоплавающий горизонт осуществляется гравитационно и без определения совместимости смешиваемых вод, что снижает эффективность водоотвода и приводит к образованию водонерастворимых осадков, нарушающих экологическое равновесие.

Цель изобретения – повышение эффективности и сохранение экологического равновесия.

Указанная цель достигается тем, что в способе, включающем бурение скважин и отвод через них воды в водопологающий горизонт, после бурения скважин осуществляют определение совместимости водородного показателя отводимой воды и воды водопоглощающего горизонта, а отвод воды ведут перекачиванием до повышения величины давления ее в водопоглощающем горизонте, превышающий в 2,2 – 2,3 раза первоначальную.

Сущность способа заключается в том, что горные породы способны поглощать воду при ее давлении воды в горизонте, при этом эффективность водоотвода повышается также и за счет отвода воды только в горизонты.

Имеющие близкий водородный показатель к показателю отводимой воды.

Исключение вероятности образования осадков в виде сульфатов и карбонатов, приводящих к кольматации трещин пород и нарушению экологического равновесия, связано с поддержанием динамики вод.

Ограничение повышения давления воды в водопоглощающем пласте обусловлено необходимостью исключения гидроразрыва не только водопоглощающего горизонта, но и водоупорного пласта.

Технология реализации способа в следующей последовательности;

На участке работ, содержащем угольные пласты и расположенные между ними водоприемные горизонты, проходит шахтный ствол с основными выработками. В этих выработках обустроены верхние водосборники и нижний водосборник. Вода из верхних водосборников с помощью насосных установок поднимается на поверхность по напорному трубопроводу и сливается в нижнюю часть ствола.

Затем бурятся нагнетательные скважины с перфорированными участками, размещёнными в водоприемных горизонтах. Эти скважины соединяются трубопроводом через насосную установку с водосборниками.

После этого отбираются пробы воды из каждого водоприемного горизонта для определения значения водородного показателя. В лабораторных условиях исследуется его совместимость с водой соответствующего горизонта. Если выявляется риск выпадения кольматирующего осадка из-за несовместимости, в откачиваемую воду добавляют вещества, например, раствор хлористого натрия, предотвращающие осадкообразование. Затем вода под давлением нагнетается обратно в водоприемные горизонты.

Нагнетание воды проводится до повышения давления в водоприемном горизонте, не превышающего его первоначальное значение более чем в 2,2–2,3 раза.

Применение данного способа позволяет сократить энергозатраты на водоотлив на 10–20% и сохранить экологическое равновесие в соответствии с требованиями охраны окружающей среды.

Такой способ отвода воды из подземных выработок, преимущественно шахт, включает бурение скважин и отвод воды через них в водопоглощающий горизонт. При этом для повышения эффективности и сохранения экологического равновесия дополнительно определяют совместимость водородного показателя отводимой воды и воды водопоглощающего горизонта. Отвод воды производится перекачиванием с повышением давления в водопоглощающем горизонте до величины, превышающей начальное значение в 2,2–2,3 раза.

Перечислим еще ряд патентов профессора, разумеется, список неполный!

1. Устройство для нанесения бетонной смеси на стенки вертикальных горных выработок.

2. Способ определения генезиса рудных месторождений.

3. Способ определения форм концентрации германия.

4. Способ укрепления грунта.

5. Геохимический способ исследования пород.

6. Способ изоляции пластовых вод в нефтяной скважине.

7. Устройство для бурения скважин.

8. Способ определения генезиса битумоидов.

9. Способ поисков залежей нефти и газа.

10. Способ поисков калийных солей.

11. Устройство для регулирования дренажного стока.

12. Способ отвода вод из подземных выработок.

13. Геохимический способ исследования подземных вод

.... И так далее....

Валуконис Г.Ю. в соавторстве с другими учеными написал ряд книг и монографий.

Валуконис Г.Ю., Ходьков А.Е. Геологические закономерности движения подземных вод, нефтей и газов Издательство Ленинградского Государственного университета им. А.А. Жданова, Ленинград, 1973 г.

В книге рассмотрены актуальные вопросы динамики подземных вод нефтей и газов в осадочной оболочке, изложены теоретические основы и методы гидрогеологических расчетов, используемые при региональных гидродинамических исследованиях, проанализированы факты и концепции, касающиеся различных видов и форм движения подземных вод. Большое внимание уделено закономерностям движения флюидов (вода, нефть, газ) в уплотняющихся осадочных толщах, формированию нормальных и аномальных пластовых вод, эволюции гидродинамических систем и их типизации, гидродинамической зональности, взаимообусловленности гидродинамических и геохимических процессов. Значительное место отведено вопросам использования гидродинамических данных при поисках и разведке полезных ископаемых.

В книге обобщены существующие представления об участии подземных вод в формировании и разрушении залежей солей, рудных полезных ископаемых, нефти и газа. Большое внимание уделено выявлению закономерностей природного растворобразования в различных геосферах и геохимических обстановках. Показана связь процессов формирования подземных вод с литогенезом. Значительное место отведено вопросам переноса элементов и соединений в водных растворах, зависимости форм миграции от структуры воды, её состава и термодинамических условий. Предложены новые приемы использования количественных методов и ЭВМ при поисках месторождений полезных ископаемых по комплексу гидрогеологических показателей.

Мурадов Ш.О., Валуконис Г.Ю., Хамитов И., Мурадов Н.О. «Рекомендации по рациональному использованию водных

ресурсов бассейна р. Кашкадарья» Карши, 1988 г.

Работа выполнена в рамках Договора о научно-техническом сотрудничестве между АН СССР и Каршинским филиалом ТИИМСХ. В книге изложены анализы поверхностных и подземных вод, бассейнов, даны рекомендации по повышению эффективности использования водных ресурсов и улучшению водно-мелиоративных условий орошаемых земель.

Валуконис Г.Ю., Мурадов Ш.О., Ёров У.Б. Газовые гидраты и газогидратные технологии, г. Карши, 2000 г.

В книге раскрывается актуальная проблема – газовые гидраты и развитие газогидратных технологий. Изложена современная теория образования газовых гидратов, раскрыта их геологическая и экологическая роль, показана возможность ее использования в промышленных технологиях.

Генрикас Юозович-поэт.

Эссе «Кусочек Пермского моря»

У меня имеется гигантский кристалл каменной соли (в народе именуемой поваренной) из шахт Артемовска на Донбассе. Этот кристалл объемом почти кубический дециметр напоминает полупрозрачное стекло. В химическом отношении он достаточно чист, чтобы без песчаного скрежета в зубах солить суп или шашлык. Но этот кристалл удивителен еще и по-другому. Он удивителен потому, что содержит кусочек моря, а точнее бывшего моря – того, что существовало десятки и миллионы лет назад. Сегодня это море называется Пермским. А само название Пермское произошло от того, что в прошлом веке знаменитый английский геолог сэр Ричард Мурчисон, изучая горные породы России, вдруг не обнаружил разновозрастных геологических тел, которые были известны в старой доброй Англии. Целая неизвестная ранее эпоха открылась сэру Мурчисону и он назвал ее в честь российского города Пермь «Пермский период», где он вел изыскания. В этот геологический период и образовался наш кристалл, после того, как была сформирована

каменноугольная толща Донбасса – сто миллионов лет назад!

Место встречи

...Мой лес неведомый, волшебный,
Скорбя, тоскуя и любя,
Взрастил я на скале и щебне,
Придумал сад я для тебя.
Мой лес для пониманья труден –
Тропинки в чащу не ведут,
Мой сад – не сад.
И все же будет
С тобою встреча в том саду...

Список источников

1. А.В.Шевчук Экономика природопользования (теория и практика). – М.: НИИ-Природа, 1999. – 308 с.
2. Г.Ю. Валуконис, Д.В. Алейников и др. О некоторых проектах подземной газификации угольных пластов Донбасса: Экология и энергетика. Луганск: 2001 – 164 с.
3. Валуконис Г.Ю., Ходьков А.Е. Геологические закономерности движения подземных вод, нефтей и газов Издательство Ленинградского Государственного ордена Ленина Университета им. А.А.Жданова, Ленинград, 1973 г.
4. Мурадов Ш.О., Валуконис Г.Ю., Хамитов И, Мурадов Н.О. «Рекомендации по рациональному использованию водных ресурсов бассейна р. Кашкадарья» Карши, 1988 г.
5. Валуконис Г.Ю., Мурадов Ш.О., Ёров У.Б. Газовые гидраты и газогидратные технологии, г. Карши, 2000.г.

References

1. A.V. Shevchuk Economics of Nature Management (Theory and Practice). – M.: NIA-Priroda, 1999. – 308 p.
2. G.Yu. Valukonis, D.V. Aleinikov et al. On Some Projects of Underground Coal Seam Gasification in Donbass: Ecology and Energy. Lugansk: 2001 – 164 p.
3. Valukonis G.Yu., Khodkov A.E. Geological Patterns of Groundwater, Oil and Gas Movement Publishing House of the Leningrad State Order of Lenin University named after A.A. Zhdanov, Leningrad, 1973.

4. Muradov Sh.O., Valukonis G.Yu., Khamitov I, Muradov N.O. "Recommendations for the Rational Use of Water Resources in the River Basin. Kashkadarya" Karshi, 1988.

Информация об авторе

Черникова Софья Александровна, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технологии производства и охраны труда Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) Луганского государственного университета имени Владимира Даля, г. Луганск.г. Стаханов.
E-mail: chernikova 1949@internet.ru

5. Valukonis G.Yu., Muradov S.O., Yorov U.B. Gas hydrates and gas hydrate technologies, Karshi, 2000.

Статья поступила в редакцию 15.07.2024

Information about the author

Chernikova Sofya Aleksandrovna, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of "Production Technologies and Labor Safety" of the Stakhanov Engineering Pedagogical Institute (branch) of the Lugansk State University named after Vladimir Dahl, Stakhanov.
E-mail: chernikova.1949@internet.ru

Для цитирования:

Черникова С. А. Ученый – поэт Валуконис Генрикас Юозович // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8(86). – С. 90-100.

For citations:

Chernikova S. A. Scientist - poet Valukonis Henrikas Yuozovich // Vestnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8(86). – P. 90-100.

УДК 622.28 (035)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМ ПОТЕНЦИАЛЕ СТРАНЫ

Черникова С. А., Черникова Е. А.

PROSPECTS OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION IN THE NATURAL RESOURCE POTENTIAL OF THE COUNTRY

Chernikova S. A., Chernikova E. A.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения рационального, эффективного и неистощительного использования природно-ресурсного потенциала страны в условиях осуществления второго этапа рыночных реформ. Описана экологически чистая угольная технология подземной газификации угля (ПГУ).

Ключевые слова: энергоноситель; уголь; подземная газификация; себестоимость; ресурсы ПГУ.

Abstract. The article examines the issues of ensuring rational, efficient and sustainable use of the country's natural resource potential in the context of the second stage of market reforms. An environmentally friendly coal technology of underground coal gasification (UCG) is described.

Key words: energy carrier; coal; underground gasification; cost price; CCGT resources.

Введение. Эффективное использование природных ресурсов с их сбалансированным воспроизводством и охраной может оказать важнейшее влияние на решение задач выхода России из экономического кризиса и обеспечения перехода к устойчивому развитию. Однако природные ресурсы России используются с низкой эффективностью.

В условиях промышленного спада, сокращения добычи и использования природных ресурсов удельные показатели потребления природных ресурсов и загрязнения окружающей среды продолжают расти. Ослабление внимания к природно-ресурсному фактору, контрольным и регулирующим функциям государства в сфере природопользования приводят к интенсивной, не компенсирующейся воспроизводством отработке лучшей части природных ресурсов, нанося непоправимый ущерб будущим поколениям, нарушая основы жизни и деятельности народов,

проживающих на соответствующих территориях [1].

Долгосрочной программой развития угольной промышленности России на период до 2030 года в области рационального использования топливно-энергетических ресурсов до 2030 года предусмотрено: увеличение доли балансовых запасов углей, экономически эффективных для извлечения в соответствии с мировыми стандартами, – 55–58% до 2015 года, 60–65% до 2022 года).

Общепринято выделять в истории технического прогресса смену энергоносителей. Для первого технологического уклада базовым энергоносителем являлась энергия воды, ветра и биомассы, для второго и третьего – уголь, для четвертого – нефть и газ, для пятого технологического уклада – возобновляемые источники энергии, то есть энергоносители, соответствующие первому технологическому укладу, но на другом витке спирали, с

использованием современных инновационных технологий. Это подразумевает более широкое использование возобновляемых источников энергии и применение современных эффективных технологий генерации электрической и тепловой энергии.

Замещение газа углем возможно только на основе экологически чистой угольной технологии. К такой технологии можно отнести подземную газификацию угля (ПГУ).

Ликвидация угольных шахт влечет за собой ряд экологических негативных последствий, а также законсервированием значительного количества разведанных запасов ископаемых углей. Доработка их после закрытия шахт и погашения стволов возможна только путем подземной газификации.

Подземная газификация угля (ПГУ), с одной стороны предотвращает экологические ущербы

на стадиях добычи, хранения и транспорта угля, и с другой стороны, резко уменьшает выбросы на стадии сжигания газа при ПГУ.

При этом необходимым условием промышленного применения ПГУ является повышение управляемости и стабильности технологического процесса, а также возможность получения из газа ПГУ синтетических углеводородов. По данным газоперегонной лаборатории Всесоюзного теплотехнического института (ВТИ) состав первичного горючего газа CO , H_2 , CH_4 составляла 7,45%, а негорючих 25,3%. Характеристика первичных газов приведена в [1, 5].

Экономическая эффективность ПГУ показана сравнительно дешевой электроэнергией, табл. 1 [12].

Таблица 1

Себестоимость распространенных способов получения электроэнергии

№ п/п	Способ получения электроэнергии	Себестоимость руб./кВт	Затраты \$/кВт
1.	ТЭС на газе	3,3 руб./кВт	450-550 \$/кВт
2.	ТЭС на угле	2,8 руб./кВт	100-1200 \$/кВт
3.	Атомная энергия	3-5 руб./кВт	1650 \$/кВт
4.	Солнечная энергия	12,4 руб./кВт	3000 \$/кВт
5.	Гидроэнергия	3,1-3,9 руб./кВт	5000 \$/кВт



Рис.1. Схема, отражающая развитие ПГУ в XX в. (по Е.В. Крейнину)

Реализация проектов комплексных предприятий «ПГУ – ТЭС» будет эффективно способствовать созданию экономически эффективных и экологически чистых угольных технологий в топливной электроэнергетике нашего региона.

Подземная газификация угля (ПГУ) – это способ разработки угольных месторождений, основанный на превращении угля в горючий газ в недрах на месте залегания. Схема развития ПГУ в XX в. (по Е.В. Крейнину) показана на рис. 1.

При осуществлении ПГУ на воздушном дутье наилучшим вариантом является опыт совместного предприятия «ПГУ-ТЭС».

Рассмотрим опыт эксплуатации подземной газификации угля на примере “Подземгаза” станции Лисичанской, который был описан в работе ряда ученых по задачам экологии и энергетики Донбасса [2] и отражен в работе [10].

Опыт эксплуатации Лисичанской станции “Подземгаза”

Идея о возможной подземной газификации углей, впервые была высказана Д.И. Менделеевым в 1888 г. Он разработал технологические основы решения этой проблемы, сформулировал общее техническое решение проблемы подземной газификации углей (ПГУ): «Пробурив к пласту несколько отверстий, одно из них должно назначить для введения – даже вдувания – воздуха, другое – для выхода – даже вытягивания (например, инжектором) – горючих газов, которые затем легко уже провести даже на далекие расстояния к печам» [3].

Ученому так и не удалось по ряду обстоятельств свои идеи воплотить на практике. Также и английский химик В. Рамсей, который в 1912 г. разработал проект станции подземной газификации угля, однако реализовать его не удалось по техническим причинам.

В СССР опытные работы по подземной газификации углей были начаты в 1931 году, а в 1933 году создан трест «Подземгаз»,

возглавлявший работу опытных станций. К 1938 году проблема была решена в промышленном масштабе. Сначала было предложено проводить ПГУ в горизонтальном канале при подготовке газогенератора шахтным способом, а затем были разработаны системы ПГУ, основанные на бесшахтном методе. При ПГУ с поверхности земли к угольному пласту бурят скважины, отстоящие друг от друга на расстоянии 25 - 30 м. Затем забои этих скважин соединяют по угольному пласту каналом газификации [5].

Лисичанская станция «Подземгаз» заложена в 1932 г. В 1932-1935 гг. она работала в опытном режиме, а впоследствии – как промышленное предприятие. До 1957 года станция использовала горные выработки шахты «Екатерина» п.о. «Лисичанскуголь». Затем они были заменены буровыми скважинами, что оказалось и дешевле, и производительнее.

Станция имела свой горный отвод – длиной по простиранию 2 км. Нижняя техническая граница была принята на отметке – 250 м. Газификации подверглись четыре пласта Каменской и Алмазной свит среднего карбона (k_8 l_4 l_6 и l_8) мощностью от 0,8 до 1,8 м и углами падения 20-40°.

Станция закрыта в 1966 году формально по причине проникновения продуктов горения в действующие горные выработки шахты им. Мельникова, а фактически в связи с поступлением в Украину относительно дешевого ставропольского природного газа.

Применявшаяся технология на Лисичанской станции «Подземгаза».

Технология заключалась в следующем. Бурились две встречные скважины – вертикальная скважина (диаметром 170 мм) и наклонная по пласту угля (такого же диаметра). Для их сбойки осуществлялся гидроразрыв пласта цементировочным агрегатом с давлением до 30 МПа. Затем на стыке скважин создавался огневой забой. Схема технологии подземной газификации угля приведена на рис. 1.

Для розжига пласта по вертикальной скважине подавалось дутье (воздух) под

давлением 0,4-0,5 МПа (от компрессора). Предварительно воздух подогревался от раскаленного кокса (при температуре 700-

800°С). Подогрев осуществлялся до тех пор, пока не был достигнут устойчивый розжиг.

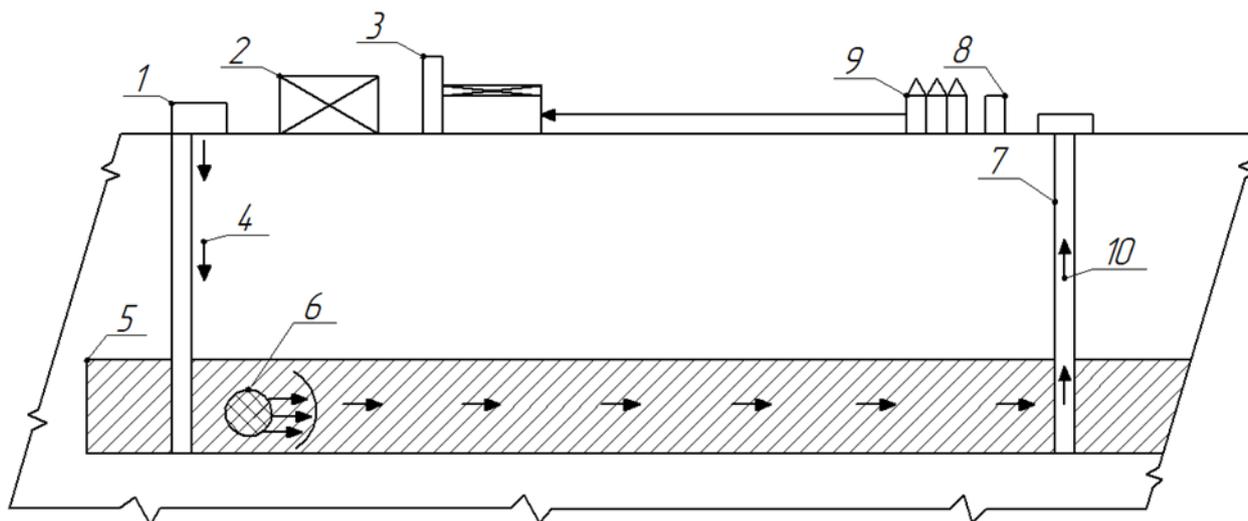


Рис. 2. Схема технологии подземной газификации угля

1 – Шахта для подачи горячего воздуха; 2 – Компрессорная; 3 – ТЭС; 4 – Струя воздуха под давлением; 5 – Площадь выжигаемого пласта; 6 – Огненный забой; 7 – Шахта для выхода горячего газа; 8 – Газгольдер; 9 – Скрубберы; 10 – Струя горячего газа

По мере выгазовывания угольного пласта огневой забой перемещается вверх по восстанию от горизонта первоначального канала газификации. Удаление воды из подземного газогенератора осуществляется через водоотливные скважины. Характерным для рассмотренной схемы газификации является постепенное удаление огневого забоя (зон газификации) от горизонта подвода дутья. При этом зоны газификации располагаются не только по простиранию угольного пласта, но и по его восстанию в наклонных газоотводящих буровых каналах. Одним из условий равномерного выгазовывания угольного пласта по его простиранию является размеренное нагнетание дутья во все дутьевые скважины и отвод газа через все газоотводящие. Важно, чтобы по простиранию угольного пласта не было перетоков дутья и газа, приводящих к «дожиганию» последнего. На стадии добычи топлива технология ПГУ позволяет исключить образование отходов горной породы, отчуждение земель под отвалы, предотвратить выбросы в атмосферу угольной пыли, улучшить качество сточных вод, уменьшить сброс взвешенных веществ в гидросферу.

Негативные экологические последствия при ПГУ:

– химическое и тепловое загрязнение подземных вод;

– загрязнение атмосферы участка подземного газогенератора продуктами газификации и термического разложения угля;

– нарушение сплошности горного массива и земной поверхности под подземным газогенератором.

Перспектива развития ПГУ в России и мире

Современный уровень научно-технического прогресса дал новый толчок в развитии технологии ПГУ, открывая возможность перехода

исследовательских и опытных работ на уровень промышленного внедрения [8]. Это стало возможным благодаря решению целого ряда технических проблем:

- направленное бурение скважин по горным породам и угольному пласту;
- комбинации подачи окислителя (паровоздушное, парокислородное дутье);
- управляемое перемещение точки дутья вдоль рабочего участка скважины;
- реверсивные технологии, новые типы подземных газогенераторов;
- закладка выгазованного пространства; развитие технологии для малых (до 500 м) и больших (свыше 1000 м) глубинах [3].

Сегодня ситуация с развитием ПГУ в России складывается таким образом, что наибольшие перспективы в практическом плане для реального внедрения этой технологии в практику освоения угольных месторождений создались в Кузнецком бассейне. В настоящее время в топливном балансе Кемеровской области основную долю потребности в энергетическом сырье покрывают кузнецкие угли (82–85 %), кроме того, используется небольшое количество привозного миусинского и канско-ачинского углей (2–3 %), а также поступающий по трубам природный газ (10 %) [6].

Интенсивные работы исследовательского и практического характера проводятся в Китае, где в последние годы построено 10 промышленных станций подземной газификации угля, в Австралии, где в 2003 г. построено крупное предприятие данного профиля. Проявляется активный интерес к этой технологии в таких странах, как Индия, КНДР, Южная Корея, и многих других. Нужно отметить, что в США и Западной Европе в 1980-е гг. проводились масштабные опытно-промышленные исследования по выявлению эффективности советской технологии подземной газификации угля. Результатом этих исследований явилось заключение о том, что данная технология является работоспособной и весьма эффективной и будет неминуемо востребована в период сокращения мировых запасов природного газа и нефти. Среди промышленно развитых стран можно выделить Швецию, Финляндию, Германию, Данию, Нидерланды, США, Канаду и Японию. Среди развивающихся стран несомненными лидерами в данном вопросе являются Бразилия, Индия, Филиппины, ЮАР, Куба, Мали, Кения, Бурунди и Мадагаскар. Там развитие технологий газификации закреплено государственными программами [8].

Развитие ПГУ в России и мире имеет определенные перспективы. элементы которой уже просматриваются в различных отраслях: вопросы энергоэффективности, управление отходами, инвестиции в «зеленую» экономику, готовность бизнеса и общества к изменению технологического уклада и привычек.

Одним из базовых принципов должно быть сочетание экологических приоритетов с экономическими задачами страны: экономические мероприятия должны давать как экономические, так и экологические выгоды.

Несмотря на успехи двух последних десятилетий в техническом совершенствовании и промышленном освоении технологии ПГУ, в числе

нерешенных остается проблема значительных потерь тепловой энергии подземного газогенератора, расходуемых на бесполезный разогрев вмещающих пород. В качестве одного из прогрессивных направлений решения этой проблемы можно считать разработанную в ДонГТУ новую концепцию утилизации тепловой энергии ПГУ, предполагающую использование жидкого теплоносителя, циркулирующего в трубных ставах теплоотводящих скважин с последующей генерацией электроэнергии на гидропаровых турбинах. В Монографии «Утилизация тепловой энергии при подземной термохимической переработке угольных пластов» [5] решение проблемы утилизации тепловой энергии подземного газогенератора рассмотрено с позиций повышения общей эффективности газификации угольных месторождений. Рассмотрен механизм и кинетика термохимических процессов ПГУ. Раскрыты перспективные способы утилизации тепловой энергии при помощи теплоотводящих скважин и жидкого теплоносителя.

Вывод. Использование альтернативных энергетических источников, в сложившихся условиях ограниченных запасов и нестабильного рынка топливно-энергетических ресурсов способно улучшить энергетическую ситуацию в стране. Технологические основы топливно-энергетической системы утилизации тепловой энергии базируются на безлюдных, экологически чистых способах подземной угледобычи, что в значительной степени будет содействовать решению социальных и экологических проблем.

Рассматриваемая технология газификации угля подземным способом имеет большой потенциал для снижения экологического ущерба и создания экологически чистых технологий в угольной энергетике. Это позволяет уменьшить загрязнение окружающей среды и рационально использовать угольные ресурсы.

Список источников

6. Шевчук А.В. Экономика природопользования (теория и практика). – М.: НИИ-Природа, 1999. – 308 с.
7. Валукоис Г.Ю., Алейников Д.В. и др. О некоторых проектах подземной газификации угольных пластов Донбасса: Экология и энергетика. – Луганск: 2001 – 164 с.
8. «Зеленая» экономика: перезагрузка. – Под ред. А.В. Шевчука. – М., 2017. – 424 с.

9. Народнохозяйственная эффективность подземной газификации углей и перспективы ее развития в Донецком каменноугольном бассейне. – ВНИИ подземгаз, 1969.

10. Утилизация тепловой энергии при подземной термохимической переработке угольных пластов: монография / Г.И. Гайко, В.В. Заев, П.Н. Шульгин. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – 142 с.

11. Газификация угля: https://cyclowiki.org/wiki/Газификация_угля

12. Подземная газификация углей, БСЭ: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/>

13. Жуков Е. М. Перспективы применения подземной газификации в старопромышленных районах Кузбасса / Е. М. Жуков, Ю. И. Кропотов, И. А. Лугинин, Ю. И. Чижик. // Молодой ученый. – 2016. – № 2 (106). – С. 146

14. Копытов В. В. О деятельности ФГУП «ММПП «Салют» в области создания оборудования газификации твердых топлив / В. В. Копытов // Альтернативная энергетика и экология. – № 10 (90) 2010. – С. 187–195.

15. Черникова С.А., Заруба Р.И. Опыт и перспектива подземной газификации угольных пластов Донбасса. Материалы XV конференции «Экономические, экологические и социальные проблемы промышленных регионов». – Краснодар, 2024

16. Шевчук А.В. Экономика природопользования (теория и практика). – М.: НИИ-Природа, 1999. – 308 с.

17. Стратов В. Г. Тенденции инновационного развития проектирования горнодобывающих предприятий на примере комплексного освоения запасов газозольного месторождения Восточной Сибири / В. Г. Стратов, И. А. Стежко // Рациональное освоение недр. – № 1. – 2013. – С.36–40.

2. G.Yu. Valukonis, D.V. Aleinikov et al. On Some Projects of Underground Coal Seam Gasification in Donbass: Ecology and Energy. Lugansk: 2001 – 164 p.

3. "Green" Economy: Reboot. – Ed. A.V. Shevchuk. – М., 2017. – 424 p.

4. National Economic Efficiency of Underground Coal Gasification and Prospects for Its Development in the Donetsk Coal Basin. VNIИ podzemgaz, 1969.

5. Utilization of thermal energy in underground thermochemical processing of coal seams: Monograph / G.I. Gaiko, V.V. Zaev, P.N. Shulgin. – Alchevsk: DonGTU, 2012. – 142 p.

6. Coal gasification: https://cyclowiki.org/wiki/ГАЗИЧЕСТВА_ГУРЛЯ

7. Underground gasification of coal, BSE: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/>

8. Zhukov, E. M. Prospects for the use of underground gasification in old industrial areas of Kuzbass / E. M. Zhukov, Yu. I. Kropotov, I. A. Luginin, Yu. I. Chizhik. // Young scientist. – 2016. – No. 2 (106). – P. 146

9. Kopytov V. V. On the activities of FSUE "MMPP "Salut" in the field of creating equipment for gasification of solid fuels / V. V. Kopytov // Alternative energy and ecology. – No. 10 (90) 2010. – P. 187-195.

10. Chernikova S. A., Zaruba R. I. Experience and prospects of underground gasification of coal seams of Donbass. Proceedings of the XV conference "Economic, environmental and social problems of industrial regions" Krasnodon 2024

11. A. V. Shevchuk Economics of nature management (theory and practice). – М.: NIA-Природа, 1999. – 308 p.

12. Stratov V. G. Trends in innovative development of mining enterprise design using the example of integrated development of reserves of a coal-gas deposit in Eastern Siberia / V. G. Stratov, I. A. Stezhko // Rational development of mineral resources. – No. 1. – 2013. – P. 36–40.

References

1. A.V. Shevchuk Economics of Nature Management (Theory and Practice). – М.: NIA-Природа, 1999. – 308 p.

Статья поступила в редакцию 28.07.2024

Информация об авторах

Черникова Софья Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии производства и охраны труда» Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени В. Даля», г. Стаханов.

E-mail: chernikova 1949@ internet.ru

Черникова Екатерина Андреевна магистр кафедры «Технологии производства и охраны труда» Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени В. Даля», г. Стаханов.

E-mail: kate.chernikova.02@mail.ru

Information about the authors

Chernikova Sofia Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of "Production Technology and Labor Protection" of the Stakhanov Engineering and Pedagogical Institute (branch) of the Luhansk State University named after V. Dahl, Stakhanov.

E-mail: chernikova 1949@ internet.ru

Chernikova Ekaterina Andreevna, Master of the Department of "Production Technology and Labor Protection" of the Stakhanov Engineering and Pedagogical Institute (branch) of the Luhansk State University named after V. Dahl, Stakhanov.

E-mail: kate.chernikova.02@mail.ru

Для цитирования:

Черникова С.А., Черникова Е.А. Перспективы подземной газификации угля в природно-ресурсном потенциале страны // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8 (86). – С. 101-107.

For citation:

Chernikova S.A., Chernikova E.A. Prospects of underground coal gasification in the natural resource potential of the country // Vesnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8 (86). – P. 101-107.

УДК 622.74

РЕСУРСНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА № 1 «АМК АКВАСЕРВИС»

Черникова С. А., Андриенко Е., Гулий И., Слепцов С.

RESOURCE CAPABILITIES OF WATER USE ON THE EXAMPLE OF BRANCH №1 OF "AMK AQUASERVIS"

Chernikova S. A., Andrienko E., Guliy I., Sleptsov S.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы водопользования с акцентом на методы очистки сточных вод из поверхностных источников, включая физико-химические и биологические технологии. Проанализирован способ повышения качества воды и минимизации сбросов загрязняющих веществ, а также применение метода обратного осмоса на предприятии СП «Аквасервис» в г. Алчевск Луганской Народной Республики.

Ключевые слова: сточные воды, ресурс, очистка, водопользование, система контроля, обратный осмос, инновационный проект.

Abstract. The article examines water use issues, with an emphasis on methods of wastewater treatment from surface sources, including physical, chemical and biological technologies. The method of improving water quality and minimizing pollutant discharges, as well as the use of the reverse osmosis method at the enterprise JV "Akvaservis" in Alchevsk, Luhansk People's Republic, is analyzed.

Key words: wastewater, resource, purification, water use, control system, reverse osmosis, innovative project.

Введение. Многолетнее привлечение водных ресурсов региона в хозяйственное обращение без соблюдения экологических требований привело к коренной перестройке водных ресурсов, снижению их способности к самовозобновлению. В республике в последние годы отмечается тенденция к значительному ухудшению качества питьевой воды в поверхностных источниках.

Кардинальные изменения в настоящее время: критический износ основных фондов водного хозяйства, многократное уменьшение объемов финансирования водохозяйственных мероприятий – основные проблемы современного водохозяйственного комплекса.

В связи с этим, а также нарастающим дефицитом питьевой воды актуальными становятся вопросы предотвращения загрязнения подземных вод, очистки загрязненных шахтных вод и повторного использования их для нужд угольной промышленности, а также смежных отраслей и сельского хозяйства. Обеспечение безопасности технологических процессов и охраны труда – ключевая задача в сфере водоснабжения и водопользования, особенно с учетом специфики деятельности предприятия Филиала № 1 «АМК» ООО «ЮГМК» «Аквасервис».

В Луганской Народной Республике развитие отрасли водоснабжения поддерживается государственной политикой и нормативно-правовой базой. Программы, направленные на модернизацию водопользования, акцентируют внимание на рациональном использовании водных ресурсов и улучшении качества услуг. Важным аспектом является комплексный подход к управлению водоснабжением, включая учет экологических, технических и экономических факторов.

Цель статьи – исследование и разработка эффективных решений в области водоснабжения и водопользования с учетом экологических, экономических и технологических факторов. Особое внимание уделено технологиям минимизации негативного воздействия на окружающую среду и повышение качества предоставляемых услуг.

Предмет исследования: методы повышения эффективности и устойчивости управления водными ресурсами Донбасса.

Изложение основного материала. Существуют весьма разнообразные методы и технологии очистки промышленных сточных вод.

Физико-химический метод очистки вод

Пневматическая схема очистки:

Вода насыщается воздухом через мелкие отверстия или пористые материалы, образуя пузырьки. Загрязнители прикрепляются к пузырькам и поднимаются на поверхность, где собираются и удаляются в виде пены.

Напорная очистка:

Вода насыщается воздухом под высоким давлением в камере, затем давление резко снижается, образуя мелкие пузырьки. Загрязнители прикрепляются к пузырькам и поднимаются на поверхность, где собираются и удаляются.

Биологический метод очистки вод

Биологическая очистка воды с помощью нефтеокисляющих организмов стала популярной уже много лет назад и с тех пор широко применяется как в быту, так и в промышленности. Этот метод основан на

использовании полезных микроорганизмов, которые естественным образом способны справляться даже с серьезными загрязнениями воды. Биоочистка является одним из обязательных этапов улучшения качества сточных вод.

В сточных водах содержится множество различных веществ, таких как аминокислоты, аммиак и другие соединения. Азот, содержащийся во всех этих микроэлементах, обеспечивает жизнедеятельность микроорганизмов.

Биологическая очистка сточных вод разделена на два отдельных вида:

Естественная очистка. Методика подразумевает улучшение состояния жидкости за счет создания естественной экосистемы. В ход идут природные процессы, которые протекают в почве, жидкости и растениях. Все загрязнения и опасные микроэлементы видоизменяются, минерализуются или нейтрализуются.

Искусственная очистка. Используются специальные приспособления, которые создал человек. В жидкость добавляются аэробные или анаэробные частицы, которые выполняют поставленную задачу.

Выбор конкретной категории зависит от цели очистки и степени загрязненности сточных вод.

Рассмотрим основные методы химической водоочистки, используемые чаще всего: нейтрализация, окисление и коагулирование.

1. *Нейтрализация.* Суть метода заключается в обработке сточных вод кислотами или щелочами, что позволяет достичь оптимального уровня pH. Этот метод активно применяется в промышленности, особенно в таких отраслях, как текстильная, фармацевтическая, химическая и машиностроение.

2. *Окисление.* Этот метод заключается в использовании сразу нескольких видов окислителей, таких как хлор, диоксид хлора, кислород, гипохлорит натрия или кальция. Он особенно эффективен при очистке сточных вод, содержащих соединения цинка и цианид меди.

Однако у этого метода есть недостатки: высокая стоимость реагентов и их большой расход.

3. *Коагулирование.* Это процесс, при котором используются специальные соединения, называемые коагулянтами. В зависимости от степени загрязнения в качестве коагулянтов могут выступать сернокислый алюминий или хлорное железо.

4. *Физико-химический метод очистки воды – обратный осмос.* В процессе обратного осмоса вода проходит через полупроницаемую мембрану под высоким давлением. При оптимальных значениях температуры и давления подаваемой воды степень очистки составляет 95-98%. Разделение воды и содержащихся в ней веществ происходит за счет полупроницаемой мембраны, которая пропускает молекулы воды, но задерживает растворённые вещества, такие как соли, органические молекулы и другие загрязнители. Это позволяет получить высокоочищенную воду, пригодную для дальнейшего использования.

Принцип работы обратного осмоса (рис.1):

1. *Подготовка:* вода предварительно фильтруется, чтобы удалить крупные частицы и хлор, которые могут повредить мембрану.

2. *Применение давления:* вода под высоким давлением подаётся на мембрану.

3. *Фильтрация через мембрану:* молекулы воды проходят через мембрану, в то время как загрязнители остаются на её поверхности и удаляются с потоком отработанной воды.

Производительность мембранной системы не равняется производительности насоса, а намного ниже. На нее влияет температура и концентрация примесей.

Этот метод очистки воды позволяет достигать высокой степени удаления растворённых веществ, таких как соли, органические загрязнители и другие примеси, с результатом до 98% очистки. Вода, проходящая через полупроницаемую мембрану, очищается от большинства вредных веществ, что делает её пригодной для различных целей – от питьевого водоснабжения до использования в промышленности.

В отличие от очищенной обратным осмосом, воду, очищенную традиционными способами, в основном применяют в технических целях, она превышает уровень ПДК (более 50). Таким образом, такая вода является непригодной для питья и может использоваться в технических целях.

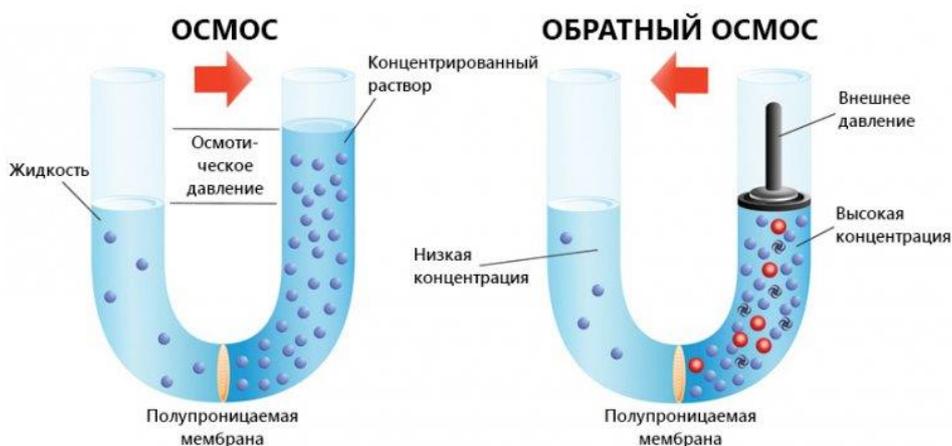


Рис. 1. Общее изображение принципа мембранной фильтрации на основе процесса обратного осмоса

Поверхностные источники водоснабжения в ЛНР

Введение в эксплуатацию Исаковского водохранилища произведено в 1954 году с целью технического водоснабжения

промышленных предприятий города. Водоохранилище создано на реке Белая, в 7 км от г. Алчевска. Общая площадь водохранилища 293 га, объем воды 23,4 млн м³, длина 11,6 км, средняя глубина 7,18 м, а максимальная 18 м.

Первоначально водоем являлся объектом промышленного и сельскохозяйственного использования, впоследствии приобрел свойство природно-антропогенного объекта [2].

Водоохранилище загрязнялось длительное время сточными водами шахт, коммунальных объектов Перевальского района. В дополнение к обычным методам лабораторного контроля известных загрязнителей для общей оценки качества воды целесообразно проводить биотестирование, которое позволяет выяснять степень токсичности вод и получать более надежные выводы о возможности использования вод для конкретных целей.

Биотестирование как интегральный метод оценки токсичности водной среды является необходимым дополнением к химическому анализу [1].

Основной принцип практического лабораторного биотестирования природных и сточных вод, реализуемый в развитых странах, – применение одновременно 3–4 методов с тест-организмами.

Исследования [3] выполнены в промышленном городе с крупными предприятиями черной металлургии и коксохимии (г. Алчевск, ЛНР), а также в Перевальском районе (ЛНР), где расположено Исаковское водохранилище.

Мониторинг и биотестирование воды Исаковского водохранилища выполнялось в 2021 г. по средним показателям показало несоответствие нормам СанПиН № 4630-88 по запаху, содержанию сухого остатка и индексу ЛКП, а при анализе максимальных величин — по запаху, содержанию сухого остатка, сульфатов, индексу ЛКП и содержанию колифагов [1, 2].

Завод по производству высококачественной питьевой воды

АО "Аквасервис" – это первое и единственное в ЛНР предприятие, применяющее передовую технологию очистки воды в промышленных масштабах для питьевых нужд из поверхностного источника – Исаковского водохранилища. Общий вид завода приведен на рис. 2.



Рис. 2. Завод «Аквасервис». Общий вид

Уникальный завод по производству высококачественной питьевой воды для хозяйственно-бытовых нужд ПАО "АМК" и населения г. Алчевска производительностью 12 тыс. кубометров в сутки был построен и введен в эксплуатацию в 2010 году в г. Алчевске, Луганской области. С точки зрения применяемой на нем ультрасовременной технологии, новейшему оборудованию, материалам и реагентам, не имеет аналогов как в ЛНР, так и в странах бывшего СССР. Особенность СП «Аквасервиса» как «Первого завода по очистке воды» в Луганской области, построенного и прошедшего сертификацию в начале двухтысячных годов, в том, что в качестве источника сырья используется вода Исаковского водохранилища, т.е. поверхностный источник, принимающий в том числе и шахтную воду.

Применяемая на заводе баромембранная технология кондиционирования воды в промышленных масштабах включает в себя 8 степеней очистки и позволяет получить конечный продукт, который по своим характеристикам соответствует наивысшим стандартам качества.

Часовая производительность завода 500 м³, режим работы летний и зимний, отличающийся технологией и методами контроля продукции. Технология работ так: из накопительных резервуаров вода подается на сетчатые фильтры, скорые песчаные фильтры с двумя степенями очистки на кварцевом песке. Цикл

по очистке длится 48 часов. Затем происходит обработка флокулянтами, обеззараживание гипохлоритом натрия и очистка обратным осмосом. Сточная кислотнo-щелочная промышленная вода сбрасывается в охраняемую емкость-пруд на промышленной территории. Все этапы технологического цикла очистки находятся под постоянным контролем, данные по объему очищаемой и промывной воды, температура, показатели очистки и давление выводятся на экраны оператора. Контроль качества, как входящего сырья, так и готовой продукции осуществляет комплексная лаборатория предприятия.

Сегодня СП "Аквасервис" – это коммерческое предприятие, которое занимает монопольное положение в питьевом и техническом водоснабжении промышленных гигантов и населения г. Алчевска. Перспективные намерения компании – обеспечить чистой водой все города Луганской Народной Республики, где есть такая необходимость в промышленных масштабах, подключившись к городской водопроводной сети. Очередным этапом развития может стать создание качественно иных водопроводных сетей. Также в планах предприятия построить цех розлива воды [6].

Поставщик оборудования – GE WATER & PROCESS TECHNOLOGIES, США. Технология очистки – обратный осмос Персонал – 27 человек.

Завод «Аквасервис» – это воплощение передовой научно-технической мысли, где впервые применена баромембранная технология очистки воды (более известная как обратный осмос) в промышленных масштабах, рис. 3. Технология позволяет очищать до уровня питьевой даже воду, поступающую в водоразделы шахт. Сегодня предприятие поставляет воду европейского качества на Алчевский металлургический комбинат, производственные мощности позволяют обеспечить питьевой водой 80 тыс. населения (при норме 100-150 л литров на человека). Инвестиционное предложение предприятия гарантирует 100-процентную отдачу вложенных средств.



Рис. 3. Классическая установка обратного осмоса первого типа

Логическое управление процессами осуществляется контроллером, управление потоками – в ручном режиме, по показаниям ротаметров. Существует постоянная необходимость контроля над работой установки, состоянием мембран и корректировки рабочих режимов.

Достоинства промышленной установки обратного осмоса

Если на производстве используются сложные технологии или дорогое оборудование, то метод обратного осмоса достаточно актуален.

Систему возможно дополнить УФ лампой, минерализатором и другими устройствами.

Жидкость очищается на 99% и не причинит вред ни человеческому организму, ни сложному производству.

Однако следует отметить, что установка бессильна перед газообразной формой хлора и некоторой органикой. Благодаря меньшим молекулам гербициды, хлор и другие вещества свободно проходят через поры мембраны.

Сегодня поднимается вопрос о вреде использования в пищу деминерализованной воды.

Сброс возвратных (промывных и продувочных) вод СП «Аквасервис», завода по производству питьевой воды будет осуществляться в водоток балки Должник, смешиваясь со сбросами возвратных вод металлургического производства.

Таким образом, СП «Аквасервис» представляет собой не просто компанию, занимающуюся водоснабжением, но и

выполняет роль активного участника в сфере охраны окружающей среды, устойчивого водопользования и внедрения передовых технологий для повышения качества жизни населения.

Вывод. В статье рассмотрены альтернативные возможности решения проблемы нехватки питьевой воды на примере использования уникальной технологии очистки воды методом обратного осмоса. Этот метод обеспечивает высокую степень очистки воды, что критически важно для питьевого водоснабжения и промышленного использования. Также рассмотрены физико-химические и биологические методы очистки сточных вод, направленные на снижение загрязнений и минимизацию экологических рисков. Применение современных технологий и комплексный подход к управлению водными ресурсами способствуют повышению эффективности водопользования и качества предоставляемых услуг.

Список источников

1. Александрова В. В. Биотестирование как современный метод оценки токсичности природных и сточных вод: Монография / В. В. Александрова. – Нижневартовск: Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 119 с.
2. Абакумов В.А., Сушеня Л.М. Гидробиологический мониторинг пресноводных экосистем и пути его совершенствования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: Тр. Междунар. симпози. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 41-51 с.
3. Аксенова Е.И., Идрисова Н.Х., Бакаева Е.Н. Ах. 1698757 МКИ5 С 01 N 33.18. Способ определения токсичности водной среды // Заявл. 15.12.87; Зарегистр. 15.08.91; Опубл. 15.12.91, Бюл. № 46.
4. Зайцев В.А. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / В. А. Зайцев. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 382 с.: ил. – Библиогр.: С. 376-378. – ISBN 978-5-9963-0812-5.
5. Сайт ЧАО «Аквасервис». Статья – «Аквасервис»: возвращение к чистым истокам. <http://www.un.org/russian/waterforlifedecade/unwater.html>
6. Отчеты по технологической деятельности Алчевского управления ГУП ЛНР «Лугансквода».
7. Черникова С.А., Евгранова Л.В., Каковкина Э.В. Оценка качества воды Исааковского водохранилища. Гидрологическая характеристика водного объекта – приемника сточных вод. – Вестник ЛГУ им. В. Даля. – № 11. – 2022 г. – С.106.
8. Положение «Об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации» (утв. приказом Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. N 372)
9. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. N 74-ФЗ

References

1. Aleksandrova V. V. Biotesting as a modern method for assessing the toxicity of natural and waste water: Monograph / V. V. Aleksandrova. - Nizhnevartovsk: Nizhnevartovsk state University, 2013. - 119 p.
2. Abakumov V. A., Sushchenya L. M. Hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems and ways to improve it // Ecological modifications and criteria for environmental regulation: Proceedings of the International Symposium. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1991. - 41-51 p.
3. Aksenova E. I., Idrisova N. Kh., Bakaeva E. N. Akh. 1698757 MKI5 C 01 N 33.18. Method for determining the toxicity of the aquatic environment // Claim. 15.12.87; Reg. 15.08.91; Publ. 15.12.91, Bulletin No. 46.
4. Zaitsev V.A. Industrial ecology: a textbook for universities / V.A. Zaitsev. - Moscow: BINOM. Laboratory of knowledge, 2012. - 382 p.: ill. - Bibliography: pp. 376-378. – ISBN 978-5-9963-0812-5.
5. Website of PJSC "Aquaservice". Article - "Aquaservice": a return to pure origins. <http://www.un.org/russian/waterforlifedecade/unwater.html>
6. Reports on technological activities of the Alchevsk department of the State Unitary Enterprise of the LPR "Luganskvoda".
7. Chernikova S.A., Evgranova L.V., Kakovkina E.V. Water quality assessment of the Isaakovskiy reservoir. Hydrological characteristics of a water body - a wastewater receiver. Bulletin of the Lugansk

State University named after V. Dahl No. – 11 2022. – P. 106.

8. Regulation "On the assessment of the impact of planned economic and other activities on the environment in the Russian Federation" (approved by

the order of the State Committee on Ecology of the Russian Federation dated May 16, 2000 N 372).

9. Water Code of the Russian Federation dated June 3, 2006 N 74-FZ.

Статья поступила в редакцию 28.07.2024

Информация об авторах

Черникова Софья Александровна, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технологии производства и охраны труда Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени В. Даля», г. Стаханов.

E-mail: chernikova1949@internet.ru

Андриенко Евгений Алексеевич, магистрант кафедры «Технологии производства и охраны труда» Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени В. Даля» г. Стаханов.

E-mail: andriyenko2002@inbox.ru

Гулий Игорь Денисович, магистрант кафедры «Технологии производства и охраны труда» Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени В. Даля» г. Стаханов.

E-mail: sinsh.fire@mail.ru

Слепцов Сергей Андреевич, магистрант кафедры технологии производства и охраны труда Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) Луганского государственного университета имени В. Даля, г. Стаханов.

E-mail: serezhha_sleptsov@bk.ru

Information about the authors

Chernikova Sofya Alexandrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of "Production Technology and Labor Protection" of the Stakhanov Engineering and Pedagogical Institute (branch) of the Luhansk State University named after V. Dahl, Stakhanov.

E-mail: chernikova1949@internet.ru

Andrienko Evgeny Alekseevich, a master's student degree student of the Department of Production Technology and Labor Protection of the Stakhanov Engineering and Pedagogical Institute (branch) of the Luhansk State University named after V. Dahl, Stakhanov.

E-mail: andriyenko2002@inbox.ru

Guliy Igor Denisovich, a master's student of the Department of Production Technology and Labor Protection of the Stakhanov Engineering and Pedagogical Institute (branch) of the Luhansk State University named after V. Dahl, Stakhanov.

E-mail: sinsh.fire@mail.ru

Sleptsov Sergey Andreevich, a master's student of the Department of Production Technology and Labor Protection of the Stakhanov Engineering and Pedagogical Institute (branch) of the Luhansk State University named after V. Dahl, Stakhanov.

E-mail: serezhha_sleptsov@bk.ru

Для цитирования:

Черникова С.А., Андриенко Е., Гулий И., Слепцов С. Ресурсные возможности водопользования на примере филиала № 1 «АМК АКВАСЕРВИС» // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2024. – № 8 (86). – С. 108-114.

For citation:

Chernikova S.A., Andrienko E., Guliy I., Sleptsov S. Resource capabilities of water use on the example of branch №1 of "АМК АКУАСЕРВИС" // Vesnik of Lugansk State University named after Vladimir Dahl. – 2024. – № 8 (86). – P. 108-114.

**ВЕСТНИК ЛУГАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»
№ 8 (86) 2024**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Оригинал-макет

Коломиец-Кириллова Е.А.

Подписано в печати 28.01.2025.
Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Times
Условных печатных стр. 20,26. Тираж 100 экз. Изд. № 01491.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
Луганского государственного университета
имени Владимира Даля

Адрес издательства: 291034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20, а.
Тел.: 7(959) 138-34-80
E-mail: izdat.lguv.dal@gmail.com