

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина»
Академия электротехнических наук Российской Федерации

МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-технической конференции

«СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ»

(XXII Бенардосовские чтения),

*75-летию
теплоэнергетического факультета
посвящается*

31 мая – 2 июня

I том

**Электроэнергетика.
Современные инструменты менеджмента.
Гуманитарные проблемы развития общества**

Иваново 2023

В I томе материалов конференции представлены статьи, отражающие результаты научных исследований в области теории и практики электротехники и электротехнологии; высоковольтных электроэнергетики, электротехники и электрофизики; электроэнергетических систем; рассмотрены вопросы надежности, эффективности и диагностики электрооборудования станций и энергосистем; вопросы техногенной безопасности в энергетике; результаты научных исследований в области современных инструментов менеджмента и гуманитарных проблем развития общества.

Редакционная коллегия:

Ледуховский Г.В., д.т.н., профессор – председатель;
Тютиков В.В., д.т.н., профессор;
Шуин В.А., д.т.н., профессор;
Казаков Ю.Б., д.т.н., профессор;
Косяков С.В., д.т.н., профессор;
Бухмиров В.В., д.т.н., профессор;
Колганов А.Р., д.т.н., профессор;
Бушуев Е.Н., д.т.н., доцент;
Колибаба В.И., д.э.н., профессор;
Карякин А.М., д.э.н., профессор;
Клюнина С.В., начальник УИУНЛ.

По материалам Международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии» (XXII Бенардосовские чтения) будет выпущен электронный сборник научных трудов, который будет размещен в научной электронной библиотеке на eLIBRARY.RU договор № 1042-03/2015К

75-летию теплоэнергетического факультета посвящается

ISBN 978-5-00062-573-6
ISBN 978-5-00062-574-3 (1)

© ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2023.

СЕКЦИЯ 1.

«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ»

УДК.621.50

В.А. ДАНИЛУШКИН, к.т.н.
И.Е. ПИЧКУРОВ,
Е.Е. ШТЕМПЕЛЬ, студент

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
e-mail: Vasiliydan2013@yandex.ru

Оптимизация параметров индукционной установки для нагрева вязких жидкостей

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы оптимизации параметров индукционной установки для нагрева вязких жидкостей. Оптимизация осуществляется на основе численной модели теплопроводности между стенкой трубы и потоком жидкости. Результаты расчета для одной конкретной задачи приведены в статье.

Ключевые слова: индукционный нагрев, глубина проникновения тока, температура, теплопроводность, теплообмен.

V.A. DANILUSHKIN, Ph.D.,
I.E. PICHKUROV,
E. E. SHTEMPEL, student

Samara State Technical University
443100, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
e-mail: Vasiliydan2013@yandex.ru

Optimization of parameters of the induction plant for heating viscous liquids

Abstract. The article discusses the optimization of the parameters of an induction installation for heating viscous liquids.

Key words: induction heating, current penetration depth, temperature, thermal conductivity, heat exchange

Для повышения производительности установок по перекачке вязких нефтепродуктов по трубопроводным системам и снижения затрат энергии используют специальные подогреватели. В настоящее время широкое распространение получили электрические нагреватели, работающие на принципах преобразования электрической энергии в тепло. К ним относятся нагреватели на основе нагревательных кабелей, ТЭНов, саморегулирующихся лент. Наряду с ними широкое применение находят индукционные нагреватели. Нагрев осуществляется за счёт выделения тепла в стенке трубы при протекании тока, наведенного электромагнитным полем катушки индуктора. Тепло от стенки трубы в жидкость передается путём теплопроводности. Так как нагреваемая жидкость

обладает низкой удельной теплопроводностью, а на температуру стенки трубы наложены ограничения для получения достаточно большой мощности нагревателя они имеют большую длину. Для снижения стоимости нагревателя, уменьшения затрат энергии на нагрев необходимо минимизировать длину нагревателя. В рассматриваемой конструкции индукционного устройства минимальная длина индуктора обеспечивается двумя осесимметричными стальными цилиндрами, в зазоре между которыми прокачивается нагреваемая жидкость. Катушка индуктора, выполненная из медной изолированной шинки намотана на внешнюю трубу через слой тепловой изоляции.

Используя математическую модель процесса распространения тепла в системе “стенка трубы-жидкость” определена зависимость коэффициента теплообмена от температуры по длине нагревателя. [3]. Полученные исходные данные положены в основу расчета характера распределения теплового потока по длине нагревателя. Задача расчета оптимальной длины нагревателя заключается в определении такого распределения удельной мощности индукционной системы, при котором обеспечивается постоянство теплового потока от стенки трубы в нагреваемую жидкость. Так как тепловой поток создается вихревыми токами протекающими в стенках трубы нагревателя, можно полагать, что полученное распределение теплового потока соответствует оптимальному распределению удельной мощности по длине нагревателя. Зависимость плотности теплового потока от перепада температуры между стенкой трубы и жидкостью определяется по закону Фурье [4]:

$$q(x) = \alpha_2(x)(T_{\text{нов}} - T(x)),$$

где $\alpha_2(x)$ – коэффициент теплообмена между стенкой трубы и жидкостью по длине нагревателя, $T(x)$ – температура жидкости на границе по длине нагревателя.

Так как толщина стенок труб нагревателя сравнима с глубиной проникновения тока, можно считать, что температура стенки трубы одинакова по всему сечению. Тепловой поток от стенок внешней и внутренней трубы можно считать одинаковым. В этом случае процесс нагрева жидкости описывается уравнением теплопроводности в стационарном режиме:

$$a_2 \left(\frac{\partial^2 T_2(r, x)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_2(r, x)}{\partial r} \right) - v(r) \frac{\partial T_2(r, x)}{\partial x} - \beta(T_2(r, x) - T_{\text{нов}}) = 0$$

с граничными условиями

$$T_2(r, 0) = T_{20}, \quad \forall r \in [R_2, R_3]$$

$$\frac{\partial T_2(R_{23}, x)}{\partial r} = 0$$

$$\frac{\partial T_2(R_{23}, x)}{\partial r} = 0$$

В приведенном уравнении R_{23} – координата средней части потока жидкости в промежутке между трубами, $T_{пов.}$ – температура поверхности трубы, $\beta = \frac{2\alpha(x)}{c_2\gamma_2 S}$, $\alpha(x)$ – коэффициент теплообмена между трубой и

потоком жидкости, S – половина радиального размера потока жидкости.

Коэффициент теплообмена между трубой и потоком жидкости являются справочной величиной, которая приведена в литературе [3]. В установившемся режиме при постоянстве температуры трубы температурная зависимость коэффициента теплообмена заменяется на координатную зависимость по длине нагревателя.

На базе упрощенной математической модели процесса теплопроводности в потоке жидкости минимизация длины индукционного нагревателя осуществляется с использованием условия: максимальное отклонение средней по сечению температуры потока жидкости на выходе из нагревателя от заданного значения не должно превышать допустимое отклонение. Математически эта зависимость выражена в виде формулы:

$$\max |T_{cp}(L_{мин}) - T_{зад.}| \leq \Delta T_{зад.}$$

в выходном сечении ($x=L_{мин}$), где $\Delta T_{зад.}$ – заданная точность нагрева.

При этом учитывается ограничение на максимальную температуру трубы, которая не должна превышать предельное значение, которое определяется условиями эксплуатации нефтепроводов

$$0 \leq T_{пов.}(x) \leq T_{пов.макс}(x)$$

В качестве изменяемых характеристик исследуются различные варианты размеров зазора между трубами, толщины стенок трубы, материала трубы и частоты тока. Для расчета оптимальной длины нагревателя используется программа расчета на базе численной модели электромагнитных и тепловых полей. В результате расчета определены оптимальные соотношения между величиной зазора, толщиной стенки трубы, частотой тока источника питания и получена минимальная длина нагревателя, при которой обеспечивается заданная производительность, температура на выходе из нагревателя с допустимым отклонением. Полученные зависимости позволили определить минимальную длину нагревателя для установленной производительности трубопровода диаметром 300 мм.

По результатам расчетов получены следующие параметры индукционного нагревателя: минимальная длина – 3,4 м, номинальная мощность – 86 кВт, число секций нагревателя – 3, мощность первой секции – 36 кВт, мощность второй секции – 28 кВт, мощность третьей секции – 22 кВт, внешний диаметр индуктора - 0,344 м; длина первой секции – 1,3 м, длина второй секции – 1,1 м, длина третьей секции – 1 м. Для изготовления индуктора используется медная или алюминиевая шина толщиной 0,012 м, в качестве электрической изоляции применяется кипер-

ная лента, пропитанная бакелитовым лаком с последующей термообработкой. В качестве тепловой изоляции используется листовая асбест. Толщина тепловой и электрической изоляции между индуктором и внешней трубой – 0,01 м. Источник питания – трехфазный трансформатор мощностью 400 кВА, частотой 50 Гц.

На основании результатов расчета электромагнитных и тепловых полей получено распределение удельной мощности по длине нагревателя, которое представляет собой равномерно убывающую линейную функцию. Реализовать такое равномерное распределение мощности по длине можно, если индуктор выполнить с переменным шагом витков. На практике равномерное распределение мощности по длине заменяется ступенчатым распределением.

Количество ступеней зависит от уровня мощности нагревателя, требований к плавности распределения. Для исследуемого в работе нагревателя оптимальным с точки зрения согласования параметров индуктора и источника питания является использование трехсекционного нагревателя с переменной по ходу нагрева мощностью каждой секции.

Литература

1. Губин В.Е. Губин В.В. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. М., Недра, 1982. 296 с.
2. Тугунов П.И. Нестационарные режимы перекачки нефти и нефтепродуктов. – М.: Недра, 1984. 224 с.
3. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 599 с.
4. Данилушкин В.А. Оптимизация конструкции и режимов работы индукционных подогревателей высоковязких нефтей при транспортировке по трубопроводам // Вестник Самарского государственного технического университета // Сер. «Технические науки», Вып. № 20-2004. С.176–179.

УДК 621.313.

Ю.А. МАКАРИЧЕВ, д.т.н.,
Е.А. ПОЛЯНСКИЙ, аспирант.

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: makarichev2801@mail.ru sgespea@mail.ru

Проблемы и варианты совершенствования индукционного комплекса переплавки отходов алюминиевого производства

Аннотация: Совершенствование индукционного комплекса переплавки отходов алюминиевого производства АО «Арконик СМЗ» связано с повышением надежности, энергоэффективности комплекса в целом, минимизацией затрат на ремонт оборудования и сведения к минимуму простоев литейного производства.

Ключевые слова: индукционный комплекс, индуктор, печной трансформатор, схема управления, коммутация, регулирование под нагрузкой, тиристоры, человеческий фактор, автоматика управления, программное обеспечение.

Y.A. MAKARICHEV, Doctor of Technical Sciences,
E.A. POLYANSKY, graduate student.

Samara State Technical University
443100, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: makarichev2801@mail.ru , sgespea@mail.ru

Problems and options to improve induction melting complex for remelting of aluminum production

Abstract: Improvement of induction complex for remelting of aluminum production wastes of JSC "Arconik SMZ" is related to improvement of reliability, energy efficiency of the complex as a whole, minimization of repair costs of equipment and minimization of downtime of foundry production.

Key words: induction complex, inductor, furnace transformer, control circuit, switching, regulation under load, thyristors, human factor, control automation, software.

1. Описание индукционного комплекса

АО «Арконик СМЗ» (Самарский металлургический завод) один из крупнейших производителей алюминиевых полуфабрикатов в Евразии. Основной продукцией АО «Арконик СМЗ» является алюминиевый прокат и прессовая продукция. Неотъемлемой частью прокатного и прессового производств являются алюминиевые отходы в виде обрезки полосы проката, стружки, ленты, остатков и обрезков слитков после прессования (далее – шихта). От рационального использования алюминиевых отходов и их повторного использования зависит себестоимость продукции в целом.

Для переплавки отходов алюминиевого производства используется индукционные комплексы ИАТ-6 с максимальной загрузкой до 6 тонн. ИАТ-6 состоит из следующих основных частей:

- распределительного устройства 10 кВ;
- ячейки распределительного устройства 10 кВ, которая включает в себя вакуумный выключатель, устройства релейной защиты и автоматики;
- специального печного трансформатора типа ЭОМН-2700/10-73У3 с переключающим устройством РПН типа РНО-23-625/10;
- системы компенсации реактивной мощности;
- схемы управления работой и контроля индукционного комплекса;
- индуктора;
- системы охлаждения и вентиляции индуктора;
- устройства загрузки шихты и слива расплава.

2. Принцип действия индукционного комплекса.

Работа индукционного комплекса начинается с загрузки шихты в индуктор посредством механических устройств, таких как мостовой кран со специальным загрузочным устройством. Далее плавильщик, находящийся рядом с индуктором, проверяет включение и работоспособность системы охлаждения, отсутствие запретов в схеме управления, дистанционно включает вакуумный выключатель в ячейке распределительного устройства 10 кВ. Включением вакуумного выключателя подается напряжение на индуктор через специальный печной трансформатор. Плавильщик индукционного комплекса начинает плавку шихты в индукторе переводя положения РПН трансформатора от большего положения (меньшего напряжения) к меньшему положению (большее напряжение), руководствуясь показаниями приборов и инструкцией [1]. По мере расплавления и оседания шихты в индукторе добавляются ее новые партии до номинальной загрузки ИАТ-6. В процессе выполнения плавки плавильщик, руководствуясь показаниями ваттметра и фазометра включает и отключает группы конденсаторов на шинах низкого напряжения, тем самым компенсируя реактивную мощность, поддерживая $\cos \varphi$ близкий к 1. После расплавления всей загруженной шихты индуктор наклоняется для слива расплава в слитки и отправки их в миксеры литейного производства. Далее процесс повторяется. За смену выполняется несколько плавков.

3. Проблемы индукционного комплекса.

3.1. Специальный печной трансформатор. Трансформатор типа ЭОМН-2700/10-73У3 с напряжением со стороны высокого напряжения (ВН) – 10 кВ и напряжением со стороны низкого напряжения (НН) от 210 В до 1054 В, которое регулируется в процессе работы устройством РПН типа РНО-23-625/10. Регулировка осуществляется ступенчато, подключением или отключением ответвлений обмотки регулирования от обмотки ВН. Устройство регулировки напряжения под нагрузкой РПН – одно из наименее надежных узлов трансформатора. Особенность устройства РПН заключается в том, что ступенчатая регулировка напряжения должна выполняться без разрыва цепи тока обмотки трансформатора – выводы трансформатора (без перерыва питания, пусть даже кратковременного) и без закорачивания витков [3]. Для этого разработаны специальные схемы коммутации устройства РПН, включающие следующие основные конструктивные элементы:

- избиратель ответвлений, контакты которого размыкают и замыкают ветви цепи без тока;
- контакторы, размыкающие и замыкающие ветви цепи рабочим током;
- токоограничивающий реактор или резисторы;
- приводной механизм.

Приводной механизм устройства РПН – это электромеханическое устройство, которое состоит из асинхронного электродвигателя, редуктора и схемы управления.

Устройство РПН совместно с контактами располагается в отдельном баке, наполненном трансформаторным маслом. Бак устройства РПН не связан с баком трансформатора, где расположено ярмо с первичной и вторичной обмотками. Контакты контактора, размыкающие и замыкающие ветви цепи рабочим током переключаются под нагрузкой, т.е. при переключении происходят переходные процессы, связанные с образованием дуги при размыкании и замыкании контактов, что приводит к их интенсивному износу. Хотя контакты и предназначены для коммутации, сроки службы их невелики.

Устройство РПН постоянно находится в работе. Плавильщик постоянно выполняет переключения, выводя печь на оптимальный режим работы. В таком режиме устройство РПН печного трансформатора наиболее подвержено износу. Печной трансформатор требует частых планово-предупредительных ремонтов, межремонтные интервалы невелики. Несмотря на частые ремонты, выход из строя устройства РПН, как правило, носит внезапный характер. При отказах устройства, будь то износ контактов или неисправность в приводе, комплекс полностью выводится из работы, процессы плавки прекращаются, неминуемы убытки производства.

3.2. Схема управления работой и контроля индукционного комплекса.

Схема управления индукционным комплексом — это совокупность электромеханических переключающих устройств, релейных схем, схем управления, контроля, сигнализации и т.д. Схемой управления индукционного комплекса управляет плавильщик. Условия работы электро-механических устройств в литейных цехах располагает к преждевременному износу и отказам. Так же условия работы в литейном цехе безусловно негативно влияют на плавильщиков, которые управляют работой индукционного комплекса, что кроме причинения вреда здоровью работника, сказывается на его внимании и ответственности при принятии оперативных решений (человеческий фактор).

4. Варианты решения проблем индукционного комплекса.

4.1. Специальный печной трансформатор. Повысить надежность и энергоэффективность печного трансформатора, уменьшить затраты на ремонт трансформатора, увеличить межремонтные интервалы позволит применение полупроводниковой технологии — переключающих ключей (тиристоров) [2]. Переключающие ключи — применимы для замены всех контактов устройства РПН и приводного механизма. Вместо контактов и приводного механизма устройства РПН, которые наиболее подвержены износу и отказам возможно применение тиристоров [4] со схемой управления. Тиристоры подключаются к ответвлениям обмотки регулирования и к началу рабочей обмотке ВН. Переключающие ключи открываются и закрываются в определенные моменты времени на необходимые промежутки времени, поддерживая на стороне НН необходимый уровень напряжения для работы индукционного комплекса.

Для управления переключающими ключами необходима схема управления. Схема управления – устройство, которое будет интегрировано в схемы управления работой и контроля индукционного комплекса и должно управлять правильной работой переключающих ключей.

4.2. Схема управления работой и контроля индукционного комплекса.

Для повышения энергоэффективности индукционного комплекса предлагается вариант перевода схемы управления и контроля индукционного комплекса на автоматику управления и контроля индукционного комплекса [5]. Автоматика управления берет на себя функции по автоматизированному управлению процессом плавки. Подразумевается замена электромеханических схем управления на современные микропроцессорные технологии управления с соответствующим программным обеспечением.

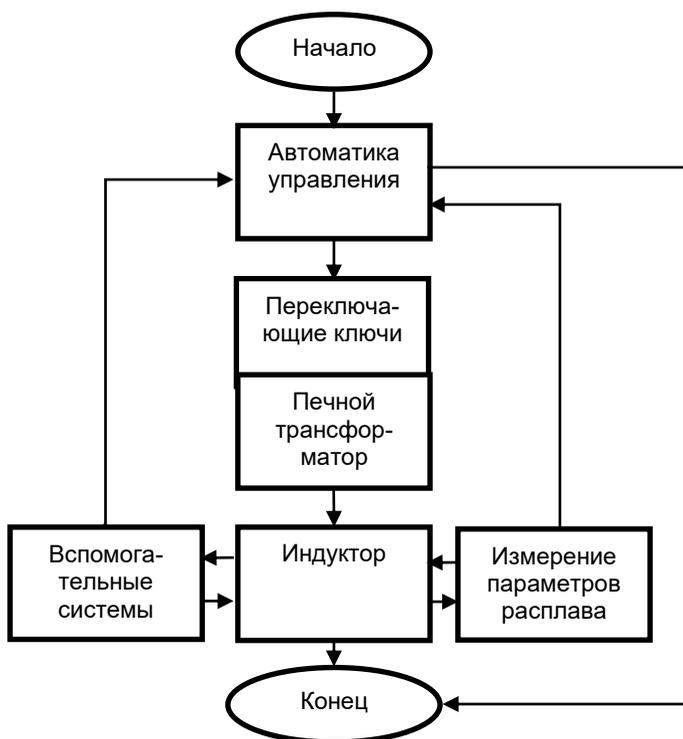


Рис. Структурная схема индукционного комплекса

Процесс плавки отходов производства с применением автоматики управления и контроля включает следующую последовательность. После загрузки шихты в индуктор начинается процесс подготовки к плавке. Авто-

матика управления программно запускает все основные и вспомогательные системы индукционного комплекса. При готовности комплекса и отсутствии запретов начинается процесс плавки. Автоматика собирает со всех датчиков информацию и программно поддерживает оптимальные режимы работы комплекса. Оптимальные режимы работы комплекса – оптимальный $\cos \varphi$, напряжение на индукторе, температура расплава, температура и давление охлаждающей воды и т.д. При правильно настроенной программе плавки возможно повышение энергоэффективности и поддержание качества расплава на высоком уровне.

На рисунке показана предлагаемая структурная схема реализации индукционного комплекса плавки алюминиевых отходов с использованием бесконтактной автоматизированной технологии регулирования процесса.

В предлагаемой схеме исключены наиболее критические по надежности и долговечности узлы комплекса – контактный РПН трансформатора и контакторная схема управления процессом. При реализации комплекса практически полностью исключается негативное влияние «человеческого фактора». Кроме этого, плавильщик индукционного комплекса выводится из опасной и неэкологичной зоны цеха. Осуществление предлагаемых мер приведет к снижению аварийных простоев оборудования, повышению его энергетической эффективности и снижению себестоимости продукции.

Литература

1. Инструкция по эксплуатации «Эксплуатация и обслуживание индукционных печей ИАТ». ИЭ 01-000-2021. АО «Арконик СМЗ», 2021. 38с.
2. Устройство регулирования напряжения преобразовательных трансформаторов под нагрузкой: учеб. пособие / Б.А. Аржанников. Екатеринбург: УрГУПС, 2017. 101 [1] с.
3. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф. и др. Электрическая часть станций и подстанций: учеб. для вузов / под ред. А.А Васильева; 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1990. 576 с.
4. Мартыненко В., Гришанин А., Самойлов А., Вельмискина О., Сергунина Т., Картаев В. Разработка и исследование мощного низкочастотного тиристора с блокирующим напряжением 10 кВ// Силовая электроника. 2016. №2. С 22-26.
5. Индукционные тигельные печи: учеб. пособие, 2-е изд., перераб. и доп. / Л.И.Иванова, Л.С.Грובהва, Б.А.Сокунов, С.Ф.Сарапулов. Екатеринбург: Изд-во УГТУ - УПИ, 2002. 87 с.

УДК 621.365.5

И.Ю. ДОЛГИХ, к.т.н.
М.Е. ТИХОВ, к.т.н.
А.В. АЛЕЙНИКОВ, к.т.н.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34
E-mail: ivan.dolgikh.89@mail.ru

Исследование электротепловых процессов индукционного сквозного нагрева цилиндрических титановых заготовок

Аннотация. На базе имитационного моделирования выполнен анализ электромагнитных и тепловых процессов индукционного сквозного нагрева цилиндрической титановой заготовки. Определены конструкция индуктора и параметры индукционной установки, обеспечивающие энергетическую эффективность процесса и равномерное распределение температурного поля в заготовке.

Ключевые слова: индукционный нагрев, моделирование, электротепловые процессы.

I.Yu. DOLGIKH, Candidate of Engineering Sciences
M.E. TIKHOV, Candidate of Engineering Sciences
A.V. ALEYNIKOV, Candidate of Engineering Sciences

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin,
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: ivan.dolgikh.89@mail.ru

Research of electrothermal processes of induction through heating of cylindrical titanium blanks

Abstract. On the basis of simulation modeling, an analysis of electromagnetic and thermal processes of induction through heating of a cylindrical titanium billet was carried out. The design of the inductor and the parameters of the induction installation are determined, which ensure the energy efficiency of the process and the uniform distribution of the temperature field in the workpiece.

Key words: induction heating, modeling, electrothermal processes.

Одним из прогрессивных электротехнологических процессов является индукционный метод нагрева, основанный на преобразовании энергии переменного электромагнитного поля в тепловую, посредством наведения в нагреваемом объекте вихревых токов. Широкий спектр энергетических и технологических преимуществ индукционного нагрева позволяет использовать его в различных производственных процессах [1, 2, 3, 4], связанных с тепловой обработкой изделий из металлов. Так, например, актуальной областью применения индукционных установок является сквозной нагрев, применяющийся в кузнечных цехах перед обработкой металлических заготовок давлением. При осуществлении сквозного нагрева важной задачей является строгое соблюдение тех-

нологических параметров, обеспечивающих высокую производительность процесса и требуемое распределение температурного поля с максимально достижимой равномерностью в объёме заготовки. С этой целью создаются электротехнические комплексы, включающие в себя помимо самого индукционного нагревателя устройства подачи и перемещения деталей в рабочей зоне установки, а также систему управления, обеспечивающую заданный режим работы оборудования.

В данной работе рассмотрены вопросы исследования сквозного нагрева цилиндрических заготовок из титана, температура пластической деформации которого находится в пределах 1000...1050 °С. Цель расчётов заключалась в разработке конструкции индуктора и выборе режима работы индукционной установки, обеспечивающих равномерный нагрев заготовки диаметром 35 мм и длиной 385 мм с максимально допустимым температурным перепадом 20 °С. Поставленная задача решалась посредством разработки имитационной модели, ориентированной на совместный расчёт электротепловых процессов. При этом цилиндрическая форма моделируемых объектов позволила вести расчёт в двумерной осесимметричной постановке, в которой витки индуктора и нагреваемая деталь представляются в виде сечений, расположенных справа от оси симметрии.

В основе решения электромагнитной задачи лежит уравнение электромагнитного поля, записываемое в квазистационарном приближении через азимутальную составляющую векторного магнитного потенциала. В качестве исходных данных задаются удельная электрическая проводимость и магнитная проницаемость материалов индуктора и изделия, а также подаваемое на индуктор напряжение и его частота. Результатом решения электромагнитной задачи является пространственное распределение векторного магнитного потенциала, используемое для определения плотности тока и тепловыделения в расчётной области. Это позволяет рассчитывать потребляемую индуктором и рассеиваемую в заготовке активные мощности, а также энергетические параметры индукционной нагревательной установки (коэффициент мощности и электрический КПД). В то же время распределение объёмной плотности тепловыделения требуется при решении тепловой задачи, основанной на дифференциальном уравнении теплопроводности, характеризующем распределение температурного поля в пространстве и во времени. Его решение требует корректного учёта температурной зависимости теплофизических свойств материалов моделируемых объектов (теплоёмкость, плотность и теплопроводность), что может быть осуществлено вводом соответствующих функций на основе табличных данных справочной литературы. Для учёта тепловых потерь с поверхности заготовки используются коэффициенты теплоотдачи конвекцией и излучением. В то же время важной особенностью модели является необходимость совместного параллельного расчёта электромагнитных и тепловых полей, что обусловлено зависимостью от температуры удельной электрической проводимости и магнитной проницаемости.

Проведённый расчёт показал целесообразность увеличения длины индуктора по сравнению с нагреваемой заготовкой, что необходимо для устранения краевого эффекта и выравнивания температурного поля вдоль заготовки. Однако это не решает проблемы, связанной со сложностью обеспечения равномерного нагрева по сечению детали. Так, например, при использовании стандартного режима работы индукционной установки, характеризующегося постоянством напряжения на индукторе, обеспечение заявленного температурного перепада возможно лишь за счёт существенного увеличения времени нагрева. В связи с этим для повышения производительности процесса рациональной является разработка оптимального режима, основанного на регулировании передаваемой от источника питания в нагреваемую деталь мощности. С этой целью была разработана модель индукционной установки, функционирующей совместно с системой автоматического управления на базе пропорционального регулятора. В основу системы управления положены данные о температуре на поверхности заготовки, которые сравниваются с требуемой по технологической величиной. При появлении сигнала рассогласования регулятор воздействует на источник питания и обеспечивает изменение напряжения на зажимах индуктора в установленных пределах. Тем самым обеспечивается уменьшение плотности тепловыделения в объёме заготовки при приближении её температуры к заданной.

Разработанная модель предоставляет широкие возможности в области исследования электротепловых процессов индукционного сквозного нагрева. Проведённые на модели вычислительные эксперименты позволили подобрать конструкцию индуктора, режим работы индукционной установки и коэффициент усиления регулятора системы управления, обеспечивающие высокие энергетические показатели и скорость нагрева при минимальном перепаде температур в сечении заготовки.

Литература

1. Слухоцкий А.Е. Установки индукционного нагрева: учеб. пособие для вузов / А.Е. Слухоцкий [и др.]; под ред. А.Е. Слухоцкого. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 328 с.
2. Зислин Г.С., Каменская Н.И. Восстановительная термическая обработка паропроводов ТЭС методом индукционного нагрева подвижным индуктором // *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 2011. – № 10. – С. 25-31.
3. Энергоэффективный индукционный нагрев алюминиевых заготовок перед прессованием / В.С. Немков, В.Б. Демидович, И.И. Растворова и др. // *Индукционный нагрев.* – 2012. – № 21. – С. 10-15.
4. Шамо́в А.Н., Лу́нин И.В., Ива́нов В.Н. Высокочастотная сварка металлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Политехника, 1991. – 240 с.

УДК 621.321

И.С. СНИТЬКО¹, к.т.н., доцент,
А.И. ТИХОНОВ², д.т.н., профессор,
А.В. СТУЛОВ³, к.т.н., зам.ген.дир. по научной работе

¹Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1

²Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская 34

³ООО «НПК «АВТОПРИБОР»,
260016, г. Владимир, ул. Большая Нижегородская, д. 94
E-mail: irant-kin@yandex.ru, aitispu@mail.ru, alxstl@mail.ru

Расчет взаимных индуктивностей обмоток трансформатора, расположенных на разных стержнях

Аннотация. Статья посвящена обзору методик расчета взаимных индуктивностей несоосных катушек, в том числе и обмоток трансформатора, расположенных на разных стержнях.

Ключевые слова: индуктивность, обмотка, силовой трансформатор, магнитная индукция, моделирование, магнитное поле.

I.S. SNITKO¹, Cand. Sc., associate professor,
A.I. TIKHONOV², D. Sc., Professor,
A.V. STULOV, Cand. Sc., Science director

¹Bauman Moscow State Technical University,
105005, Moscow, 2nd Baumanskaya St, 5, building 1

²Ivanovo State Power Engineering University,
153003, Ivanovo, Rabfakovskay St., 34

³LLC «NPK «AVTOPRIBOR»,
260016, Vladimir, st. Bolshaya Nizhegorodskaya, 94
E-mail: irant-kin@yandex.ru, aitispu@mail.ru, alxstl@mail.ru

Calculation of mutual inductances of transformer windings located on different rods

Abstract. The article is devoted to a review of methods for calculating the mutual inductances of misaligned coils, including transformer windings located on different rods.

Key words: inductance, winding, power transformer, magnetic induction, modeling, magnetic field.

Разработка уточненных имитационных моделей силовых трансформаторов предполагает учет расширенного числа параметров объекта, позволяющих с достаточной точностью моделировать возможные режимы работы [1,2]. В [3] показано, что при моделировании динамических режимов работы силовых трансформаторов важную роль играют взаимные индуктивности обмоток.

Взаимные индуктивности обмоток трансформатора, расположенных на одном стержне, могут быть определены по результатам расчета магнитного поля в двумерной осесимметричной постановке с использованием библиотеки конечно-элементного моделирования EMLib. Методика расчета и основные допущения приведены в [4].

Стоит отметить, что при определении взаимных индуктивностей обмоток трансформатора, расположенных на разных стержнях, невозможно использовать двумерную осесимметричную задачу. В этом случае необходимо рассматривать трехмерную постановку задачи (рис.1), что является достаточно трудоемким и не обладает требуемой точностью ввиду особенностей расчета методом конечных элементов.

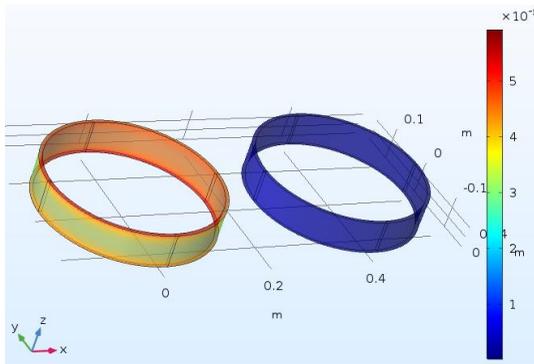


Рис.1. Трехмерная модель для определения взаимных индуктивностей несоосных катушек

Кроме решения полевой задачи, так же могут быть использованы аналитические метода определения взаимных индуктивностей.

В [5] приведена методика определения взаимных индуктивностей несоосных витков и обмоток, основанная на расчете их магнитного поля, и в целях упрощения содержащая большое количество коэффициентов, определяемых по таблицам весьма приближенно. Стоит отметить, что данные формулы проверены временем, дают приемлемый результат и к вышеназванным недостаткам можно добавить отсутствие универсальности и громоздкость вычислений.

Например, для двух одинаковых катушек прямоугольного сечения используется формула (1):

$$M = \frac{\pi}{32} \mu_0 \omega^2 \frac{d^4}{a^2} \left(\frac{Z_1}{b_1} - \frac{Z_2}{b_2} \right), \quad (1)$$

где ω – число витков катушки; d и a – соответственно средний диаметр и длина катушки; $b_1 = \sqrt{a^2 + y^2}$; $b_2 = y$; y – расстояние между осями катушек; Z_1 и Z_2 - функции геометрических размеров, определяемые с помощью полиномов Лежандра.

По методике, описанной в [6], взаимная индуктивность обмоток, расположенных на разных стержнях, определяется как

$$M = \frac{1}{2l} \sum_{i=0}^{w_a-1} \left[\sum_{k=0}^w \Phi \left(R_a - \frac{D_2}{2}, i \cdot D_2 - k \cdot D_1 \right) \right] + \frac{1}{2l} \sum_{i=0}^{w_a-1} \left[\sum_{k=0}^w \Phi \left(R_a + \frac{D_2}{2}, i \cdot D_2 - k \cdot D_1 \right) \right], \quad (2)$$

где D_1 и D_2 – диаметры проводников первой и второй катушек соответственно; w и w_a – число витков первой и второй катушек соответственно; l – ток первой катушки; R_a – средний радиус витка второй катушки.

Данная методика является универсальной, но требует больших вычислительных мощностей.

Для сопоставления результатов рассмотрим две цилиндрические катушки, каждая по 20 витков, выполненные проводом 3*6 мм, с внутренним диаметром 0,3 м, с межосевым расстоянием 0,4 м. Результаты расчета взаимных индуктивностей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчета

Метод	Взаимная индуктивность, мкГн	Расхождение с полевой моделью
Полевая задача	5,1185	-
По формуле (1)	3,583	3,7%
По формуле (2)	4,9286	30%

Из результатов можно сделать вывод, что определение взаимных индуктивностей несоосных обмоток целесообразно производить или с использованием трехмерных полевых моделей, или по формуле (2), поскольку данные методы дают наименьшее расхождение между собой.

Литература

1. Каржевин А.А., Подобный А.В., Снитко И.С., Тихонов А.И. Разработка цифровых двойников силовых трансформаторов на основе имитационных моделей в MATLAB Simulink // Информационные технологии в науке и производстве : Материалы IX Всероссийской молодежной научно-технической конференции, Омск, 19–20 апреля 2022 года. Омск: Омский государственный технический университет, 2022. С. 90-100.

2. Тихонов А.И., Подобный А.В., Снитко И.С., Стулов А.В., Каржевин А.А. Метод коррекции имитационной модели однофазного трансформатора с использованием осциллограмм тока холостого хода // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2022. – № 2. – С. 38-46.

3. Снитко И.С., Тихонов А.И., Стулов А.В., Мизонов В.Е. Разработка модели переходных режимов с учетом взаимной индуктивности полей рассеяния для реализации цифрового двойника трансформатора // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2021. – № 4. – С. 47-56.

4. Снитко, И. С. Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей: специальность 05.13.12 "Системы автоматизации проектирования (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Снитко Ирина Сергеевна. – Иваново, 2022. – 154 с.

5. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей: Справ. кн. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат: Ленингр. отд-ние, 1986. - 487 с.

6. Вихарев Д.Ю., Снитко И.С., Тихонов А.И. Аналитический расчет индуктивностей рассеяния на основе применения векторного потенциала магнитного поля // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 4-10.

УДК 621.314

К.В. КРЮКОВ, ст. преподаватель,
Н.С. ШОРСТКИН, аспирант
М.Г. КИСЕЛЕВ, к.т.н.

Московский энергетический институт
111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово,
ул. Красноказарменная, д. 14/1.
E-mail: shorstkinip@mpei.ru, kryukovkv@mpei.ru, kiselevMG@mpei.ru

Регулятор АБ в звене постоянного тока регулятора реактивной мощности асинхронного генератора

Аннотация. В работе представлен регулятор аккумуляторной батареи в звене постоянного тока СТАТКОМ для стабилизации амплитуды выходного напряжения асинхронного генератора. Разработана схема регулятора мощности АГ и описан алгоритм его работы.

Ключевые слова: СТАТКОМ, силовая электроника, системы управления

M.G. KISELEV, Candidate of Engineering,
K.V. KRYUKOV, Senior teacher
N.S. SHORSTKIN, graduate student

Moscow Power Engineering Institute
111250, Moscow, ter. of municipal district of Lefortovo,
Krasnokazarmennaya str., 14/1.
E-mail: shorstkinip@mpei.ru, kryukovkv@mpei.ru, kiselevMG@mpei.ru

Battery regulator in the DC-link of the reactive power regulator of the induction generator

Abstract. The paper presents a battery regulator in the DC-link by STATCOM to stabilize the amplitude of the output voltage of an induction generator (IG). The scheme of the IG power regulator was developed and the algorithm of its operation was described.

Key words: STATCOM, power electronics, control systems

В электроэнергетике интенсивно развиваются технологии по использованию возобновляемых источников энергии. Одним из перспективных направлений является ветроэнергетика. В ветроэнергетике для автономных систем мощностью от 10 до 100 кВт может эффективно использоваться асинхронный генератор (АГ) с короткозамкнутым ротором, т.к. он обладает следующими преимуществами: надежность, дешевизна, способность вырабатывать энергию при переменной скорости вращения ротора. Несмотря на все эти преимущества, в работе АГ есть существенные недостатки, которые ограничивают его эффективное использование в качестве автономного источника электроэнергии. Эти недостатки связаны со сложностью регулирования амплитуды и частоты выходного напряжения, а также в необходимости поддержания возбуждения АГ при помощи внешнего источника реактивной мощности.

Для стабилизации параметров напряжения АГ, необходимо регулировать активную и реактивную мощность АГ. Стандартным решением, является использование тиристорного компенсатора для регулирования реактивной мощности и балластной нагрузки для регулирования активной мощности. Однако такое решение обладает следующими недостатками: необходимость использования нескольких устройств для регулирования активной и реактивной мощности, а также не эффективное использование избыточной мощности АГ (избыток мощности будет рассеивается в резисторе в виде тепла). Решить эти проблемы возможно если использовать статический синхронный компенсатор (СТАТКОМ) с подключенным на шину постоянного тока регулятором АБ. В таком случае, АБ будет использоваться в качестве буферного элемента для накопления излишков энергии при высокой генерации, и для поддержания режима работы АГ при низкой генерации.

В литературе представлено большое количество работ, посвященных согласованию накопительных элементов с сетью [1]. Наибольшую популярность получили топологии на основе двунаправленного повышающего/понижающего преобразователя, т.к. они обладают высоким КПД, небольшим количеством элементов. По этой причине в качестве регулятора АБ был выбран двунаправленный регулятор. На рисунке 1 показана структурная схема СТАТКОМа с регулятором АБ на шине постоянного тока. Батарея конденсаторов С1 используются для первичного возбуждения асинхронного генератора. СТАТКОМ используется для стабилизации параметров напряжения АГ, и выполняет следующие функции:

- Регулирование реактивной мощности для поддержания частоты напряжения АГ
- Регулирование активной мощности для поддержания амплитуды напряжения АГ

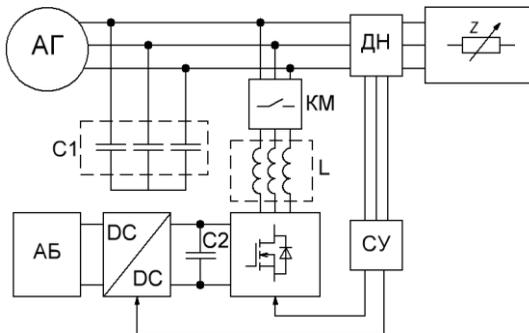


Рис. 1. Структурная схема СТАТКОМа с регулятором АБ в звене постоянного тока

На рис. 2 представлены результаты моделирования СТАТКОМа в режиме стабилизации параметров напряжения АГ.

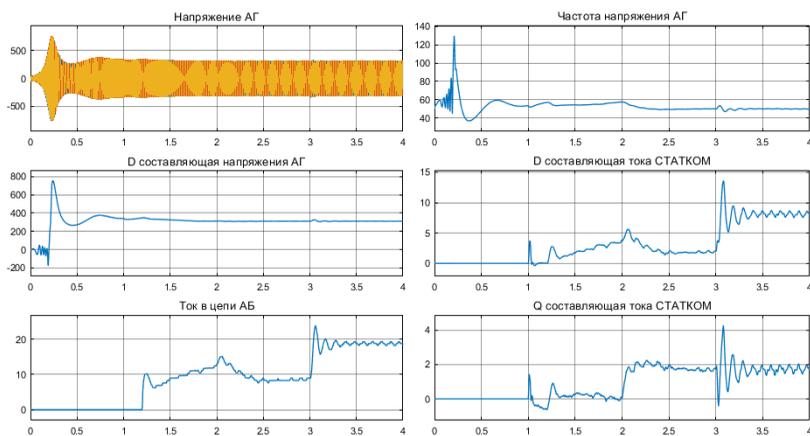


Рис. 2. Результаты моделирования

На интервале времени от 0 до 1 с происходит возбуждение АГ, при этом СТАТКОМ отключен от АГ контактором КМ. В момент времени $t_1 = 1$ с происходит подключение СТАТКОМа к АГ и начинается заряд конденсатора C2 на стороне постоянного тока. Далее, в момент времени $t_2 = 1.2$ с, система управления переводит СТАТКОМ в режим стабилизации напряжения на выходе АГ. Из рисунка видно, что регулирование амплитуды напряжения АГ достигается за счет увеличения потребле-

ния активной мощности регулятором АБ. В момент времени $t_3 = 2$ с включатся режим стабилизации частоты напряжения АГ, за счет регулирования реактивной мощности. Возмущение со стороны нагрузки моделируется путем увеличения ее сопротивления в момент времени $t_4 = 3$ с. Как видно из рис. 2, в этот момент времени, увеличивается ток, потребляемый АБ для поддержания на заданном уровне напряжения АГ.

Вывод. Анализ результатов моделирования показал, что применение СТАТКОМа с регулятором АБ в звене постоянного тока позволяет стабилизировать частоту и амплитуду напряжения АГ, за счет использования АБ в качестве буферного элемента для хранения излишка энергии.

Литература

V. Fernão Pires, Enrique Romero-Cadaval, D. Vinnikov, I. Roasto, J.F. Martins, «Power converter interfaces for electrochemical energy storage systems – A review», Energy Conversion and Management, Volume 86, 2014, pages 453-475

УДК 531.3: 621. 3

А.Е. САВЕНКО, к.т.н., доцент,
П.С. САВЕНКО, аспирант

Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе 82
E-mail: savenko-70@mail.ru

Контроль угла нагрузки синхронных генераторов для обеспечения устойчивой работы судовых автономных электротехнических комплексов

Аннотация. Рассмотрена зависимость и разработана методика построения карт настройки зависимости колебаний углов нагрузки параллельно работающих генераторов от значений люфтов регуляторов частоты вращения. Предложены меры на основе контроля углов нагрузки для предотвращения обесточивания судна при избыточной рекуперированной мощности и существовании обменных колебаний мощности.

Ключевые слова: обменные колебания мощности, параллельная работа, электротехнический комплекс, генераторный агрегат, экспериментальные исследования.

A.E. SAVENKO, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
P.S. SAVENKO, Postgraduate student

Kerch State Maritime Technological University
298309, Russian Federation, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze St. 82
E-mail: savenko-70@mail.ru

Control of the load angle of synchronous generators to ensure stable operation of ship autonomous electrical power systems

Abstract. The dependence is considered and a technique is developed for constructing maps for adjusting the dependence of oscillations in the load angles of generators operating in parallel on the backlash values of the speed controllers. Measures are proposed based on the control of load angles to prevent the de-energization of the ship in case of excess regenerative power and the existence of power exchange oscillations.

Key words: exchange power oscillations, parallel operation, electrical power systems, generating set, experimental research

Автономные электротехнические комплексы чаще всего используют в качестве источников электрической энергии дизель-генераторные установки в режиме их параллельной работы. Одним из наиболее распространенных и ответственных мест применения таких электротехнических комплексов являются морские суда, на которых задача обеспечения непрерывной и качественной работы судовой электростанции чрезвычайно важна. В случае исчезновения электрического питания морское судно рискует потерпеть катастрофу и не обеспечить сохранность груза и жизнь экипажа. С целью предупреждения возникновения таких ситуаций необходимо осуществлять постоянный контроль за работой судового электротехнического комплекса и не допускать его обесточивания. При параллельной работе судовых дизель-генераторных агрегатов особого внимания заслуживает мониторинг их углов нагрузки с целью недопущения перехода генерирующих установок в двигательный режим.

Переход судовых дизель-генераторных агрегатов в двигательный режим может происходить по нескольким причинам. В качестве основных можно выделить избыточный приток в электрическую систему рекуперированной мощности и возникновение обменных колебаний мощности с амплитудами, превышающими допустимые значения (рис. 1).

Основной причиной возникновения обменных колебаний мощности являются люфты в контурах регулирования частоты параллельно работающих дизель-генераторов [1]. Результаты, полученные с использованием математического моделирования (рис.2), демонстрируют зависимость углов нагрузки генераторных агрегатов от значений люфтов. На карте настройки (рис.2) видно, что увеличение значений люфтов приводит к увеличению колебаний углов нагрузки параллельно работающих генераторов, причем зависимость аналогична зависимости амплитуды обменных колебаний мощности от значений люфтов [2].

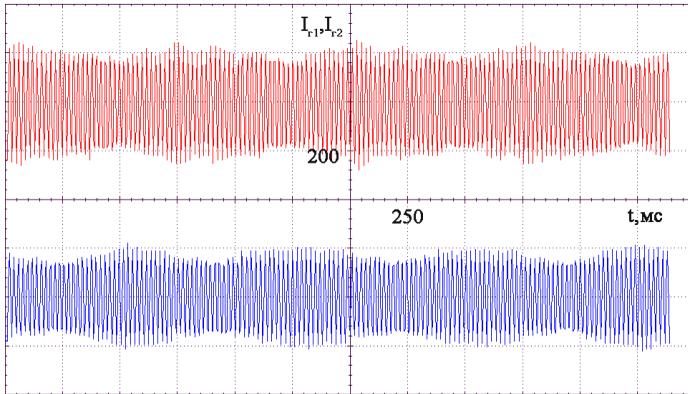


Рис. 1. Обменные колебания мощности в автономном судовом электротехническом комплексе

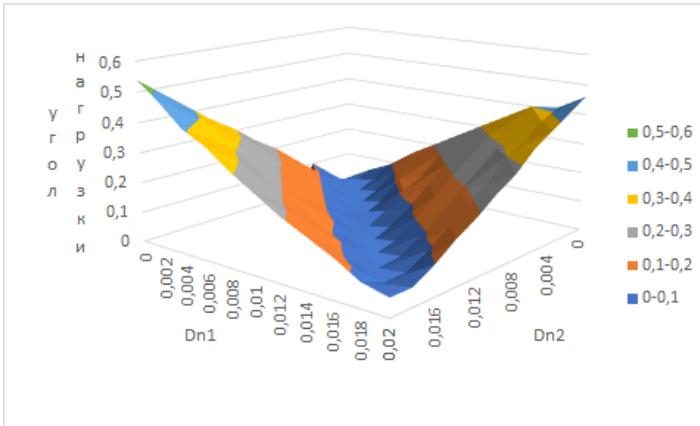


Рис. 2. Карта зависимости амплитуды колебаний угла нагрузки синхронного генератора от зазоров люфта Dn1 и Dn2 регуляторов частоты

На некоторых типах морских судов, таких как трубокладчики, кабелеукладчики, а также морских судах с мощными грузовыми кранами на основе электрического привода, в режимах спуска грузов рекуперированная электрическая энергия поступает в судовую сеть. Если нагрузка судовой сети меньше, чем количество рекуперированной электроэнергии, то судовые генераторы начнут переход в двигательный режим с соответствующим изменением углов нагрузки. При этом системы автоматической защиты остановят работу дизель-генераторов и обесточат судно. Конечно, возможна установка дополнительных устройств, например, нагревательных элементов, для рассеивания рекуперированной электри-

ческой энергии, но при значительных ее объемах, это оказывается невозможным. В случае совпадения превышения амплитуды обменных колебаний мощности допустимых значений и одновременного поступления в судовую сеть избыточного количества рекуперированной электрической энергии ситуация усугубляется и становится вдвойне опасной и трудно контролируемой.

Для устранения вероятности возникновения такой ситуации в электротехническом комплексе судна необходимо предусмотреть обязательные меры. Для предотвращения превышения амплитуды обменных колебаний мощности необходимо постоянно контролировать колебания углов нагрузки при параллельной работе и ограничивать такие колебания путем уменьшения коэффициентов усиления регуляторов частоты. Также необходимо предусмотреть аккумуляторные батареи, которые через инверторные преобразователи будут питать электрической энергией крановые электроприводы. Эти аккумуляторные батареи в режиме зарядки способны поглощать рекуперированную электроэнергию.

Литература

1. Савенко А.Е., Голубев А.Н. Обменные колебания мощности в судовых электротехнических комплексах // Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина. – Иваново, 2016. – 172 с.

2. Савенко А.Е. Использование угла нагрузки синхронных генераторов для устранения обменных колебаний мощности в автономных электротехнических комплексах / А. Е. Савенко, П. С. Савенко // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. – № 1. – С. 197-207. – DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-1-197-207.

УДК 621.311

И.Ф. САЯХОВ, старший преподаватель

Уфимский университет науки и технологий, кафедра электромеханики
450008, г. Уфа, ул. Карла Маркса 12
E-mail: isayakhov92@mail.ru

Классификация конструкций дисковых электрических машин

Аннотация. В работе приведена классификация конструкций дисковых электрических машин с аксиальным рабочим зазором, а также примеры реализации данных машин.

Ключевые слова: электрические машины, аксиальный рабочий зазор

Ufa University of Science and Technology, Department of Electromechanics
450008, Ufa, Karl Marks st. 12
E-mail: isayakhov92@mail.ru

Classification of designs of disk-type electrical machines

Abstract. The paper presents a classification of the designs of disk-type electrical machines with an axial air-gap, as well as examples of the implementation of these machines.

Key words: electrical machines, axial clearance

Классификация конструкций дисковых машин состоит из общих структур, определенных в соответствии с количеством статоров и роторов. Односторонняя машина с одиночным статором и одиночным ротором (рис. 1, а) является элементарной конструкцией, от которой произошли двухсторонние машины: с двойным ротором (рис. 1, б) и двойным статором (рис. 1, в). Следующий уровень классификации основан на материале сердечника статора, будь то сердечник из железа (с пазами на статоре или беспазовый) или без сердечника (безжелезная конструкция). Дисковая машина с безжелезным статором (рис. 1, г) и двойными роторами имеет обмотку, расположенную на немагнитной и изолированной конструкции. Тем самым, благодаря отсутствию магнитопровода статора, исключаются зубцовый момент, потери на вихревые токи, а также гистерезисные потери.

Повышение величины магнитного потока в немагнитном зазоре безжелезной дисковой машины также можно достичь путем применения магнитной сборки Хальбаха (рис. 2), при этом необходимость в стальном ярме ротора отпадает. Таким образом, безжелезная конструкция дисковой ЭМ со сборкой Хальбаха потенциально обладает наибольшей удельной мощностью и энергоэффективностью. Дисковая машина с безжелезным статором (рис. 1, г) и двойными роторами имеет обмотку, расположенную на немагнитной и изолированной конструкции. Повышение величины магнитного потока в немагнитном зазоре безжелезной дисковой машины можно достичь путем применения магнитной сборки Хальбаха (рис. 2).

Дисковые электрические машины в авиации применяются в качестве электродвигателей и генераторов различных прототипов гибридных и электрических силовых установок летательных аппаратов. В Launchpoint Technologies [1] разработаны дисковые электрические машины для электрического привода хвостового винта для вертолета Bell 206A/B. Данные дисковые электрические машины обладают удельной мощностью до 8,2 кВт/кг благодаря конструкции на основе двойных роторов со сборкой Хальбаха и безжелезного статора.

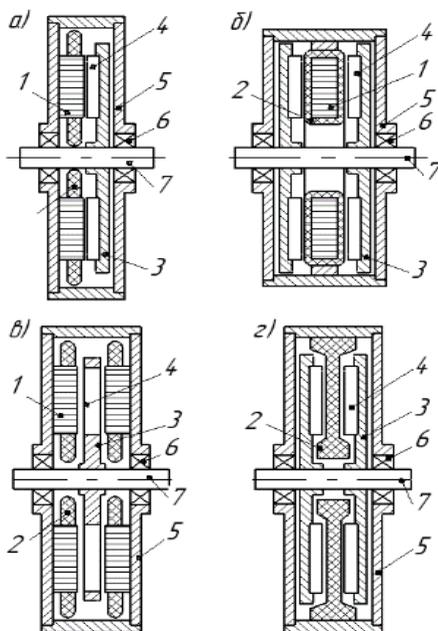


Рис. 1. Основные конструкции дисковых машин: а – односторонняя с пазовым статором; б – двухсторонняя с внутренним ферромагнитным статором; в – двухсторонняя с внутренним ротором; г – двухсторонняя с внутренним безжелезным статором; 1 – магнитопровод статора; 2 – обмотка статора; 3 – ротор; 4 – ВПМ; 5 – корпус; 6 – подшипники; 7 – вал

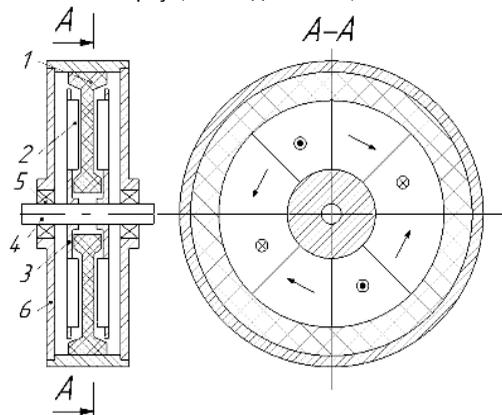


Рис. 2. Двухсторонняя дисковая машина без магнитопроводов на статоре и роторе: 1 – обмотка безпазового безжелезного статора; 2 – ВПМ с магнитной сборкой Хальбаха; 3 – двойной ротор; 4 – вал; 5 – подшипники; 6 – корпус

Дисковые электродвигатели компании Emrax [2] имеют конструкцию с двумя роторами и зубцовым статором без ярма, расположенным между ними. Данные электродвигатели применяются в приводах воздушных винтов электрических планеров: Apis EA2, Electric Taurus. Данные двигатели имеют удельную мощность до 9 кВт/кг.

Электродвигатели компаний YASA и Magnax [3, 4] также имеют конструкцию с двумя роторами и зубцовым статором без ярма, расположенным между ними. Широкий интерес к данной конструкции обусловлен простой технологией сборки статора и эффективной системой охлаждения. Дисковые электродвигатели YASA и Magnax применяются для гибридных электрических систем летательных аппаратов. В данных решениях дисковый двигатель с удельной мощностью до 10 кВт/кг.

В представленной классификации приведены наиболее распространенные конструкции дисковых ЭМ. Другие вариации конструкций достигаются изменением отдельных элементов: формы постоянных магнитов, магнитопровода статора, магнитопровода ротора, схемы обмотки. Анализ публикаций показывает, что дисковые двигатели находят все более широкое применение в летательных аппаратах. Представленные дисковые ЭМ уже широко используются в авиационной отрасли. При этом они являются коммерческими продуктами с серийным выпуском, а не отдельными исследовательскими проектами.

Литература

- 1.HOME - LaunchPoint EPS An aerospace propulsion and power generation company [Electronic resource]. URL: <https://launchpointeps.com/> (accessed: 22.03.2022).
- 2.EMRAX | Axial flux e-motors | lightweight | powerful - EMRAX [Electronic resource]. URL: <https://emrax.com/> (accessed: 22.03.2022).
- 3.YASA | Electric Motor Manufacturers | Automotive OEM | YASA Ltd [Electronic resource]. URL: <https://www.yasa.com/> (accessed: 22.03.2022).
- 4.Magnax Yokeless Axial Flux Technology [Electronic resource]. URL: <https://www.magnax.com/home> (accessed: 22.03.2022).

УДК 621.313.333

А.Н. ГОЛУБЕВ, д.т.н.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: alenikgo@yandex.ru

Синхронный электропривод с управлением по основному энергетическому каналу

Аннотация. Одним из вариантов улучшения технико-экономических характеристик синхронного электропривода является его построение на базе исполнительного двигателя с увеличенным числом фаз. Однако специфика m -фазного

($m > 3$) синхронного двигателя, связанная с переносом электромагнитной энергии целым спектром пространственных гармонических поля, ставит задачу разработки построения системы автоматического управления, учитывающей эти особенности.

Ключевые слова: синхронный электропривод, многофазный синхронный двигатель, энергетические характеристики, временные и пространственные гармоники.

A.N. GOLUBEV, Doctor of Engineering

Ivanovo State Power Engineering University,
153003, Ivanovo, Rabfakovskay St., 34
E-mail: alenikgo@yandex.ru

Synchronous electric drive with main control power channel

Abstract. One of the options for improving the technical and economic characteristics of a synchronous electric drive is its construction on the basis of an executive engine with an increased number of phases. However, the specificity of the m -phase ($m > 3$) synchronous motor associated with the transfer of electromagnetic energy by a whole spectrum of spatial harmonic fields sets the task of developing an automatic control system that takes these features into account.

Key words: synchronous electric drive, multiphase synchronous motor, energy characteristics, time and spatial harmonics

Построение синхронного регулируемого электропривода (ЭП) при высоких требованиях к его статическим и динамическим характеристикам, диапазону регулирования скорости и повышенным энергетическим показателям сталкивается со сложностью исполнительного двигателя как объекта управления (ОУ), что приводит к конструктивно-технической сложности как преобразователя частоты (ПЧ), так и всей электромеханической системы (ЭМС). При использовании в ЭП низковольтных источников энергии, имеющих широкое применение в специальных автономных установках, значимость данной проблемы возрастает.

При разработке ЭП традиционно используется концепция конструктивной неизменности исполнительного двигателя и функциональной зависимости конструкции ПЧ и системы управления ЭП от требований к характеристикам ЭМС. Очевидно, что ужесточение требований к качеству регулировочных характеристик ЭМС обуславливает усложнение как силового преобразователя, так и системы управления. В этой связи при рассмотрении ЭП как единого функционального элемента целесообразно использовать концепцию конструктивной вариативности всех его основных составных компонентов, в том числе и исполнительного двигателя. Такая стратегия позволяет принимать более простые технические решения благодаря рациональному перераспределению ряда функциональных свойств ЭМС между ее основными элементами, что обуславливает снижение трудности при их практической реализации. Важнейшим параметром, который оказывает самое существенное влия-

яние на характеристики ЭП и обеспечивает оптимизацию целого спектра его технико-экономических показателей [1, 2], является число фаз m статорной обмотки исполнительного двигателя.

Особенности m -фазного ($m > 3$) синхронного двигателя (СД) как ОУ, связанные, в первую очередь, с увеличением числа фазных электромагнитных переменных и специфическим, по сравнению с традиционными 3-фазными двигателями, переносом электромагнитной энергии по отдельным пространственным гармоническим, обуславливают необходимость особого подхода к построению системы автоматического управления (САУ), то есть использованию специальных принципов управления и структурного построения САУ, обеспечивающих наиболее полное использование преимуществ m -фазной машины в плане общего улучшения технико-экономических характеристик синхронного ЭП [2].

При построении многофазного ЭП следует учитывать:

- с увеличенным числом фаз отпадает необходимость формирования фазных токов по синусоидальному закону, что не приводит к ухудшению качества энергетических и регулировочных характеристик ЭМС [2];

- САУ m -фазным СД должна быть инвариантна к числу его фаз, что определяет целесообразность реализации ЭП на основе модульно-фазового принципа управления (система управления формирует модуль и фазу вектора напряжения статора $\bar{U}_S(1)$, приведенного к первой пространственной гармонической $v=1$).

Исследование m -фазного синхронного ЭП с реализацией модульно-фазового принципа управления позволяет выявить особенности влияния канала возбуждения на электромагнитные процессы в исполнительном двигателе, которое является в общем случае неоднозначным. Причина в том, что наличие этого канала неконтролируемо изменяет взаимное расположение векторов тока статора и потокосцеплений, приведенных к высшим ($v > 1$) пространственным гармоникам [1]. В итоге для $v > 1$ составляющие электромагнитного момента могут оказаться отрицательными, что указывает на то, что поток энергии по v -му энергетическому каналу меняет свое направление: от СД к источнику.

Для решения этой задачи теоретически можно либо увеличить задание на возбуждение, либо эксплуатировать двигатель на пониженных скоростях, причем при малых нагрузках на валу. Увеличение потокосцепления на 15÷30% для «положительного» использования высших гармоник (создание дополнительных постоянных составляющих электромагнитного момента) в принципе допустимо, однако обуславливает увеличение потерь в стали и на возбуждение, при этом возрастает вероятность попадания в зону насыщения. Исследования показывают,

что увеличение задания на ток возбуждение I_f^{1*} при сохранении установленной номинальной мощности СД снижает модуль тока статора

$\left| \bar{I}_s \right|$. Например, при увеличении I_f^* на 20÷30% обратно пропорционально снижается величина тока статора. Однако следствием усиления сигнала задания по каналу возбуждения САУ является насыщение магнитопровода СД, что приводит к снижению эффективности управления ЭП.

Стремление достичь эффекта положительного направления потока энергии по высшим гармоникам напряжений и токов от источника питания к исполнительному двигателю путем изменения кратности пускового момента и интенсивности задания скорости СД также не приводит к желаемым результатам. Таким образом, управление m -фазным СД только по основному энергетическому каналу САУ не оказывает необходимого влияния на направление перетока энергии между СД и источником по высшим ($\nu > 1$) гармоникам в квазиустановившемся режиме работы ЭП.

Вывод: указанное позволяет сделать заключение о необходимости принятия специальных мер при построении ЭП для реализации преимуществ многофазного СД. Такой подход может быть реализован на основе целенаправленного формирования электромагнитных переменных m -фазного СД по всем энергетическим каналам (для $\nu < m$) путем принудительного обеспечения необходимого взаимного расположения векторов потокосцепления и тока статора для высших пространственных гармоник, то есть на базе многоканального принципа построения САУ.

Литература

1. Голубев А.Н. Математическая модель синхронного двигателя с многофазной статорной обмоткой/ А.Н. Голубев, А.А. Лапин// Электротехника. 1998. №9. С. 8–13.
2. Голубев А.Н. Многофазный синхронный электропривод/ А.Н. Голубев, А.А. Лапин // Электричество. 2005. No2. С. 43–47.

УДК 621.314

М.С. САЙКИН, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
Email: saikinms@mail.ru

Магнитожидкостные герметизаторы электротехнологического вакуумного оборудования

Аннотация. Приведены особенности применения магнитожидкостных герметизаторов вращающихся валов и разъёмных соединений вакуумного электротехнологического оборудования. Даны рекомендации по выбору конструкций магнитожидкостных герметизаторов, элементов магнитной цепи и геомет-

рии зубцов в зависимости от области их применения.

Ключевые слова: электротехнологическое вакуумное оборудование, магнито-жидкостный герметизатор, постоянный магнит, магнитная жидкость.

M.S. SAIKIN, candidate of Technical Science, lecturer,

Ivanovo State Power Engineering University,
153003, Ivanovo, Rabfakovskay St., 34
Email: saikinms@mail.ru

Magnetic liquid sealers of electrotechnological vacuum equipment

Abstract: the features of the use of magnetic fluid seals of rotating shafts and detachable connections of vacuum electro technological equipment are given. Recommendations are given on the choice of designs of magnetic fluid seals, elements of the magnetic circuit and the geometry of the tooth, depending on the area of its application.

Key words: electro technological vacuum equipment, magnetic fluid sealer, permanent magnet, magnetic fluid.

Решение задач герметизации узлов вакуумного электротехнологического оборудования во многих случаях возможно только при использовании магнито-жидкостных герметизаторов (МЖГ).

Это вращающиеся валы вакуумных камер установок электронно-лучевой сварки (ЭЛС), быстроразъёмные герметизаторы камер вакуумной плавки легированных сталей, вакуумные установки выращивания кристаллов, газодинамические контуры мощных лазеров.

Для решения задач герметизации вращающихся валов и разъёмных соединений магнито-жидкостные герметизаторы электротехнологического оборудования должны удовлетворять следующим эксплуатационным требованиям: ресурс работы не менее 5000 часов; температура в герметизируемом объёме до 300°C; степень вакуума 10^{-3} – 10^{-4} мм.рт.ст; скорость вращения вала до 15 м/с. К разъёмным статическим герметизаторам предъявляется требование простоты их монтажа и демонтажа при диаметре до 1500 – 2000 мм. Повышенная температура в объёме камеры требует дополнительной системы охлаждения, что достигается выполнением охлаждающих каналов в полюсах МЖГ.

Применение МЖГ в электротехнологическом вакуумном оборудовании полностью исключает утечки герметизируемой среды и не требует постоянной работы насосов откачной системы. Анализ конструкций МЖГ [1] показывает, что герметизаторы модульного типа обеспечивают требуемую надёжность герметизации вращающихся валов, за счёт постоянства рабочего зазора по всей его длине [2]

Магнитный узел МЖГ (рис. 1) состоит из постоянного магнита 1, намагниченного в радиальном направлении, полюсных наконечников 2 и 3, и магнитопровода 4. На внутренней цилиндрической поверхности

вала 5 выполнены зубцы. Один из полюсных наконечников 2 имеет выточку, предназначенную для установки магнитопроводных колец с различными внутренними диаметрами 6. Магнитная жидкость (МЖ) 7 удерживается пондеромоторной силой между полюсными наконечниками 2 и 3, и магнитопроводом 4.

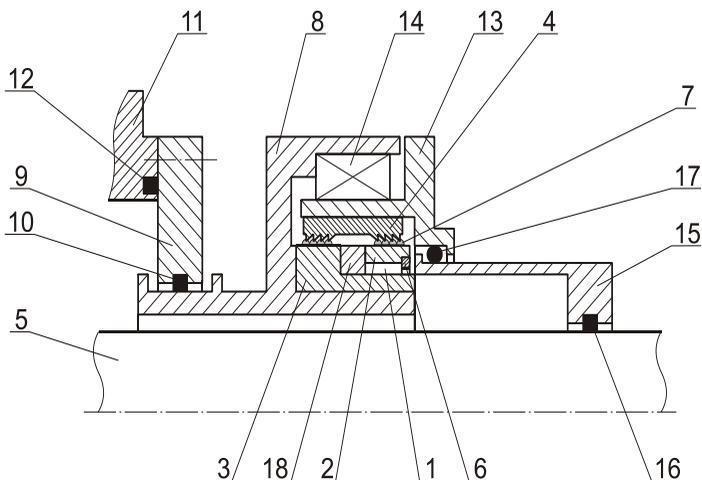


Рис. 1 Магнитожидкостный герметизатор модульного типа

Магнитный узел расположен на неподвижной части составного корпуса 8, и крепится к фланцу 9, угловые перемещения которого компенсируются эластичным кольцом 10. Фланец жёстко закреплён к корпусу электротехнологического оборудования 11. Герметизацию между фланцем и корпусом обеспечивает статическое уплотнение 12.

Вращающаяся часть составного корпуса 13, соединена с его неподвижной частью через подшипниковую опору 14 и с валом при помощи промежуточной втулки 15. Статические уплотнения 16 и 17 обеспечивают её герметичность. Между полюсными наконечниками установлена немагнитопроводная втулка 18. Она служит для фиксации элементов конструкции и возможности установки постоянных магнитов между ними.

Регулировка градиента магнитной индукции, действующей на магнитную жидкость в рабочих зазорах, осуществляется за счёт магнитопроводных колец 6 с различными внутренними диаметрами. Они устанавливаются в выточку 2. Возможен режим работы, при котором МЖ в рабочих зазорах удерживается только полями рассеяния, например, во время проведения регламентных работ. Изменение магнитной индукции в рабочем зазоре герметизатора позволяет регулировать его эксплуатационные характеристики и выбрать рациональный режим работы для достижения требуемого ресурса работы [3].

Геометрия зубцовой области МЖГ соответствует следующим соотношениям: $b=(20-30)\delta$, $t=(2-4)\delta$, где b – шаг зубца, t – площадка при основании зубца. Зубец выполнен в форме прямоугольной или равно-сторонней трапеции с углом 45° или 60° . [4]. Обычно величина шага зубца составляет $b=1,5 - 3,0$ мм.

Такие конструкции МЖГ были внедрены для герметизации валов вентиляторов газодинамических контуров лазеров на диаметры, 45 мм, 90 мм и 170 мм. Это позволило снизить расход газообразного азота на 40000 м³ в год на одной установке. Кроме этого, внедрение МЖГ позволило отказаться от использования сложных и громоздких магнитных муфт, реализовать непрерывный режим работы и расширить область применения существующих установок.

Применение конструкции МЖГ модульного типа повышает надёжность и ресурс работы электротехнологического вакуумного оборудования за счёт гарантированной величины рабочего зазора и расширяет эксплуатационные параметры герметизатора, что достигается регулированием величины индукции.

Одна из конструкций МЖГ разъёмного соединения представлена на рис.2 [5]. Магнитный узел герметизатора включает в себя следующие элементы: постоянный магнит 1, неподвижные торцевую 2 и боковую 3 части, и подвижную торцевую часть 4.

На обращённых друг к другу неподвижной 3 и подвижной 4 частях поверхностей выполнена резьба. Немагнитопроводная втулка 5 обеспечивает монтаж магнитного узла на цилиндрическую поверхность 6. Для удобства вращения подвижной торцевой части 4 к ней закреплён специальный поворотный винт 7. Магнитная жидкость находится в рабочих зазорах δ_1 и δ_2 и удерживается в них пондеромоторной силой создаваемой постоянным магнитом.

Перед началом монтажа магнитного узла на цилиндрическую поверхность 6 величина зазора Δ , образованного между подвижной торцевой частью 4 и постоянным магнитом 1, максимальна. Большая часть магнитного потока рассеивается. Через рабочие зазоры δ_1 и δ_2 проходит 10-15% полного магнитного потока, что достаточно для удержания в них магнитной жидкости. Пондеромоторная сила, возникающая в результате взаимодействия МЖ с полем постоянного магнита 1, а также вязкостные и адгезионные силы препятствуют вытеканию последней под действием перепада давлений.

Перед началом монтажа магнитного узла на цилиндрическую поверхность 6 величина зазора Δ , образованного между подвижной торцевой частью 4 и постоянным магнитом 1, максимальна. При уменьшении зазора Δ происходит увеличение магнитного потока, проходящего через рабочие зазоры δ_1 и δ_2 . Возрастает перепад давлений, удерживаемый МЖГ. Максимальная величина магнитного потока, проходящего через рабочие зазоры δ_1 и δ_2 , и перепада давлений, удерживаемого герметизатором, достигается при $\Delta = 0$.

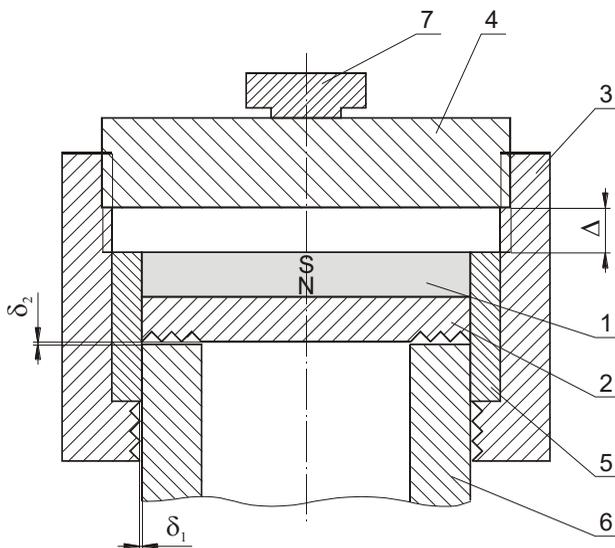


Рис. 2. Конструкция МЖГ разъёмного соединения

Таким образом, при плавном изменении зазора Δ , можно регулировать величину магнитного потока в рабочих зазорах δ_1 и δ_2 , и перепада давлений, удерживаемого МЖГ.

Величина перепада давлений зависит от характеристик материалов постоянных магнитов и магнитопровода, размеров и формы зубцов, выполненных на внутренней цилиндрической поверхности неподвижной боковой части 2 и подвижной торцевой части 4, величины магнитной индукции в рабочих зазорах и свойств магнитной жидкости.

Такая конструкция позволяет обеспечить плавное регулирование величины магнитного потока в рабочих зазорах герметизатора, тем самым добиться оптимальной величины магнитной индукции в рабочих зазорах МЖГ, а также упростить его монтаж и демонтаж на герметизируемый объем.

Отличительной особенностью магнитожидкостных герметизаторов быстроразъёмных соединений является уменьшенная величина рабочего зазора, которая составляет: $\delta=0,02 - 0,05$ мм и величина шага зубца $b=0,7-1,0$ мм. Значение максимальной магнитной индукции в этих герметизаторах находится в пределах $B_m=0,6 - 0,9$ Тл, а количество зубцов на полюсе $N=4 - 7$.

Такие МЖГ используются для герметизации камер вакуумной плавки металлов с остаточным давлением 10^{-4} мм.рт.ст. и трёхпозиционным узлом кристаллизации по стыковочному диаметру 1500 мм, например, в установке УЭ-196М.

В большинстве МЖГ применяются постоянные магниты из «закритических» материалов с величиной остаточной магнитной индукции 0,7–1,2 Тл и коэрцитивной силы 540 – 960 кА/м. Магнитопровод МЖГ изготавливают из низкоуглеродистых сталей с индукцией магнитного насыщения 2,0–2,1 Тл в полях с напряжённостью магнитного поля 50 кА/м.

По сравнению с традиционными статическими уплотнениями разъёмных соединений, МЖГ обеспечивают ресурс работы 20 - 25 лет при абсолютной герметичности оборудования. После разборки разъёмного соединения и последующей установкой МЖГ необходимо осуществить только замену магнитной жидкости в рабочем зазоре герметизатора.

Литература

1. Сайкин М.С. Разработка и анализ конструкций герметизаторов на основе магнитных наножидкостей для технологического оборудования / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т.12. N 1–2. С. 499-503.
2. Демиденко О.В., Сайкин М.С. Магнитожидкостное уплотнение. Патент на полезную модель, RU N 167895 U1, 11.01.2017. Заявка 2016136033 от 06.09.2016.
3. Сайкин М.С., Арефьев И.М. Технические аспекты повышения ресурса работы магнитожидкостного герметизатора. В сборнике 18-й Международной Плещской научной конференции по нанодисперсным магнитным жидкостям, 2018 г., С.489-494.
4. Магнитные жидкости в машиностроении/ Д.В. Орлов, Ю.О. Михалёв, Н.К. Мышкин и др.; под общей редакцией Д.В. Орлова, В.В. Подгоркова. М.: Машиностроение, 1993. -272 с.
5. Сайкин М.С. Разработка магнитожидкостных герметизаторов неподвижных разъёмных соединений / Вестник Рыбинской государственной авиационно-технической академии имени П.А.Соловьёва. 2019. N1(48). С. 26-32.

УДК 621.314

Д.А. АЛЕШИН, аспирант
Н.Н. ВИХОРЕВ, к.т.н.
Д.А. УЛЬЯНОВ, магистрант

Нижегородский государственный технический университет
имени Р.Е. Алексеева
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина 24
E-mail: dmitriy.aleshin.nn@gmail.com

Способ управления комплексом зарядных устройств модульных аккумуляторных батарей

Аннотация. В статье предложен способ построения источников питания, выполненных на базе силовых и высоковольтных модульных аккумуляторных батарей с интегрированными зарядными устройствами.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, зарядное устройство, модульная система

D.A. ALESHIN, Postgraduate Student
N.N. VIKHOREV, Candidate of Engineering
D.A. ULYANOV, Master Student

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
603950 Nizhny Novgorod, Minina st. 24
E-mail: dmitriy.aleshin.nn@gmail.com

Control method of a complex of chargers device for modular batteries

Abstract. The article proposes a method for constructing power supplies based on power and high-voltage modular batteries with integrated chargers.

Key words: battery, charger, modular system

В настоящее время повсеместное применение получили накопители электрической энергии, а в частности аккумуляторные батареи (АКБ), которые представлены от маломощных источников электроэнергии до гигантских аккумуляторных систем [1].

С ростом емкости АКБ возрастают и требования к мощности зарядных устройств. В настоящее время существует два основных подхода к увеличению номинальных напряжений и токов зарядного оборудования. Первый вариант подразумевает последовательное или параллельное наращивание силовых полупроводниковых приборов. Данный способ для максимальной эффективности требует равенства скоростей нарастания тока/напряжения, выравнивания времен включения/выключения, а также синхронной подачи импульсов управления на ключи [2].

Второй подход заключается в совместном подключении однотипных полупроводниковых преобразователей [3]. Модульная система получается несколько более ресурсозатратной, но более простой в плане технической реализации, поскольку необходимо выравнивание только лишь выходных параметров электроэнергии преобразователей, а также упрощает ремонтно-профилактические работы и повышает отказоустойчивость источником питания.

Примером схемотехнической реализации зарядного устройства может быть модульная структура с индивидуальным трансформатором (TV) и выпрямителем (VS).

Данная схема преобразования позволяет распределить всю мощность на несколько отдельных, параллельно работающих преобразователей. При этом пульсация тока на общей шине станет относительно низкой, что позволит сэкономить на ёмкости конденсатора фильтра сглаживания пульсаций. При этом схема работы зарядного устройства на общую нагрузку не позволяет осуществлять регулировку токов в разных модулях АКБ.

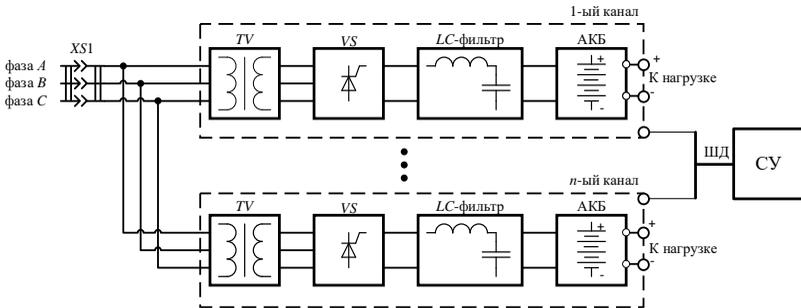


Рис. 1. Модульное зарядное устройство с индивидуальным трансформатором и выпрямителем

Реализация на рис. 1 также позволяет последовательно подключать аккумуляторные батареи благодаря гальванической развязке. Однако из-за индивидуальных трансформаторов, работающих на частоте сети, возрастают массогабаритные показатели устройства.

Структурная схема многоканального зарядного устройства со звеном двойного преобразования, работающим на высокой частоте, изображена на рис. 2.

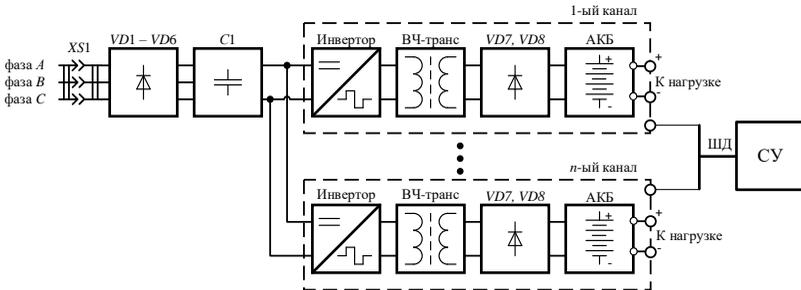


Рис. 2. Структурная схема многоканального зарядного устройства со звеном двойного преобразования

Она включает в себя: диодный выпрямитель $VD1 - VD6$, емкостной фильтр $C1$, несколько каналов для питания АКБ, количество которых определяется требуемой мощностью. Каждый из каналов содержит мостовой высокочастотный преобразователь, состоящий из инвертора, трансформатора и выпрямителя, работающими на высокой частоте, а также модуля АКБ. Сигналы управления и измеримые параметры каждого канала через шину данных (ШД) передаются в общую систему управления (СУ).

Схемотехническое решение позволяет независимо заряжать каждую АКБ за счет использования двойного преобразования с промежуточным высокочастотным трансформатором, что позволяет снизить массогабаритные показатели трансформатора.

При последовательном включении модулей существует проблема разбалансировке батарей при заряде одинаковыми токами. Для минимизации отклонения напряжения каждого из модулей АКБ предлагается межмодульная балансировка АКБ. Алгоритм работы балансировки следующий: измеряется напряжение каждого из АКБ и высчитывается средняя величина. В зависимости от того, как напряжения каждого из АКБ отклоняется от средней, происходит регулирование выходного тока каждого преобразователя.

При использовании приведённого алгоритма упрощается выравнивание напряжения АКБ посредством индивидуального управления величиной зарядного тока модуля.

Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание государственных услуг (тема № FSWE-2022-0006).

Литература

1. Кашкаров., А.П. Аккумуляторы: справочник / А.П. Кашкаров – М.: РадиоСофт, 2014 – 192 с.
2. Винтрих, А. Проблемы параллельного и последовательного соединения IGBT / А. Винтрих, У. Николаи, В. Турски и др. // Силовая электроника, № 4, 2013. С. 67-74.
3. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схематехника и расчет: учебное пособие. / Е.Н Гейтенко. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. 448 с.

УДК 621.314

К.А. ШИРШИН, студент
Д.А. АЛЕШИН, аспирант,
Н.Н. ВИХОРЕВ, к.т.н.

Нижегородский государственный технический университет
имени Р.Е. Алексеева
603155 г. Н. Новгород, ул. Минина 24
E-mail: kshirshin@gmail.com

Разработка многоканального ККМ для трансформаторного зарядного устройства аккумуляторных батарей

Аннотация. В работе предложен способ построения и приведены результаты моделирования корректора коэффициента мощности трансформаторного источника питания для зарядных устройств.

Ключевые слова: корректор коэффициента мощности, аккумуляторная батарея, трансформаторное зарядное устройство, модульная система.

K. A. SHIRSHIN, student
D.A. ALESHIN, graduate student,
N.N. VIKHOREV, Ph.D. in Engineering

Nizhny Novgorod State Technical University,
603155 Nizhny Novgorod Minina St, 24
E-mail: kshirshin@gmail.com

Development of a multi-channel power factor corrector for a transformer battery charger

Abstract. The paper proposes a method for constructing and presents the results of modeling the power factor corrector of a transformer power supply for chargers.

Key words: power factor corrector, storage battery, transformer charger, modular system.

Современные тенденции направлены на использование в источниках бесперебойного питания (ИБП) специальных устройств – корректоров коэффициента мощности (ККМ), снижающих эмиссию высших гармонических колебаний тока в сеть [1]. В основе ИБП лежат аккумуляторные батареи (АКБ), емкость которых варьируется в значительном диапазоне.

В большинстве ККМ используется входной диодный мост. Но из-за его применения в устройстве невозможно обеспечить наличие общей нейтрали сети и нагрузки [2]. Условие общей нейтрали является особенно важной с точки зрения электробезопасности. Так как человек, эксплуатирующий электрооборудование может оказаться под потенциалом отличным от нуля, что в свою очередь может привести к серьезным травмам. По этим причинам появился новый тип устройств – безмостовой корректор коэффициента мощности.

С ростом емкости АКБ возникает необходимость повышения мощности зарядных устройств. Существуют две основные концепции увеличения номинальной мощности зарядного устройства. Первая подразумевает под собой увеличение последовательно или параллельно соединённых силовых полупроводников приборов. Вторая заключается в использовании множества однотипных преобразователей (модульных систем). Этот подход является более ресурсозатратным, но повышает отказоустойчивость и упрощает техническую реализацию, так как не требует лишь контроль выходных параметров преобразователей электроэнергии.

Примером схемотехнической реализации корректора коэффициента мощности для трансформаторного зарядного устройства может быть структура с многоканальным ККМ.

Данная схема позволяет потреблять ток максимально близкий к синусоидальному, а также распределить мощность на несколько парал-

тельно работающих преобразователей и значительно снизить пульсации тока на общей шине.

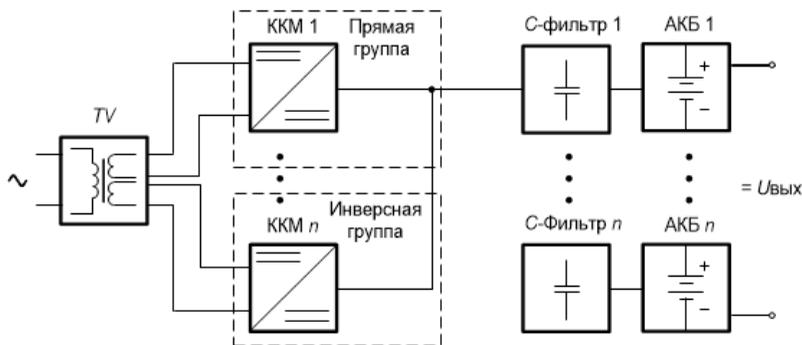


Рис. 1. Трансформаторное зарядное устройство с многоканальными корректорами коэффициента мощности

При моделировании использовались низковольтные никель-кадмиевые аккумуляторные батареи емкостью 300 Ач и номинальным напряжением 50 В, которые могут вносить значительные гармонические искажения в линию питающего напряжения. Алгоритм работы модели следующий: измеряется величина тока, запасенная дросселем, в каждом канале и сравнивается с опорным. На основе сигнала рассогласования происходит регулирование тока дросселя в канале преобразователя.

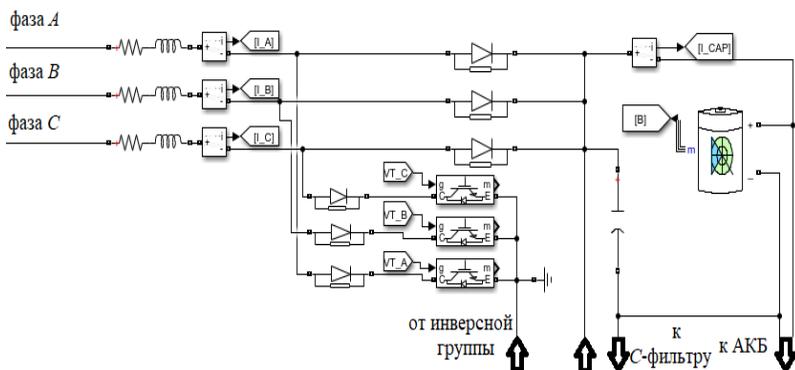


Рис. 2. Модель многоканального ККМ для положительной полуолны трансформаторного зарядного устройства

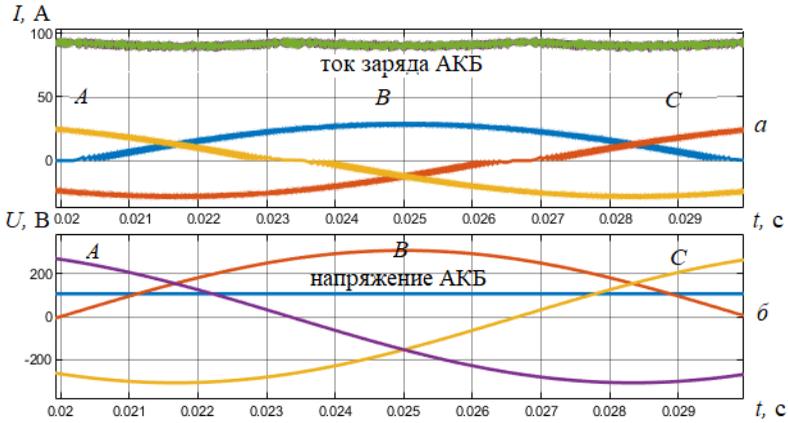


Рис. 3. Временные диаграммы:
а – ток заряда емкости и потребляемый ток, б – напряжение сети и АКБ

Вывод. Благодаря внедрению ККМ в трансформаторное зарядное устройство АКБ удалось улучшить электромагнитную совместимость сети и приборов, подключенных сети. Также за счет применения безмостовой схемы с низковольтными АКБ удалось повысить безопасность эксплуатации устройства.

«Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание государственных услуг (тема № FSWE-2022-0006)»

Литература

1. Климов В. Корректоры коэффициента мощности однофазных источников бесперебойного питания // Силовая электроника – 2009. - №3 – с 40 – 42.
2. Кук С. Безмостовой преобразователь корректора коэффициента мощности с КПД до 98 % и КМ 0,999 // Электронные компоненты. 2010. № 8. С. 45-50.

УДК 621.3.078:66.045

И.И. АРТЮХОВ, д.т.н., профессор
А.А. БАРАНОВ, магистрант

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина
410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77
E-mail: ivart54@mail.ru

Улучшение эксплуатационных характеристик вентиляторной градирни

Аннотация. На примере градирни СК-400 рассмотрен комплексный подход к реконструкции вентиляторной градирни, позволяющий снизить расход электроэнергии на отвод низпотенциального тепла от промышленных объектов. Предложена система, осуществляющая стабилизацию температуры воды на выходе градирни с применением преобразователей частоты для управления электродвигателями вентиляторов.

Ключевые слова: градирня, вентилятор, преобразователь частоты, стабилизация температуры воды

I.I. ARTYUKHOV, Dr. Sc., Professor
A.A. BARANOV, Master Student

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov
410054 Saratov, Politechnicheskaya Street, 77
E-mail: ivart54@mail.ru

Improvement of fan cooling tower performance

Abstract. Using the SK-400 cooling tower as an example, a complex approach to the reconstruction of a fan cooling tower, which allows to reduce power consumption for removal of low-potential heat from industrial facilities, is considered. The system that stabilizes the water temperature at the cooling tower outlet using frequency converters to control fan motors is proposed.

Key words: cooling tower, fan, frequency converter, water temperature stabilization

В большом количестве технологических процессов существует необходимость отвода низпотенциального тепла от промышленных агрегатов. Наиболее эффективно эта задача решается с помощью градирен различного типа, большое количество которых используется в энергетике, в химической, нефтеперерабатывающей, металлургической и других отраслях промышленности. Широкое применение получили вентиляторные градирни, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с градирнями других типов [1].

Принцип действия вентиляторных градирен предполагает затраты электроэнергии на работу электропривода. Электродвигатели вентиляторов имеют достаточно большую мощность, поэтому возникает задача снижения расхода электроэнергии, которая является частью актуальной проблемы улучшения эксплуатационных характеристик.

На предприятиях химической промышленности для охлаждения оборотной воды используются градирни СК-400 с производительностью 2500 м³/час. Эти градирни имеют одну круглую или многогранную секцию, отличающуюся большим диаметром и высотой, что позволяет им для создания воздушного потока применять как вентилятор, так и разницу давлений из-за перепада высот [2].

Для привода вентилятора, который имеет большие размеры и перекачивает колоссальный объем воздуха, в градирне СК-400 применен высоковольтный электродвигатель мощностью 250 кВт. Для его разме-

щения предусмотрен специальный машинный зал, расположенный под днищем водосборного бассейна. Момент от двигателя передается на колесо не напрямую, а через металлический вал длиной около 20 метров на редуктор. Сложность обслуживания указанного двигателя и другого оборудования является существенным недостатком градирни СК-400.

Градирня является сложным гидротехническим сооружением с многофазными теплотехническими процессами, которые зависят от многих детерминированных и случайных метеофакторов. Поэтому эффективное решение указанной проблемы требует применения комплексного подхода. Один из вариантов улучшения эксплуатационных характеристик градирни предусматривает радикальное изменение конструкции в габаритах существующего водосборного бассейна. Этот вариант реализован на предприятии ООО «Саратоворгсинтез» (г. Саратов). Новая конструкция градирни выполнена в виде восьми секций Marley NC8415S-1 [3], сблокированных попарно в четыре блока. Каждая секция представляет собой сооружение каркасного типа, с металлическими листами с наружной отделкой стеклопластиком. Охлаждение воды в секциях осуществляется вентилятором, колесо которого приводится в движение электродвигателем мощностью 22 кВт.

В [4] показано, что эффективным средством улучшения эксплуатационных характеристик вентиляторной градирни является оснащение вентиляторов частотно-регулируемым электроприводом. Система стабилизации температуры воды с применением преобразователей частоты (ПЧ) для управления электродвигателями вентиляторов показана на рис. 1.

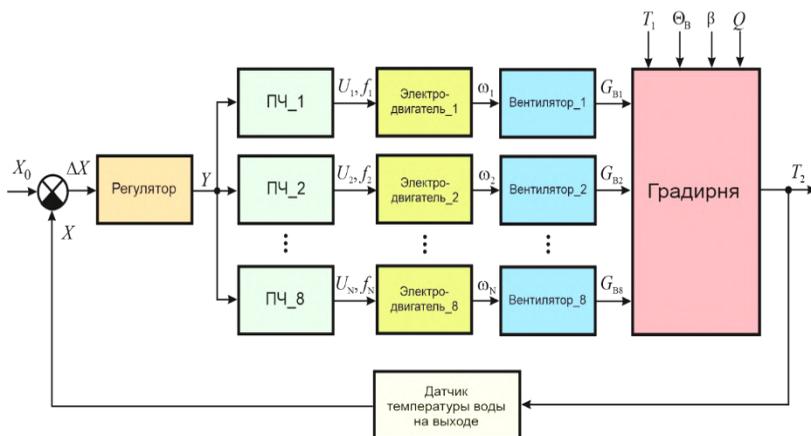


Рис. 1. Функциональная схема системы стабилизации температуры воды с частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов

Система стабилизации температуры воды на выходе градирни реализует принцип отрицательной обратной связи. Выходным параметром системы является температуры воды T_2 , которая зависит от температуры воды T_1 на входе в градирню, температуры θ_B и влажности β воздуха, производительности насоса Q и массового расхода воздуха G , создаваемого вентиляторами. При этом колебания температуры воды T_1 , температуры θ_B и влажности β воздуха представляют собой возмущающие воздействия. Управляющим воздействием является частота ω вращения рабочего колеса вентилятора, от которой зависит расход G продуваемого воздуха.

Информация о температуре T_2 выдается датчиком в виде аналогового или цифрового сигнала X , который вычитается из сигнала X_0 в блоке сравнения. Сигнал X_0 задает необходимое значение температуры на выходе градирни. Разность сигналов $\Delta X = X_0 - X$ поступает на вход регулятора, который формирует сигнал Y для управления преобразователем частоты. В соответствии с настройками преобразователя на его выходе формируется трехфазное напряжение, частота f и действующее значение U которого зависят от сигнала управления Y .

Если по каким-либо причинам температура воды на выходе градирни отклоняется от заданного значения, то в зависимости от знака разности $\Delta X = X_0 - X$ происходит соответствующее изменение сигнала $U_{упр}$. Следствием этого является увеличение (или уменьшение) частоты вращения рабочего колеса вентилятора. В результате изменения расхода воздуха происходит уменьшение (или увеличение) температуры T_2 воды на выходе градирни.

Частотное управление вентиляторами позволяет поддерживать температуру воды на выходе градирни с высокой точностью; осуществлять плавный пуск электродвигателей с ограничением пусковых токов; исключить механические ударные нагрузки на электродвигатель и вентилятор; сократить эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт коммутационных аппаратов; экономить электроэнергию.

На градирне СК-400 производительностью 2500 м³/час электродвигатель мощностью 250 кВт работал непрерывно, регулировка режима работы градирни осуществлялась за счет изменения расхода воды с помощью механической задвижки. Без учета потерь годовое потребление электрической энергии указанным двигателем может быть оценено следующим значением

$$250 \times 8760 = 2\,190\,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Кроме того, для функционирования градирни использовался электродвигатель маслонасоса мощностью 1,7 кВт. За год этот электродвигатель потребляет

$$1,7 \times 8760 = 14\,982 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Итого суммарное потребление электроэнергии градирни СК-400 за год составляет

$$2\ 190\ 000 + 14\ 082 = 2\ 204\ 982\ \text{кВт}\cdot\text{ч.}$$

После реконструкции градирня состоит из восьми секций Marley NC8415S-1 производительностью по 375 м³/час. Суммарная производительность градирни теперь равна 3000 м³/час. При этом для привода вентиляторов используются 8 частотно-регулируемых электродвигателей, суммарная мощность которых 22х8=176 кВт меньше мощности электродвигателя в градирне СК-400. Маслонасос в новой конструкции не требуется.

На основании данных учета электроэнергии за 2022 год суммарное потребление составило 1 037814 кВт·ч. Таким образом, в результате реконструкции градирни имеет место годовая экономия электроэнергии в размере

$$2\ 204\ 982 - 1\ 167\ 168 = 1\ 037\ 814\ \text{кВт}\cdot\text{ч.}$$

Полученный эффект экономии электроэнергии обусловлен следующими факторами:

- суммарная мощность электродвигателей в градирне новой конструкции меньше мощности электродвигателя в градирне СК-400, при этом производительность новой градирни выше за счет совершенствования конструкции;
- в составе электрооборудования новой градирни отсутствует электродвигатель маслонасоса;
- скорость вращения вентиляторов в новой градирне автоматически регулируется в соответствии с требуемым расходом воздуха при изменении температуры и влажности окружающей среды.

Литература

1. Лаптев А.Г., Ведьгаева И.А. Устройство и расчет промышленных градирен. Казань, КГЭУ, 2004. – 180 с.
2. НПО АГРОСТРОЙСЕРВИС. Очистные сооружения и градирни. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://acs-nnov.ru/gradirnya.html>
3. Градирни Marley NC // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sa-es.ru/products/gradirni/marley-nc/>
4. Крюков О.В. Обеспечение энергоэффективности водооборотных систем с вентиляторными градирнями // Научный вестник. – 2016. – № 3(9). – С. 65-74.

УДК 621.314

М.Г. КИСЕЛЕВ, к.т.н.,
К.В. КРЮКОВ, ст. преподаватель,
Н.Н. БАРАНОВ, д.т.н.,
Н.С. РОДЬКИН, аспирант

Московский энергетический институт
111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово,
ул. Красноказарменная, д. 14/1.
E-mail: rodkinns@mpei.ru, kryukovkv@mpei.ru

Регулятор АБ в гибридной системе электроснабжения с водородными элементами

Аннотация. В работе приведены результаты разработки математической модели двунаправленного преобразователя постоянного тока для системы с водородными элементами. Описано создание алгоритма управления преобразователем для аккумуляторной батареи и проведено экспериментальное исследование алгоритма на модели.

Ключевые слова: распределенная энергетика, силовая электроника, системы управления

M.G. KISELEV, Candidate of Engineering,
K.V. KRYUKOV, Senior teacher
N.N. BARANOV, doctor of engineering
N.S. RODKIN, graduate student

Moscow Power Engineering Institute
111250 Moscow, ter. of municipal district of Lefortovo, Krasnokazarmennaya str., 14/1
E-mail: rodkinns@mpei.ru, kryukovkv@mpei.ru

Battery controller in a hybrid power supply system with hydrogen fuel cells

Abstract. The paper presents the results of the development of a mathematical model of a bidirectional DCDC converter for a system with hydrogen elements. The creation of a converter control algorithm for a battery is described and an experimental study of the algorithm on the model is carried out.

Key words: distributed power engineering, power electronics, control systems

Развитие зеленой энергетики связано с сильным увеличением спроса в потреблении электроэнергии потребителями, как коммерческими, так и гражданскими. Производство энергии с использованием традиционных методов, таких как нефть и газ, не является актуальным, поскольку они являются основной причиной загрязнения окружающей среды и глобального потепления. Для решения этих проблем повсеместно выбираются и изучаются способы производства энергии с использованием гибридных возобновляемых источников энергии.

Однако возобновляемые источники энергии имеют ряд недостатков, например, фотоэлектрические системы зависят от освещенности в течение дня и температуры окружающей среды, ветровая генерация зависит от наличия и скорости ветра, а топливные элементы дороги и не так распространены [1].

В ходе работы был проведен обзор схемотехнических решений двунаправленных преобразователей для водородных топливных элементов и обзор их систем управления для компенсации различных недостатков и увеличения эффективности.

Предлагается модель двунаправленного преобразователя (рис.1) для гибридной системы электроснабжения.

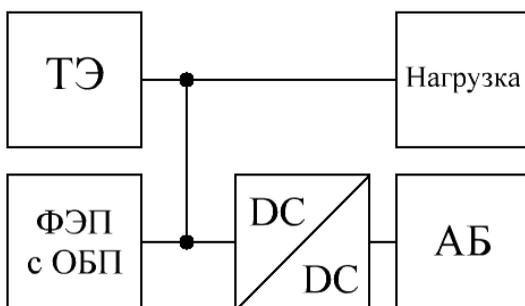


Рис.1. Структурная схема модели гибридной системы электроснабжения

Выбор преобразователя связан с рядом его преимуществ [2]:

- Возможность направления мощности как на зарядку АБ, так и на нагрузку.
- Малое количество компонентов.
- Относительная простота системы управления.

В данной модели в качестве первичных источников используется массив из солнечных панелей, соединенных последовательно, к которым подключены обратноходовые преобразователи для стабилизации выходного напряжения, и водородный топливный элемент. Двунаправленный преобразователь также подключен параллельно первичным источникам, для того чтобы обеспечить возможные переходные режимы, когда мощности ВИЭ не хватает.

Система управления имеет два контура:

Первый контур служит для управления зарядом/разрядом АБ, и предназначен для вычисления токовой уставки регулятора АБ. Расчёт уставки осуществляется на основе средних значений токов возобновляемых источников энергии и опорного значения тока нагрузки. Заряд АБ возможен, когда разность опорного тока нагрузки и суммы токов источников положительная – тогда избыток энергии запасается в аккумуляторе.

муляторе. В случае, когда мощности ВИЭ не хватает, и разность токов нагрузки и ВИЭ положительная – происходит разряд АБ заданным током, что позволяет обеспечить бесперебойное питание нагрузки.

Второй контур служит для определения состояния системы и формирования управляющих сигналов, для выбора одного из режимов регулятора АБ:

- Излишняя мощность источников поступает на зарядку АБ – режим понижающего регулятора
- Компенсация нехватки мощности нагрузки – режим повышающего регулятора
- Защита от перезаряда АБ – отключение первого состояния
- Защита от сильного разряда – отключение второго состояния

Защита учитывает состояние заряда аккумулятора и не даёт включить его если он заряжен недостаточно.

На рис. 2 показаны результаты моделирования гибридной системы при постоянной мощности ВИЭ.

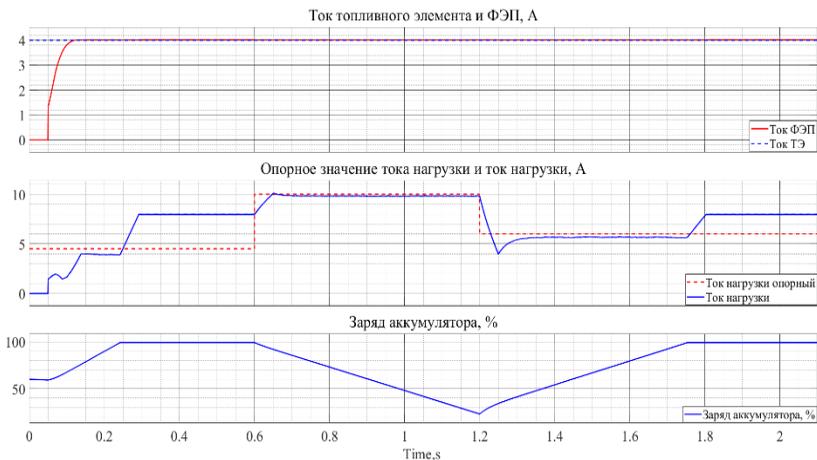


Рис. 2. Результаты моделирования системы

Переходной процесс в начале связан с поиском точки максимальной мощности ФЭП, а после его окончания ведется заряд АБ постоянным током, по достижении 100% заряда происходит отключение АБ. На втором интервале (0.6-1.2 с), в нагрузке требуется большая мощность и СУ переключает преобразователь в повышающий режим для компенсации нехватки мощности. На третьем интервале (1.2-1.75 с) происходит повторный заряд АБ, пока он не достигнет 100% заряда.

Вывод. По результатам моделирования видно, что разработанная модель преобразователя и системы управления, позволяет обеспечить стабильное питание нагрузки заданным током.

Литература

1. Farhan Mumtaz, «Review on non-isolated DC-DC converters and their control techniques for renewable energy applications» Ain Shams Engineering Journal, Volume 12, Issue 4, 2021, Pages 3747-3763.

2. Robert w. Erickson, Dragan Maksimovic Fundamentals of Power Electronics, 2001

УДК 662.769.21

А.В. ШАЛУХО, к.т.н,
Р.Ш. БЕДРЕТДИНОВ, к.т.н, доцент,
И.А. ЛИПУЖИН, к.т.н, доцент,
Ю.Н. ШУВАЛОВА

НГТУ им. Р.Е. Алексеева
603950 г. Нижний Новгород, Минина 24к1
E-mail: yulia.shuvalova2017@yandex.ru

Разработка алгоритмов управления энергоустановки с несколькими топливными элементами

Аннотация. В работе приводятся линейный алгоритм функционирования энергоустановки с тремя одинаковыми топливными элементами, основанный на анализе проведенных исследований заданной модели.

Ключевые слова: линейный алгоритм, мультистек, топливный элемент, энергоустановка

A.V. SHALUKHO, Doctor of Engineering,
R.S. BEDRETDINOV, Doctor of Engineering, Associate Professor,
I.A. LIPUZHIN, Doctor of Engineering, Associate Professor,
YU.N. SHUVALOVA

NSTU named after R.E. Alekseev
603950 Nizhny Novgorod, Minina 24k1
E-mail: yulia.shuvalova2017@yandex.ru

Development of control algorithms for energy systems with multistack fuel systems

Annotation. The paper presents a linear algorithm for the operation of a energy system with three identical fuel cells, based on the results of studies of model.

Key words: linear algorithm, multistack, fuel cell, energy plant

Топливные элементы (ТЭ) представляют собой перспективную технологию водородной энергетики, которые благодаря своей стационарности и высокой эффективности могут применяться в различных автономных системах электроснабжения.

Использование нескольких ТЭ в одной энергоустановке позволяет увеличить эффективность, срок службы и надежность системы. В зарубежной литературе такие системы получили название «мультистеки» [1].

Создание алгоритмов работы энергоустановки с мультистеками является актуальной задачей в современном мире.

В данной работе проводится исследование системы с тремя ТЭ для разработки алгоритма управления мультистеком.

На основе формул, приведенных в работе [2], были проведены расчеты для энергоустановки, состоящей из трех одинаковых ТЭ, работающих на общую нагрузку. Мощность одного ТЭ – 1 кВт, паспортный КПД – 55%.

Первоначально были рассмотрены все неповторяющиеся варианты загрузки ТЭ при мощностях нагрузки 2; 1; 0,6; 0,3 кВт.

Начиная с $P_{\text{нагр}} = 2 \text{ кВт}$, присутствуют варианты нулевой загрузки одного или нескольких ТЭ. При такой загрузке ТЭ существует два варианта использования установок – работа на холостом ходу или отключение установок. В работе проанализированы оба варианта использования незагруженных ТЭ.

В результате установлено, что при больших нагрузках эффективнее всего равномерно распределять мощность нагрузки между всеми элементами системы. При снижении нагрузки наиболее эффективно отключать один или несколько ТЭ.

Одной из особенностей работы ТЭ являются деградационные процессы, скорость протекания которых зависит от многих параметров работы системы, в т.ч. частых включений/отключений установок. Поэтому при разработке алгоритма было решено ограничивать отключение ТЭ временем действия нагрузки неизменной мощности.

На первом стадии рассмотрения данной темы разработан линейный алгоритм определения загрузки энергоустановок (рис. 1).

Входной информацией является мощность нагрузки, мощность одного ТЭ и количество установок.

В Блоке определения оптимальных параметров выбирается первоначальная загрузка ТЭ при условии, что все установки находятся в работе.

В Блоке прогнозирования длительности нагрузки определяется длительность нагрузки постоянной мощности.

В Блоке выбора оптимального режима с учетом длительности нагрузки рассчитывается количество работающих установок и их загрузка для достижения наибольшего КПД энергосистемы.

В Блоке выбора ТЭ для отключения проводится анализ и выбор установок для отключения с минимальными потерями.

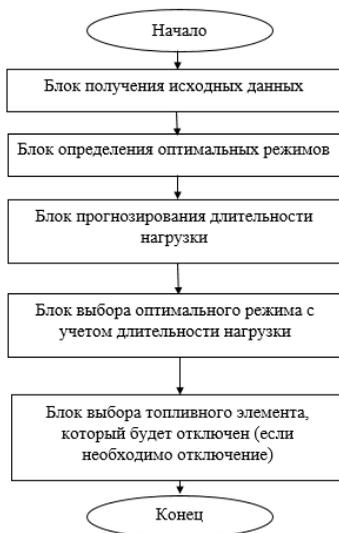


Рис. 1. Общий алгоритм выбора загрузки каждого элемента энергосистемы

Выводы.

На основе проведенных исследования разработан общий алгоритм определения загрузки элементов энергоустановки для обеспечения наибольшего КПД.

Дальнейшие исследования будут направлены на создание модели мультистека, состоящего из трех ТЭ, в имитационной модели Matlab Simulink и на лабораторном стенде, а также разработке алгоритма управления данной системы.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005).

Литература

1. Marx, N., Boulon, L., Gustin, F., Hissel, D., & Agbossou, K. (2014). A review of multi-stack and modular fuel cell systems: Interests, application areas and on-going research activities. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(23), 12101–12111. doi:10.1016/j.ijhydene.2014.05.187
2. А.В. Шалухо, Р.Ш. Бедретдинов, И.А. Липужин, Ю.Н. Шувалова Вопросы обеспечения высокой эффективности использования водородных топливных элементов в системах электроснабжения стационарных потребителей/ Возобновляемые источники энергии и приоритеты научно-технологического развития энергетики России - сборник докладов Школы молодых ученых, Москва, 2022.

СЕКЦИЯ 2.

«ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА»

УДК 537.523.9

И.О. САВЕЛЬЕВ, магистр,
А.А. БЕЛОГЛОВСКИЙ, к.т.н., доцент,
Е.М. ТИМОФЕЕВ, ассистент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
111250 г. Москва, Красноказарменная улица, 17
E-mail: BeloglovskyAA@mpei.ru

Предварительное сопоставление некоторых моделей ветвления катодонаправленных стримеров в воздушной среде

Аннотация. В данной работе представлены результаты математического моделирования катодонаправленных стримеров в воздухе в однородных электрических полях (ЭП). Основное внимание уделено исследованию и сравнению двух теорий развития и ветвления стримеров в воздухе.

Ключевые слова: стримерный разряд в воздухе, ветвление стримеров, параметры стримеров

I.O. SAVELYEV, master,
A.A. BELOGLOVSKY, PhD, associate professor,
E.M. TIMOFEEV, assistant professor

National Research University «MPEI»
111250 Moscow, Krasnokazarmennaya street 17
E-mail: BeloglovskyAA@mpei.ru

Preliminary comparison of some models of branching cathode-directed streamers in air

Abstract. In this paper, the results of mathematical modeling of cathode-directed streamers in air in uniform electric fields (EF) are presented. The main focus is on studying and comparing various theories of streamer development and branching in air.

Key words: streamer discharge in the air, branching of streamers, streamer parameters

В наше время стримерный разряд играет важную роль в высоковольтных электротехнологиях, т.к. он является эффективным способом генерации низкотемпературной плазмы, используемой в таких областях, как освещение, дезинфекция воды, обработка и модификация

поверхностей и т.п. [1]. Использование стримеров базируется на взаимодействии генерируемых в них активных частиц (радикалов) с молекулами газа. Формирование радикалов происходит в сильном электрическом поле стримерных головок, и их концентрация зависит от напряженности поля. Поэтому одной из ключевых задач, решаемых при изучении стримеров разрядов, включая теоретическое исследование, является оценка напряженности поля и плотности объемного заряда в стримерных головках. Представленные в литературе данные свидетельствуют о существенном влиянии ветвления стримеров на эти параметры [2].

В этом докладе авторы представляют результаты первичного сопоставления некоторых моделей ветвления катодонаправленных стримеров в воздушной среде в сильных однородных электрических полях. Для решения данной задачи применялась дрейфово-диффузионная математическая модель, реализованная в конечно-разностной форме, предложенной на кафедре ТЭВН НИУ «МЭИ» [3].

Существует несколько теорий, объясняющих процесс ветвления катодонаправленных стримеров. Одна из распространённых объясняет ветвление уплощением головной части стримера [4]. В соответствии с ней ветвление происходит из-за того, что в окраинной части уплощённой головной части стримера усиливается электрическое поле, что приводит к интенсификации ударной ионизации в газе и, как следствие, ветвлению. Другая хорошо проработанная теория объясняет его взаимодействием головной части стримера со встречными электронными лавинами [5]. Здесь ветвление объясняется усилением поля и увеличением интенсивности ионизации в области взаимодействия лавин со стримером, и стример начинает ветвиться.

На рис. 1.а и рис. 1.б приведены характерные примеры данных, полученных при нормальных атмосферных условиях в воздушном разрядном промежутке (РП) длиной 0,2 см и 0,15 см, соответственно, с напряжённостью ЭП $E_0=8 \cdot 10^4$ В/см. Катодонаправленные стримеры распространялись в направлении оси Oz РП. Их формирование инициировала одна электронная лавина (ЭЛ) на удалении $z_1=0,05$ см от анода. Рис.1а иллюстрирует изменение во времени t распределений плотности объемного заряда ρ в плоскости xOz в одиночном стримере при взаимодействии стримера с крупными электронными лавинами, симметрично удаленными друг от друга на расстояние $x_1=0,015$ см от центральной оси. Рис.1б иллюстрирует изменение во времени t распределений плотности объемного заряда ρ в плоскости xOz в одиночном стримере при самостоятельном развитии стримера без взаимодействия с электронными лавинами.

Исходя из представленных изображений, отражающих изменение объемного заряда во времени, можно сделать вывод, что ветвление стримеров наблюдается только при взаимодействии со встречными лавинами. В результате уплощения головной части стримера его ветв-

ление авторами не наблюдалось. Это указывает на необходимость дальнейшего детального исследования и сравнения теорий, объясняющих ветвление стримеров в воздухе.

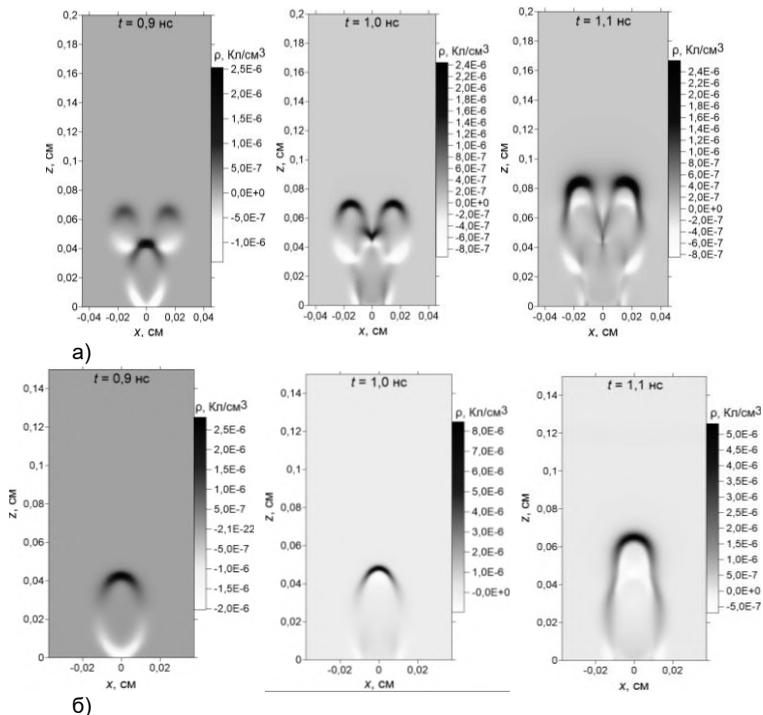


Рис. 1. Изменение во времени t расчетных распределений плотности объемного заряда ρ в координатной плоскости xOz :

- а – при взаимодействии со встречными крупными электронными лавинами,
- б – одиночный стример при уплощении его головной части

Вывод: предварительное сравнение теорий ветвления стримеров в рамках принятой авторами математической модели показало, что оно наблюдается только в случае взаимодействия стримера с крупными электронными лавинами, а в результате уплощения головной части стримера его ветвление не наблюдалось. Необходимо продолжить исследования для уточнения полученных данных.

Литература

1. Бортник И.М. Электрофизические основы техники высоких напряжений: учеб. / И.М. Бортник и др.: под ред. И.П. Верещагина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Издательство МЭИ, 2018.
2. Влияние фотоионизации на распространение катодонаправленных стримеров в воздухе / И.П. Верещагин, А.А. Белогловский, М.А. Колобайцев, Г.З. Мирзабекян // Вестник МЭИ. 2012. № 2. С. 67-72.
3. Белогловский А.А., Верещагин И.П. Трёхмерное математическое моделирование стримерного разряда в воздухе с учётом ветвления: экономичный расчёт электрического поля // Электричество. 2011. № 11. С. 17-24.
4. The multiscale nature of streamers / U. Ebert, C. Montijn, T. Briels et al. // Plasma Sources Sci. Technol. 2006. Vol. 15. S118.
5. Papageorgiou L., Georghiou G.E., Metaxas A.C. Three-dimensional numerical modeling of gas discharges at atmospheric pressure incorporating photoionization phenomena // J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 44, 2011, 045203.

УДК 537.523.9

А.В. ГАЛИМОВА, аспирант,
А.А. БЕЛОГЛОВСКИЙ, к.т.н., доцент,
Т.Н. ТАРАСОВА, ассистент

Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра ТЭВН
111250 г. Москва, Красноказарменная улица, 17
E-mail: BeloglovskyAA@mpei.ru

Оценка в вычислительных экспериментах вариаций параметров положительных стримеров в воздухе

Аннотация. В работе приведены результаты математического моделирования стримеров в воздухе в однородных электрических полях (ЭП). Изучены зависимости максимальной напряжённости в стримерных головках от места появления разряда в разрядном промежутке и напряжённости ЭП в нём.

Ключевые слова: стримерный разряд в воздухе, параметры стримеров, вычислительные эксперименты

A.V. GALIMOVA, phd student,
A.A. BELOGLOVSKY, phd, ASSOCIATE professor,
TARASOVA T.N., assistant

National Research University «MPEI», HVE and Electrophysics Dept.
111250 Moscow, Krasnokazarmennaya street 17
E-mail: BeloglovskyAA@mpei.ru

Estimation of variations of parameters of positive streamers in the air in computational experiments

Abstract. The paper presents the results of mathematical modeling of streamers in the air in homogeneous electric fields (EF). The dependencies of the maximum tension in the streamer heads on the place of occurrence of the discharge in the discharge gap and the intensity of the EF in it are studied.

Key words: streamer discharge in the air, streamer parameters, computational experiments

Стримерный разряд в воздухе применяется в ряде высоковольтных электротехнологий [1]: очистке отходящих газов производств от летучих органических соединений, выхлопных газов транспорта. Его низкотемпературная плазма используется в медицине и сельском хозяйстве. Применение разрядов основано на взаимодействии активных радикалов с молекулами газа. Радикалы образуются в сильном электрическом поле (ЭП) стримерных головок. Их концентрация тем выше, чем больше напряжённость E ЭП в головках. Отсюда возникает задача расчёта и анализа её значений и диапазона изменения (вариаций). В этом докладе показаны некоторые результаты её решения.

Расчёты выполнены в рамках дрейфово-диффузионной физико-математической модели электронных лавин (ЭЛ) и стримеров [1] и её конечно-разностной реализации [2], предложенной на кафедре ТЭВН НИУ «МЭИ». Статья [3] рассказывает об их применении для изучения влияния формы лавинно-стримерного перехода (ЛСП) на параметры возникающих стримеров. Было показано, что в случае многолавино-стримерного перехода вблизи анода, появляющийся стример имеет более низкие параметры (напряжённость поля в головке, концентрация электронов в канале, скорость распространения), чем при однолавино-стримерном переходе в глубине разрядного промежутка (РП). Однако тогда не удалось уделить достаточно внимания вариациям напряжённости ЭП в головках.

В качестве характерного примера на рис. 1 приведены расчетные зависимости максимальной напряжённости E_{\max} ЭП в стримерных головках от времени t для различных расстояний z_1 между анодом и начальной ЭЛ при напряжённости внешнего поля $E_0=6 \cdot 10^4$ В/см (рис. 1.а) и $E_0=8 \cdot 10^4$ В/см (рис. 1.б). Стримеры развивались в заполненном сухим воздухом РП длиной 0,25 см с однородным ЭП. Атмосферные условия нормальные. На рис. 1 показаны кривые, полученные для значений $z_1=0,05, 0,10$ и $0,15$ см удаления начальной ЭЛ, инициирующей появление стримера, от анода.

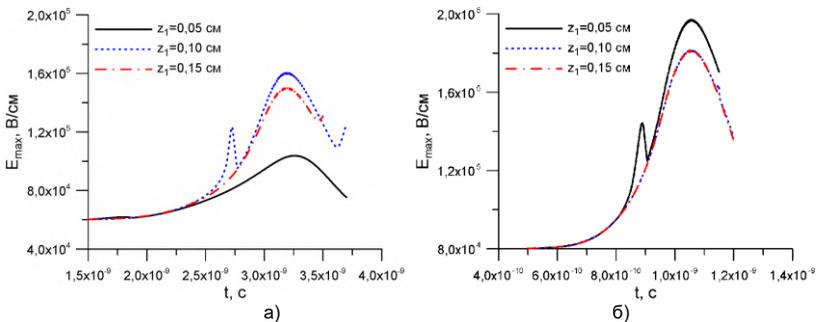


Рис. 1. Зависимости максимальной напряжённости E_{\max} ЭП в стримерных головках от времени t для различных расстояний z_1 между анодом и начальной лавиной при напряжённости внешнего поля $E_0=6 \cdot 10^4$ В/см (а) и $E_0=8 \cdot 10^4$ В/см (б)

Из зависимостей $E_{\max}(t)$, представленных на рис. 1, легко видеть, что при $z_1=0,10$ и $0,15$ см наибольшие значения E_{\max} в первую очередь зависят от величины E_0 и слабее от z_1 . При $E_0=6 \cdot 10^4$ В/см (рис. 1.а) они достигают $(1,5...1,6) \cdot 10^5$ В/см, а при $E_0=8 \cdot 10^4$ В/см (рис. 1.б) – близки к $1,8 \cdot 10^5$ В/см. Таким образом, наибольшая напряжённость в головках в первом приближении пропорциональна значению E_0 . Иная картина наблюдается, если начальная ЭЛ появляется вблизи анода ($z_1=0,05$ см). При этом наибольшее значение E_{\max} едва превышает 10^5 В/см при $E_0=6 \cdot 10^4$ В/см, а вот при $E_0=8 \cdot 10^4$ В/см увеличивается почти в 2 раза, приближаясь к $2 \cdot 10^5$ В/см. Чтобы понять, с чем это связано, рассмотрим зависимость критического пути $x_{кр}$ ЭЛ от E_0 , показанную на рис. 2.

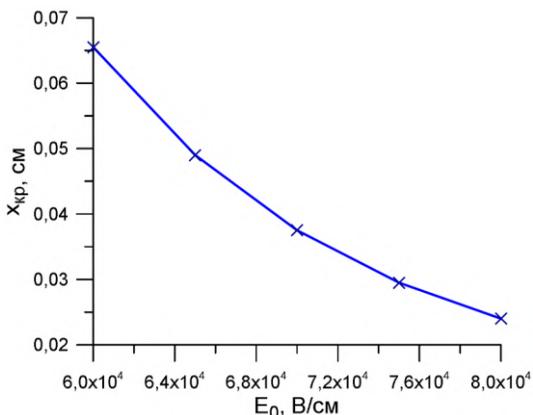


Рис. 2. Зависимость критического пути $x_{кр}$ ЭЛ от напряжённости внешнего ЭП E_0

Критический путь ЭЛ – это длина участка пространства, которое ей необходимо преодолеть, чтобы в лавине накопилось число электронов, достаточное для ЛСП [1]. Сравнивая данные рис. 1 и рис. 2, можно заметить, что при $E_0=6 \cdot 10^4$ В/см $x_{кр}(E_0) > z_1=0,05$ см, и в этом случае развитие стримера затруднено. Это обусловлено тем, что по достижении анода в ЭЛ недостаточно электронов для формирования стримера, и оно происходит по многолавино-стримерному механизму. При $E_0=6 \cdot 10^4$ В/см $x_{кр}(E_0) < z_1=0,05$ см, и анода достигает стример, чей заряд достаточен для его дальнейшего развития.

Вывод. Формирование и развитие стримера зависит от напряжённости электрического поля E_0 , в котором он возникает, и от расстояния z_1 между начальной электронной лавиной и анодом. Если $z_1 < x_{кр}(E_0)$, то формирование стримера затруднено, и наибольшее значение E_{\max} напряжённости поля в его головке достигает 10^5 В/см или чуть больше. Если же $z_1 > x_{кр}(E_0)$, то стример интенсивно развивается, и наибольшая напряжённость в нём варьируется в пределах $(1,5...2,0) \cdot 10^5$ В/см. Чем больше E_0 , тем выше в среднем величина E_{\max} .

Литература

1. Бортник И.М. Электрофизические основы техники высоких напряжений: учеб. / И.М. Бортник и др.; под ред. И.П. Верещагина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Издательство МЭИ, 2018.
2. Белогловский А.А., Верещагин И.П. Трёхмерное математическое моделирование стримерного разряда в воздухе с учётом ветвления: экономичный расчёт электрического поля // Электричество. 2011. № 11. С. 17-24.
3. Белогловский А. А. Оценка влияния формы лавинно-стримерного перехода на распространение катодонаправленного стримера в воздухе // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2016. № 3. С. 29-34.

УДК 537.523.9

А.В. ГАЛИМОВА, аспирант,
А.А. БЕЛОГЛОВСКИЙ, к.т.н., доцент,
С.В. БЕЛОУСОВ, к.т.н., доцент

Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра ТЭВН
111250 г. Москва, Красноказарменная улица, 17
E-mail: BeloglovskyAA@mpei.ru

Оценка влияния параллельного развития стримеров в воздушной среде на их параметры

Аннотация. В работе приведены результаты математического моделирования стримеров в воздухе в однородных электрических полях (ЭП). Изучено влияние их параллельного развития на напряжённость ЭП и плотность заряда в них.

Ключевые слова: стримерный разряд в воздухе, параллельное развитие стримеров, параметры стримеров

A.V. GALIMOVA, PhD student,
A.A. BELOGLOVSKY, PhD, associate professor,
S.V. BELOUSOV, PhD, associate professor

National Research University «MPEI», HVE and Electrophysics Dept.
111250 Moscow, Krasnokazarmennaya street 17
E-mail: BeloglovskyAA@mpei.ru

Assessment of the effect of streamers parallel development in the air on their parameters

Abstract. The paper presents the results of mathematical modeling of streamers in the air in homogeneous electric fields (EF). The influence of their parallel development on the EF intensity and charge density in them has been studied.

Key words: streamer discharge in the air, parallel development of streamers, streamer parameters

Стримерный разряд в воздушной среде применяется в медицине, сельском хозяйстве, природоохранных электротехнологиях [1]. Его

использование основано на взаимодействии генерируемых в нём активных частиц (радикалов) с молекулами газа. Радикалы образуются в сильном электрическом поле (ЭП) стримерных головок, и их концентрация тем выше, чем больше напряжённость E ЭП в головках. Поэтому одной из задач, решаемых при изучении стримеров, в том числе теоретическом, является оценка значений E в них.

Основным инструментом теоретических исследований стримеров является их математическое моделирование, причём, в силу относительной простоты задачи, в первую очередь изучается развитие одиночных стримеров [2]. Есть опыт моделирования распространения стримеров в коллективе [3] и их ветвления [4], но при этом основное внимание было уделено взаимодействию стримерных головок, а не их параметрам. В этом докладе авторы представили некоторые результаты расчётов параллельного развития стримеров воздухе в сильных однородных ЭП. Для этого ими была применена дрейфово-диффузионная математическая модель [1] в конечно-разностной реализации [4], предложенной на кафедре ТЭВН НИУ «МЭИ».

На рис. 1 и 2 приведён характерный пример данных, полученных при нормальных атмосферных условиях в воздушном разрядном промежутке (РП) длиной 0,25 см с напряжённостью ЭП $E_0=7*10^4$ В/см. Катодонаправленные стримеры распространялись в направлении оси Oz РП. Их формирование инициировали одна (для одиночного стримера) или две (при параллельном развитии) электронные лавины (ЭЛ) на удалении $z_1=0,05$ см от анода. В последнем случае стримеры распространялись в плоскости xOz , а дистанция между начальными ЭЛ составляла $\Delta x_1=0,02, 0,03$ или $0,04$ см.

Рис.1 иллюстрирует изменение во времени t распределений плотности объёмного заряда ρ в плоскости xOz в одиночном стримере (рис. 1.а) и в параллельных стримерах при $\Delta x_1=0,04$ см (рис. 1.б).

На рис. 2 показаны функции $E_{\max}(t)$ максимальной напряжённости E_{\max} в головках одиночного и параллельных стримеров.

Из зависимостей $E_{\max}(t)$, представленных на рис. 2, легко видеть, что наибольшее значение E_{\max} , близкое к $1,8*10^5$ В/см, достигается в одиночном стримере. ЭП в головках параллельно развивающихся стримеров значительно слабее, и в рассмотренном примере диапазон изменения $E_{\max}=(1,2...1,4)*10^5$ В/см. Чем меньше начальная дистанция Δx_1 между стримерами, тем слабее поле в их головках. Ослабление ЭП в стримерных головках ведёт к снижению интенсивности ударной ионизации в них и, следовательно, к уменьшению значений ρ . В процессе развития одиночного стримера они превышают $9*10^{-6}$ Кл/см³, а в случае параллельных стримеров – лишь $4*10^{-6}$ Кл/см³ (рис. 1).

Вывод. Развитие стримеров в коллективе приводит к уменьшению напряжённости ЭП и плотности заряда в их головках. Чем меньше расстояние между соседними стримерами, тем сильнее это влияние.

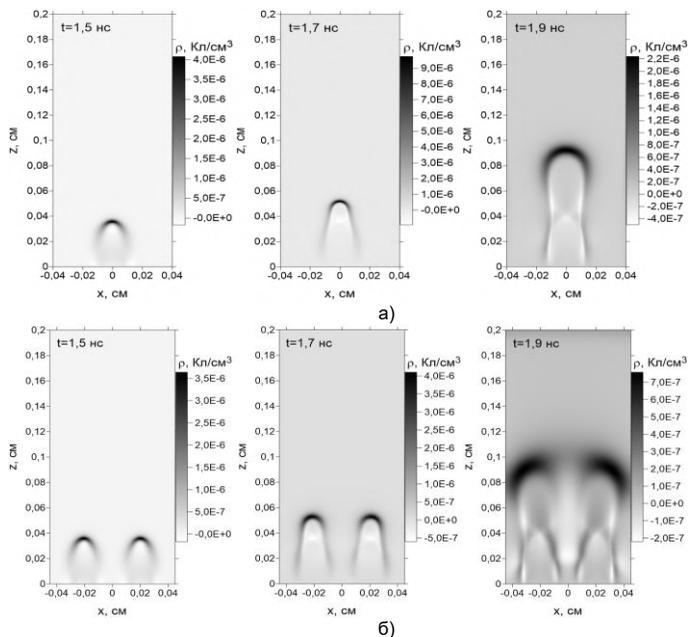


Рис. 1. Изменение во времени t расчётных распределений плотности объёмного заряда ρ в координатной плоскости xOz : a – в одиночном стримере, b – в стримерах, распространяющихся параллельно друг другу при $\Delta x_1=0,04$ см

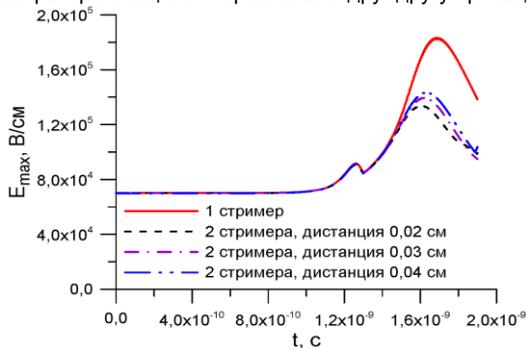


Рис. 2. Расчётные зависимости $E_{\max}(t)$ в одиночном стримере и стримерах, развивающихся параллельно друг другу при $\Delta x_1=0,02, 0,03$ и $0,04$ см

Литература

1. Бортник И.М. Электрофизические основы техники высоких напряжений: учеб. / И.М. Бортник и др.; под ред. И.П. Верещагина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Издательство МЭИ, 2018.

2. Белогловский А. А. Оценка влияния формы лавинно-стримерного перехода на распространение катодонаправленного стримера в воздухе // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2016. № 3. С. 29-34.

3. Влияние фотоионизации на распространение катодонаправленных стримеров в воздухе / И.П. Верещагин, А.А. Белогловский, М.А. Колобайцев, Г.З. Мирзабекян // Вестник МЭИ. 2012. № 2. С. 67-72.

4. Белогловский А.А., Верещагин И.П. Трёхмерное математическое моделирование стримерного разряда в воздухе с учётом ветвления: экономичный расчёт электрического поля // Электричество. 2011. № 11. С. 17-24.

УДК 621.311.1: 621.316.1

С.В. ФЕДОСОВ, д.т.н., профессор
А.М. СОКОЛОВ, д.т.н., доцент
Н.В. КРАСНОСЕЛЬСКИХ, к.т.н.,
А.А. ДЬЯЧКОВ аспирант,
С.И. ИСАЧЕНКО аспирант

Московский Государственный Строительный Университет
129337 г. Москва, Ярославское шоссе, д.26
E-mail: amsokolov37@yandex.ru, diachkov-andrei@yandex.ru

Энергетические показатели технологии изготовления железобетонных конструкций с применением электротермической обработки индукционным методом

Аннотация: В работе рассматривается методика расчета выделяемой тепловой мощности в объеме свежеложенной бетонной смеси при использовании индукционного прогрева токами повышенной частоты, показано влияние арматуры на выделяемую в объеме изделия мощность.

Ключевые слова: электротепловая обработка, индукционный прогрев, выделяемая мощность

S.V. FEDOSOV, Doctor of Engineering,
A.M. SOKOLOV, Doctor of Engineering,
N.V. KRASNOSELSKIH, Candidate of Engineering,
A.A. DYACHKOV, PhD student,
S.I. ISACHENKO, PhD student,

Moscow State University of Civil Engineering
129337, Moscow, Yaroslavl'skoe shosse, 26
E-mail: amsokolov37@yandex.ru, diachkov-andrei@yandex.ru

Energy indicators of the technology of manufacturing reinforced concrete structures with the use of electrothermal treatment by the induction method

Abstract. The article considers a method for calculating the developed heat power in the volume of freshly laid concrete mix when using induction heating with high-frequency currents, shows the effect of reinforcement on the power developed in the volume of the product.

Key words: electrothermal processing, induction heating, developed power.

В настоящее время при производстве железобетонных изделий, а также при монолитном бетонировании, с целью сокращения сроков твердения бетонной смеси применяют различные способы тепловой обработки бетона. Одним из таких методов является индукционный нагрев токами повышенной частоты (10-30 кГц), позволяющим проводить тепловую обработку густоармированных железобетонных изделий при использовании сравнительно несложных источников питания на силовых полупроводниковых приборах. При данном способе тепловой обработки нагрев происходит под действием вихревых токов, наводимых магнитным полем индуктора в толще бетонной смеси (рис. 1) [1].

Питание индуктора осуществляется от источника переменного напряжения повышенной частоты (13 кГц) с подключением в цепь последовательного конденсатора с целью снижения общего индуктивного сопротивления цепи.

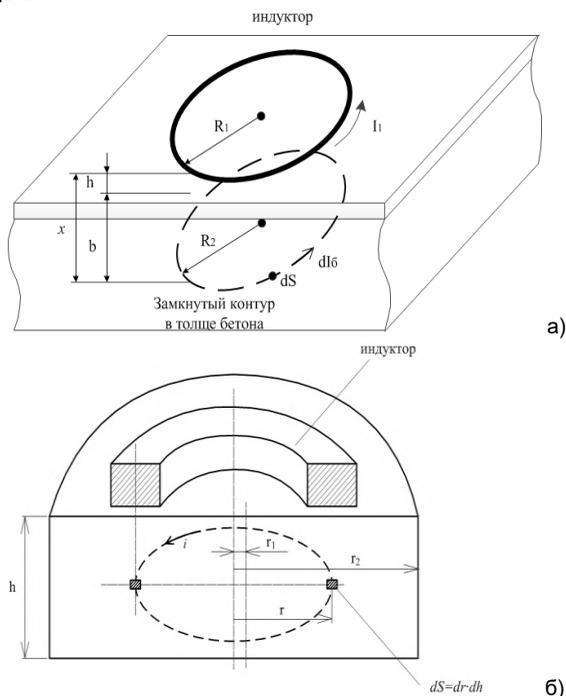


Рис. 1: а) - Протекание токов в объеме бетонной смеси от магнитного поля плоского кругового индуктора; б) – расчетная схема.

Важным параметром, характеризующим эффективность нагрева, является мощность, выделяемая в объеме бетонного изделия. Ее расчет ве-

дется через эквивалентные параметры цепи индуктора. Схема замещения цепи индуктора с учетом влияния бетонной смеси показана на рис. 2.

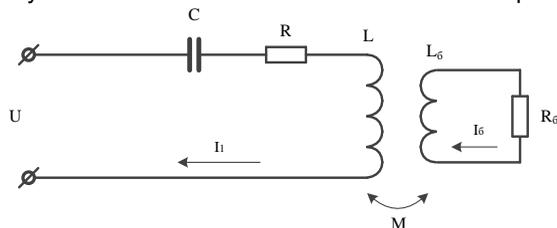


Рис. 2. Электрическая схема замещения цепи индуктора.

Система уравнений для цепи индуктора при индукционном нагреве [2]:

$$U = I_1 \cdot \left(R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} \right) + I_6 \cdot j\omega M$$

$$0 = I_1 \cdot j\omega M + I_6 \cdot (R_6 + j\omega L_6)$$

Где $\omega = 2\pi f$ – угловая частота индуктора (рад.), f – частота приложенного напряжения (Гц); U – напряжение на зажимах индуктора (В); I_1 – ток в цепи индуктора (А); I_6 – возбуждаемый ток в цепи рассматриваемого короткозамкнутого контура в бетоне (А); R – активное сопротивление индуктора (Ом); L – собственная индуктивность индуктора (Гн); R_6 – активное сопротивление цепи рассматриваемого короткозамкнутого контура в бетоне (Ом); L_6 – собственная индуктивность цепи рассматриваемого короткозамкнутого (к.з.) контура бетонной смеси (Гн); M – коэффициент взаимной индукции между индуктором и рассматриваемым к.з. контуром (Гн); C – емкость конденсатора в цепи индуктора (Ф).

При решении системы уравнений находятся токи в цепи индуктора и короткозамкнутого контура в бетоне:

$$I_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{U \cdot (j\omega L_6 + R_6)}{\left(j\omega L + R + \frac{1}{j\omega C} \right) \cdot (j\omega L_6 + R_6) + \omega^2 M^2}$$

$$I_6 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-U \cdot j\omega M}{\left(j\omega L + R + \frac{1}{j\omega C} \right) \cdot (j\omega L_6 + R_6) + \omega^2 M^2}$$

Отсюда мощность, выделяемая в бетонной смеси:

$$P_6 = I_6 \cdot R_6$$

Для нахождения эквивалентного активного сопротивления бетонной смеси рассчитывается полная проводимость бетонной смеси в рассматриваемом объеме (рис. 1,б):

$$\gamma_6 = \int_S d\gamma = \int_0^h \int_{r_1}^{r_2} \frac{dS}{2\pi r \rho_6} = \frac{1}{2\pi \rho_6} \int_0^h \int_{r_1}^{r_2} \frac{dh \cdot dr}{r} = \frac{h}{2\pi \rho_6} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{h}{2\pi \rho_6} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1};$$

Отсюда эквивалентное активное сопротивление бетонной смеси в рассматриваемом объеме:

$$R_{\delta} = \frac{1}{\gamma_{\delta}} = \frac{2\pi\rho_{\delta}}{h \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}}$$

При наличии в изделии арматуры проводимость рассчитывается как у композитного материала:

$$\gamma_{жб} = \gamma_a \cdot V_a^* + \gamma_{\delta} \cdot V_{\delta}^*,$$

где V_a^* – относительная доля арматуры в железобетонном изделии;

$V_{\delta}^* = 1 - V_a^*$ – относительная объемная доля бетонной смеси.

Эквивалентное активное сопротивление железобетона в рассматриваемом объеме:

$$R_{жб} = \frac{1}{\gamma_{жб}}$$

В качестве примера проведен расчет выделяемой мощности в программе MATLAB для образца горизонтальной балки железобетонного ростверка. Расчет проводился для свежесушеной бетонной смеси с удельным активным сопротивлением $\rho_{\delta} = 5,6$ (Ом·м) и частоте питающего напряжения на индукторе 13 кГц. Относительная доля бетонной смеси $V_{\delta}^* = 0,987$. Зависимость выделяемой на образце мощности от напряжения питания индуктора представлена на рис. 3.

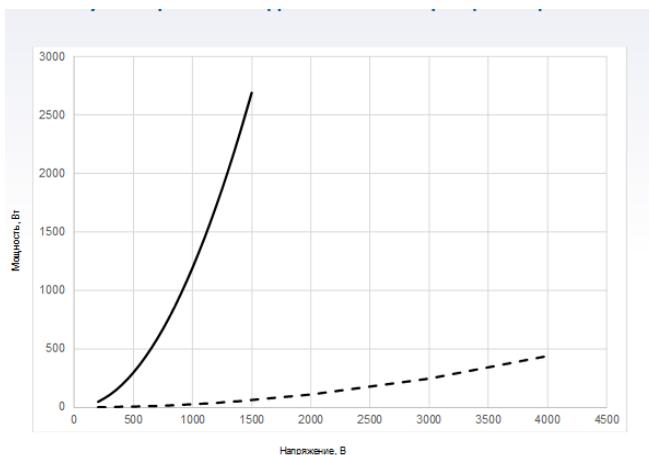


Рис. 3. Зависимость выделяемой в образце мощности от напряжения питания индуктора: пунктирная линия – образец без арматуры; сплошная линия – образец с арматурой

Из рис.3 видно, что наличие арматуры существенно увеличивает выделяемую на образце мощность при одинаковом напряжении на индукто-

ре ввиду большой проводимости стальной арматуры и, как следствие, – ее большего нагрева от переменного магнитного поля индуктора.

Заключение. Индукционный прогрев бетонной смеси при частоте питающего напряжения на индукторе 13 кГц наиболее эффективен для железобетонных изделий с большой долей металлической арматуры в объеме изделия, поскольку доля тепла, выделяемого в стальной арматуре, значительно больше, чем в объеме самой бетонной смеси.

Литература

1. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях/ под ред. Б.А. Крылова, С.А. Амбарцумяна, А.И. Звезда – М.: НИИЖБ, 2005. -276 с.
2. Усольцев А.А. Общая электротехника: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – С.301.

УДК 621.311.1: 621.316.1

С.В. ФЕДОСОВ, академик РААСН, д.т.н., профессор,
Ю.В. ШАДРУНОВ, инженер,
А.М. СОКОЛОВ, д.т.н., профессор,
А.А. ДЬЯЧКОВ, аспирант,
С.И. ИСАЧЕНКО, аспирант,

Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26
E-mail: kanz@mgsu.ru

Организационно-технологические решения по экспериментальному исследованию процесса изготовления железобетонных конструкций с применением электротермической обработки токами повышенной частоты

Аннотация: приведены результаты разработки установки для экспериментальных исследований характеристик технологического процесса изготовления железобетонных изделий с применением электротермической обработки (ЭТО) токами повышенной частоты индукционным методом. При разработке этой установки использовался опыт создания и применения оборудования для изготовления железобетонных изделий с использованием ЭТО электродным методом. Результаты исследований с помощью предложенной конструкции экспериментальной установки позволят перейти к применению ЭТО индукционным методом в промышленных масштабах.

Ключевые слова: преобразователь частоты, повышенная частота, электро-технология, индукционный нагрев, железобетон

S.V. FEDOSOV, Academician of the Russian Academy of Architectural and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Yu.V. SHADRUNOV, engineer,
A.M. SOKOLOV, Doctor of Technical Sciences, Professor,
A.A.DYACHKOV, post-graduate student,
S.I. ISACHENKO, post-graduate student,

National Research Moscow State University of Civil Engineering
129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26
E-mail: kanz@mgsu.ru

Organizational and technological solutions for the experimental study of the process of manufacturing reinforced concrete

Abstract. The results of the development of an installation for experimental studies of the characteristics of the technological process of manufacturing concrete products using electrothermal treatment (ETO) with high-frequency currents by induction method are presented. During the development of this installation, the experience of creating and using equipment for the manufacture of reinforced concrete products using this electrode method was used. The results of the research using the proposed design of the experimental installation will allow us to switch to the use of this induction method on an industrial scale.

Key words: frequency converter, high frequency, electrical technology, induction heating, reinforced concrete

Постановка задачи. Как известно, ростверковые фундаменты (рис.1) широко применяются на практике, а в арктической зоне (зоне вечной мерзлоты) они являются практически единственным вариантом устройства надежных фундаментов различных строительных сооружений [1]. Эффективным вариантом осуществления тепловой обработки таких протяженных железобетонных изделий является применение индукционного метода электротермической обработки [2] токами повышенной частоты. А для осуществления такой обработки, т.е. для электропитания индукторов, целесообразно использовать источники питания нового поколения на основе полупроводниковых (транзисторных) преобразователей напряжения большой мощности, обладающие высокими эксплуатационными свойствами [3].

Вполне очевидно, что практическому применению такого способа электротепловой обработки должны предшествовать экспериментальные исследования в лабораторных условиях и теоретические разработки. Целесообразно, чтобы условия экспериментов в максимальной степени реальным производственным условиям.

О подходе к решению задачи. Как показал анализ существующей информации, для выполнения ЭТО горизонтальных элементов фундамента (рис.1) индукционным методом целесообразно использовать индукторы в виде плоских катушек прямоугольной формы, большая

сторона которой составляет 0,8-1 м, а меньшая приблизительно равна высоте арматурного каркаса (рис. 1).

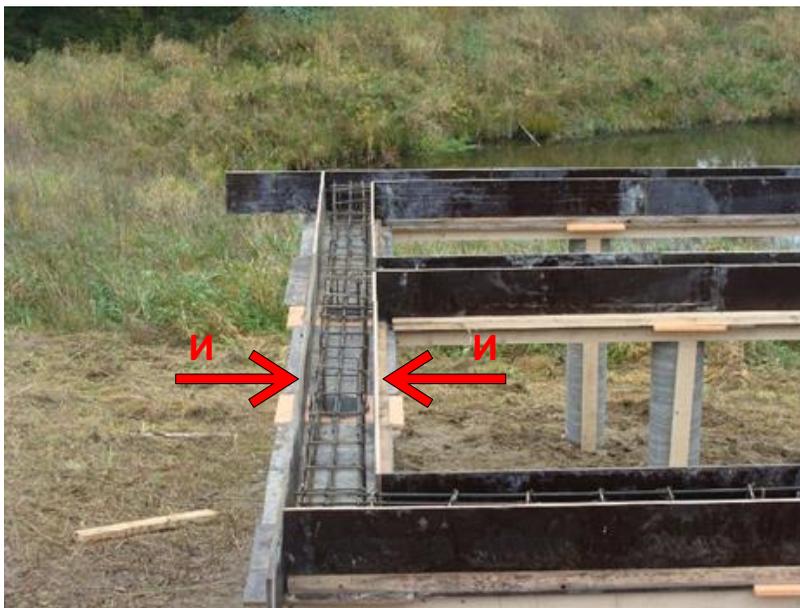


Рис. 1. Внешний вид опалубки для изготовления горизонтальных элементов свайно-ростверкового фундамента:

И – поверхности опалубки для установки индукторов

<https://loftecomarket.ru/wpcontent/uploads/c/8/3/c838f73fa8e25d78b377da37f6665694.jpeg>
(дата обращения 9.09.2022)

Для осуществления ЭТО снаружи и по всей длине опалубки на противоположные ее поверхности попарно устанавливаются индукторы (рис. 2). Каждая пара таких индукторов должна, как правило, располагаться соосно и подключается к источнику питания таким образом, чтобы происходило суммирование электромагнитного поля в пространстве между этими индукторами, т.е. в месте расположения железобетонного изделия, в целях достижения максимальной эффективности ЭТО индукционным методом.

На основании информации, представленной на рис. 1, а также с учетом опыта и результатов ранее выполненных исследований была разработана конструкция опалубки для изготовления железобетонного изделия в виде фрагмента (по длине) свайно-ростверкового фундамента и осуществления его ЭТО индукционным методом. Конструкция этой опалубки в сборе представлена на рис. 2.

Внутренняя поверхность каждого элемента опалубки, которая при изготовлении железобетонного изделия контактирует со свежим бетоном, выполнена из ламинированной фанеры толщиной 21 мм. Как известно, этот материал прекрасно зарекомендовал себя в монолитном домостроении, где он широко применяется в конструкции передвижной и разборной опалубки, а также применяется при изготовлении ростверковых фундаментов (рис. 1). Такая опалубка, несмотря на тяжелые условия эксплуатации, имеет достаточно продолжительные сроки службы. Одновременно, этот материал обладает хорошими электроизоляционными свойствами, что делает его пригодным для изготовления железобетонных изделий с помощью электротепловой обработки индукционным методом. Для придания жесткости каждой детали опалубки ламинированная фанера закреплена на каркасе, выполненном из деревянного соснового бруса сечением 50х100 мм (рис. 2).

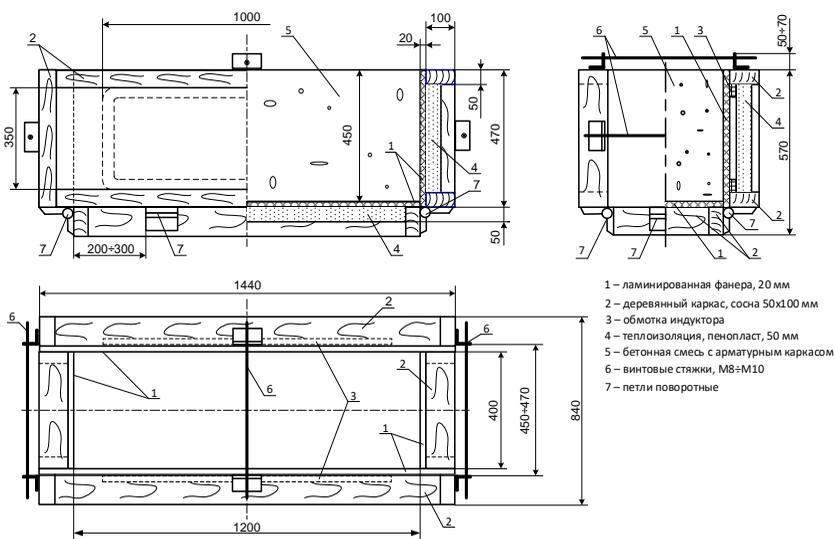


Рис. 2. Конструкция экспериментальной опалубки для изготовления железобетонных образцов с применением ЭТО индукционным методом в лабораторных условиях

Характерно, что индукторы, необходимые для осуществления ЭТО токами повышенной частоты индукционным методом, уже встроены в боковые стенки опалубки. Провода от них для подключения к источнику питания, как показано на рис.3, подведены к клеммам или разъемам, расположенным в удобном месте на опалубке (на чертеже не показаны).

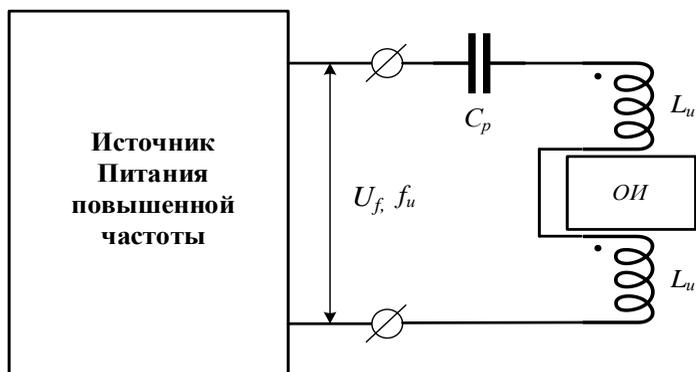


Рис. 3. Электрическая схема подключения источника питания повышенной частоты к индукторам: ОИ – объект исследований (железобетонное изделие – рис. 2); U_f и f_u – величина напряжения и его частота на выходе источника питания; C_p – резонансная емкость (блок конденсаторов); L_u – индуктивность одного индуктора – рис. 2

Закключение. Таким образом, опалубка (рис. 2) позволяет изготавливать в процессе экспериментов фрагмент полноразмерного по поперечному сечению ростверка длиной 1,2 м. Результаты экспериментов, полученные с помощью такого лабораторного объекта можно без труда масштабировать на объекты реальных размеров.

Литература

1. Железобетонные и каменные конструкции/ Бондаренко В.М., [и др.] под ред. В.М. Бондаренко – М.: Высш. шк., 2007. - 887 с.
2. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях/ под ред. Б.А. Крылова, С.А. Амбарцумяна, А.И. Звезда – М.: НИИЖБ, 2005. -276 с.
3. Федосов С.В. Электротепловая обработка бетона токами повышенной частоты на предприятиях сборного бетона/ Федосов С.В., Бобылев В.И., Соколов А.М. Монография. Иваново: ФГБОУ ВО «ИГЭУ им. В.И. Ленина», ИВГПУ, 2016. – 336 с.

УДК 621.311

Н.И. ДЮПОВКИН, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина, 153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: dean@fzvo.ispu.ru

Особенности электропроводности жидких магнетодиэлектриков

Аннотация. Рассмотрен механизм электропроводности жидких магнетодиэлектриков, проведена оценка влияния внешних факторов, синтеза магнетоди-

электриков и технологии получения образцов на электропроводность материала. Рассмотрена роль ориентационного и концентрационного изменения структуры магнетодиэлектрика в динамике электропроводности.

Ключевые слова: электропроводность, магнитное поле, коллоидные системы, жидкие магнетодиэлектрики.

N.I. DYUPOVKIN, PhD in Technical Sciences, associate professors

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St.,34
E-mail: dean@fzvo.ispu.ru

Features of electrical conductivity of liquid magnetodielectrics

Annotation. The mechanism of electrical conductivity of liquid magnetodielectrics is considered, the influence of external factors, the synthesis of magnetodielectrics and the technology of obtaining samples on the electrical conductivity of the material is evaluated. The role of orientation and concentration changes in the structure of a magnetodielectric in the dynamics of electrical conductivity is considered.

Key words: electrical conductivity, magnetic field, colloidal systems, liquid magnetodielectrics.

Жидкие магнетодиэлектрики – коллоидные системы на основе органических жидкостей (углеводородных, кремнийорганических или фторорганических соединений) с высокодисперсной магнитной фазой, стабилизированной поверхностно-активным веществом (ПАВ). Данные материалы могут изменять внутреннюю структуру под воздействием внешнего магнитного поля. Они могут использоваться в коммутационных устройствах в качестве активного изоляционного материала, обеспечивающего коммутацию электрической цепи.

Исследование электрических свойств магнетодиэлектриков, к которым можно отнести магнитные жидкости на основе жидких диэлектриков, магнитоуправляемые суспензии, эмульсии магнитных жидкостей в углеводородных дисперсионных средах, позволяет получить дополнительную информацию о динамике электрических явлений за счет управления структурой системы внешним магнитным полем. В данной работе проводится анализ результатов экспериментальных исследований электропроводности магнетодиэлектриков на основе углеводородных и кремнийорганических соединений.

В жидких электроизоляционных материалах наблюдаются нелинейные эффекты: двойной электрофорез, межэлектродное сжатие суспензии, межэлектродная циркуляция и образование цепочек. Объяснение особенностей поведения таких систем необходимо связывать с явлениями характерными для жидкофазных систем с низкой электропроводностью, прежде всего с эффектом образования в электрическом поле объемного заряда у проводящей (полупроводящей) поверхности, который наблюдается в экспериментах [1].

Используемые дисперсионные среды (углеводородные, кремнийорганические или фторорганические соединения) по электрическим свойствам можно отнести к неполярным жидким диэлектрикам, диэлектрическая проницаемость которых при 20°C находится в диапазоне 2,09 – 2,42. Электропроводность, определенная на постоянном электрическом токе, для дисперсионных сред не превышает $5 \cdot 10^{-11} \text{ Ом}^{-1} \text{ М}^{-1}$. Поверхностно-активное вещество (ПАВ), используемое для стабилизации дисперсной фазы, имеет диэлектрическую проницаемость $\epsilon_r = 2.93$ и удельную электропроводность $\sigma = 3 \cdot 10^{-11} \text{ Ом}^{-1} \text{ М}^{-1}$. Дисперсная фаза – высокодисперсный магнетит (Fe_3O_4). По электрическим свойствам относится к полупроводникам [2]. В такой коллоидной системе, в соответствии с правилом Кена [3], дисперсная фаза заряжается положительно.

Электропроводность жидких диэлектриков определяется собственной и примесной электропроводностью [4]. Для жидких неполярных диэлектриков и магнитодиэлектриков электропроводность определяется примесями, которые остаются в материале после синтеза или попадают при эксплуатации.

Синтез магнитодиэлектриков включает: 1 – получение высокодисперсной магнитной фазы (обычно путем химической конденсации солей железа); 2 – подготовку поверхности частиц и удаление побочных продуктов реакции; 3 – стабилизацию частиц ПАВом; 4 - пептизацию стабилизированной дисперсной фазы в дисперсионной среде; 5 - гомогенизацию дисперсии, удаление немагнитных включений и крупных агрегатов. Этапы могут объединяться в различных технологических операциях.

Используемые частицы имеют размер порядка 10^{-8} м , т.е. они однодоменные. Их размер соизмерим с длиной молекул дисперсионной среды и ПАВ. Линейная длина молекул около 2,0 нм. Адсорбированные молекулы ПАВ обеспечивают стерическую стабилизацию дисперсной фазы. Стабилизирующие слои, кроме молекул ПАВ, могут за счет пересольватации включать и молекулы дисперсионной среды. Присутствие в системе ионов и полярных молекул, образующихся при получении магнитной дисперсной фазы, и наличие заряда на частицах позволяет предположить наличие в магнитодиэлектриках электростерического механизма стабилизации [5].

Магнитодиэлектрики должны обладать высокой седиментационной и агрегатной устойчивостью. Степень устойчивости можно оценить по зависимости электропроводности от напряженности внешнего магнитного поля. В [6] приведены такие зависимости для систем с разной степенью стабилизации. Наглядно видно, что для стабильных материалов, при наложении внешнего магнитного поля H до 800 кА/М отсутствует эффект перколяции. Наблюдается небольшое повышение электропроводности при росте напряженности магнитного поля до значений, которые исключают подвижность дисперсной фазы (до H порядка 200 кА/М). Этот диапазон характеризуется переходом структуры магнитодиэлектрика из неупорядоченного состояния к структурированному

состоянию. Степень упорядоченности определяется мН и кТ. Уже при мН, соизмеримыми с кТ, увеличение напряженности магнитного поля приводит к ориентации магнитных частиц по силовым линиям и формированию цепочечных структур. Этот процесс способствует миграции примесных носителей заряда вдоль цепочек по границе раздела стабилизационных оболочек частиц.

Результаты рассмотрения зависимости электропроводности от объемной концентрации дисперсной фазы позволяют оценить оптимальное соотношение компонентов для устойчивых к внешним воздействиям магнитодиэлектриков. Эта зависимость информативна при получении требуемых концентраций в процессе синтеза. Если образцы получены разбавлением концентрата – зависимость не позволяет определить оптимальную концентрацию.

Литература

1. Духин С.С., Эстрела-Льопис В.Р., Жолковский Э.К. Электроповерхностные явления и электрофильтрация. Киев: Наукова думка, 1985. 288 с.
2. Справочник по электротехническим материалам / под ред. Ю.В. Корицкого и др. Т.3. Л.: Энергия, 1976. 896 с.
3. Пробой жидких электроизоляционных материалов: обзор по одноименной книге И.А. Кока / Сост. В. В. Пучковский, М: Энергия, 1967. 80 с.
4. Сканави, Г.И. Физика диэлектриков: (область слабых полей) / Г.И. Сканави М.; Л.: Гостехиздат, 1949. 500 с
5. Неплер Д. Стабилизация коллоидных дисперсий полимерами. М.: Мир, 1986. 487 с.
6. Дюповкин Н.И. Электропроводность магнитных жидкостей // Коллоидный журнал. 1995. Т.57. №5. С.666–669.

УДК 621.31

О.С. МЕЛЬНИКОВА, к.т.н., доцент,
Ю.М. СМЕРНОВА, ст. преподаватель

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34, ауд. А-124
E-mail: o.c.melnikova@mail.ru

Система поддержки принятия решений по выбору воздействий на силовые трансформаторы с учетом интегральной оценки

Аннотация. Для обеспечения надёжности и продления сроков службы силовых трансформаторов важно иметь достоверные методы технического диагностирования и управления техническим состоянием

Ключевые слова: Силовые трансформаторы, индекс состояния, интегральная оценка, диагностирование

O.S. MELNIKOVA, Ph.D., Associate Professor,
J.M. SMIRNOVA, senior lecture

Ivanovo State Energy University
Department of High-Voltage Power Engineering,
153003 Ivanovo, st. Rabfakovskaya, 34, room. A-124
E-mail: o.c.melnikova@mail.ru

Decision support system for the choice of impacts on power transformers, taking into account the integral assessment

Abstract. To ensure reliability and extend the service life of power transformers, it is important to have reliable methods of technical diagnostics and technical condition management

Key words: Power transformers, condition index, integral assessment, diagnostics

Ухудшение технического состояния силовых трансформаторов под воздействием эксплуатационных факторов ведет к увеличению уровня их физического износа, постепенному сокращению технического ресурса и, соответственно, к увеличению вероятности отказа из-за снижения электрической прочности изоляции [1]. Следовательно, старение свидетельствует об увеличении риска возникновения аварии, в результате которой может быть причинён не только экономический, но и любой другой вид ущерба.

К основным задачам управления старением силовых трансформаторов относятся:

- разработка методов оценки и прогнозирования технического состояния;
- поддержание в допустимых пределах процессов старения функциональных узлов трансформаторов;
- техническое диагностирование и контроль текущего состояния; техническое освидетельствование;
- своевременное восстановление и продление ресурса трансформаторов, замена оборудования, ресурс которого исчерпан;
- прогнозирование вероятности отказа; оценка технического ресурса и потенциального срока службы с учётом условий эксплуатации;
- разработка информационных баз данных для накопления опыта эксплуатации и сведений о процессах старения трансформаторов.

На рис. 1 представлена блок-схема риск-ориентированного управления старением трансформаторов [2]. Она определяет взаимосвязь и порядок определения индекса состояния, ресурса, вероятностей и предельного срока эксплуатации трансформаторов электрических станций. Далее приведены основные положения, предлагаемого подхода и методологии.

Индекс (технического) состояния (ИС) – это интегральный показатель технического состояния оборудования, который объединяет зна-

чения ряда других показателей в единую величину, удобную для сравнения и оценки.

В процессе эксплуатации на трансформаторы воздействует множество эксплуатационных факторов, приводящих напрямую к его физическому износу, а значит и снижению (ухудшению) уровня его технического состояния. Трансформатор разделяется на функциональные узлы, определяющие его работоспособность. Для каждого узла определяются группы параметров, характеризующих техническое состояние рассматриваемого узла.

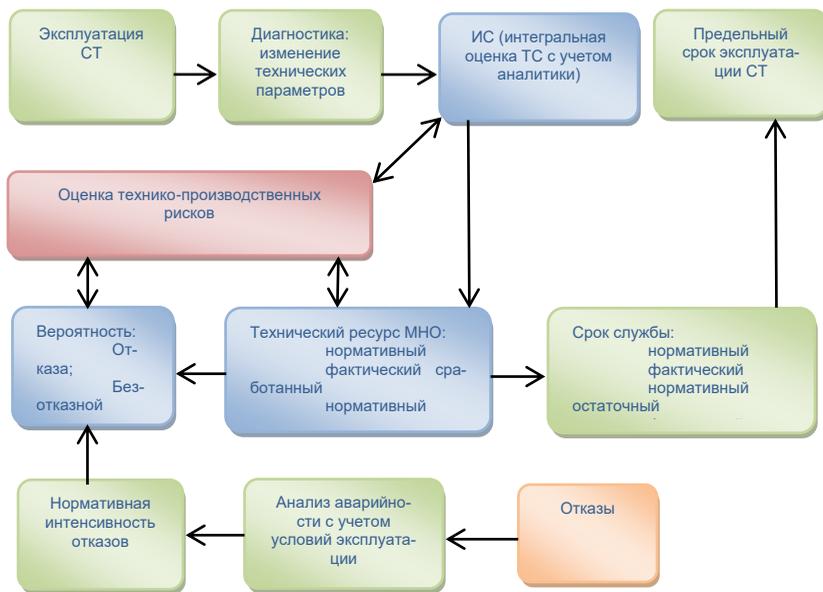


Рис. 1. Риско-ориентированное управление старением силовых трансформаторов электрических станций на основе интегральной оценки технического состояния

Если один из применяемых методов определения параметров технического состояния указывает на критическое значение ИС силового трансформатора, то необходимо применить меры в соответствии с требованиями, закреплёнными НТД по этому методу. К таким параметрам также могут относиться и показатели, отражающие состояние расходных материалов (например, значение электрической прочности главной и продольной изоляции).

Эффектом от управления техническим состоянием силовых трансформаторов на электрических станциях являются снижение эксплуатационных расходов и снижение капитальных затрат. В связи с изменением интервалов между ремонтами техническое обслуживание и ремонт

силовых трансформаторов производится только по мере необходимости. При этом осуществляется гибкое управление трудовыми ресурсами, оптимизация режимов работы оборудования электрических станций и раннее выявление убытков.

Следующим эффектом также являются создание базы для использования цифровых двойников для обучения обслуживающего персонала, технологов, ремонтного персонала, проведение виртуальных экспериментов с оборудованием в технологическом процессе, возможность проведения виртуальных пуско-наладочных работ на действующих и новых электрических станциях, исключение незапланированных простоев оборудования из-за отказов, улучшение показателей общей эффективности оборудования, повышение эксплуатационной безопасности. Увеличением срока службы оборудования будет происходить в связи с выбором оптимального режима работы и ранним выявлением возникновения дефектов.

Литература

1. Выбор и расчет статистических характеристик электрической прочности масляных каналов главной изоляции трансформаторов в целях повышения эффективности ее диагностики / О.С. Мельникова // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2014. № 3. С. 38-44.

2. Управление старением трансформаторов систем нормальной эксплуатации АЭС на основе риск-ориентированного подхода / А.Н. Назарычев, Д.А. Андреев, О.С. Мельникова, А.А. Пугачев // Энергетик. 2022. № 3. С. 7-13.

УДК 621.31

А.М. ЧИКАЛЕВА, аспирант,
С.В. ВОРОБЬЕВ, ст. преподаватель,
О.С. МЕЛЬНИКОВА, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34, ауд. А-124
*E-mail: zebra**tb**@mail.ru*

Определение величины наведенного тока в грозозащитных тросах

Аннотация. В работе выполнены расчет и сопоставление величины наведенного тока для различных типов грозозащитных тросов, применяемых на высоковольтных линиях электропередач от воздействий атмосферных перенапряжений

Ключевые слова: Грозозащитные тросы, тросы со встроенным оптическим волокном

A.M.CHIKALEVA, graduate student.,
S.V.VOROBIEV, senior lecturer
O.S. MELNIKOVA, Ph.D., Associate Professor

Ivanovo State Energy University,
153003 Ivanovo, st. Rabfakovskaya, 34, room. A-124
E-mail: zebra**tr**@mail.ru

Determination of the magnitude of the induced current in lightning protection cables

Abstract. The paper presents the calculation and comparison of the magnitude of the induced current for various types of lightning protection cables used on high-voltage power lines against the effects of atmospheric overvoltages

Key words: Lightning wires, wires with embedded optical fiber

Одним из видов защиты высоковольтных линий электропередачи от воздействия атмосферных перенапряжений являются грозозащитные тросы. Они выполняют роль протяженного молниеотвода и их количество определяется такими факторами как класс напряжения линии, сопротивление грунта вокруг опоры, место ее установки и количества подвешенных проводов.

Традиционно в качестве материалов для грозозащитных тросов используется либо оцинкованная сталь, либо плакированный алюминий.

В настоящее время в России взят курс на цифровое преобразование экономики страны [1], затрагивающий и отрасль энергетики. Цифровая трансформация меняет подход к развитию распределительных систем и предъявляет все более высокие требования к надежности воздушных линий электропередачи (ВЛ). Последнее время наблюдается активная замена грозозащитных тросов на тросы со встроенным оптическим волокном (ОКГТ).

К опорам грозозащитный трос может быть присоединен наглухо, через изолятор или изоляторы (изолированное крепление), а также комбинированным способом, т.е. изолированное крепление троса к опорам сочетается с его глухим заземлением в одной или двух точках анкерного участка линии.

Независимо от напряжения ВЛ ОКГТ должен, как правило, быть заземлен на каждой опоре, в некоторых случаях допускается любой способ подвески ОКГТ [2,3].

При заземлении тросов на каждой опоре возникает контур, образованный тросом, опорой и землей, что в соответствии с законом электромагнитной индукции приводит к возникновению взаимоиндукции между фазными проводниками и заземленными участками грозозащитных тросов. В результате этого, в тросе появляется индуцированный ток, значение которого во многом зависит как от геометрии опор, так и от значения тока, протекающего в фазах.

Для расчета значений токов, наведенных в грозозащитных тросах разного типа, была разработана модель в графическом редакторе ATP Draw, который применяется для расчетов электромагнитных переходных процессов. Исследования выполнены для опор различной геометрии для линий разного класса напряжения, а также при разных значениях сопротивления заземления и токов, протекающих в фазных проводах. Результаты имитационного моделирования представлены на рис. 1–3.

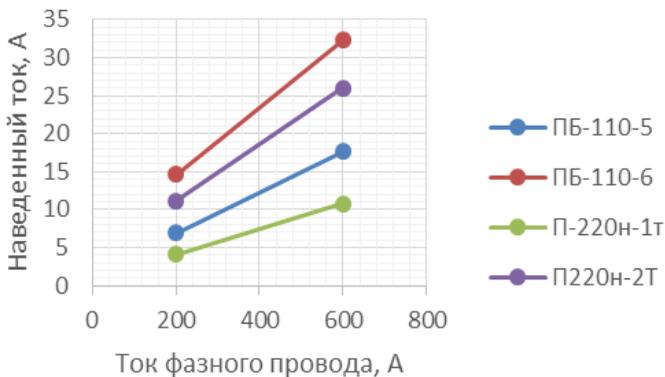


Рис. 1. Результаты расчета наведенного тока в грозозащитном тросе типа 9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-Р

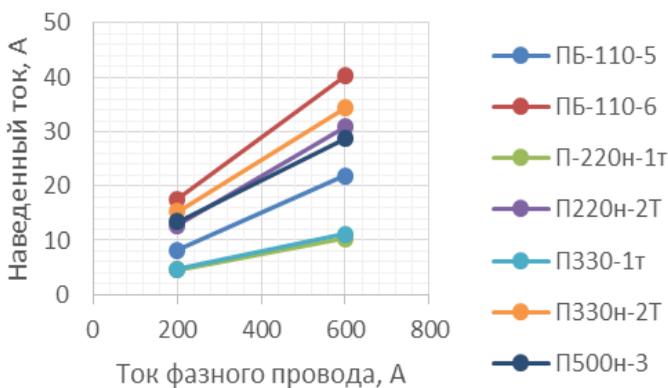


Рис. 2. Результаты расчета наведенного тока в грозозащитном тросе типа 11-МЗ-В-ОЖ-Н-Р

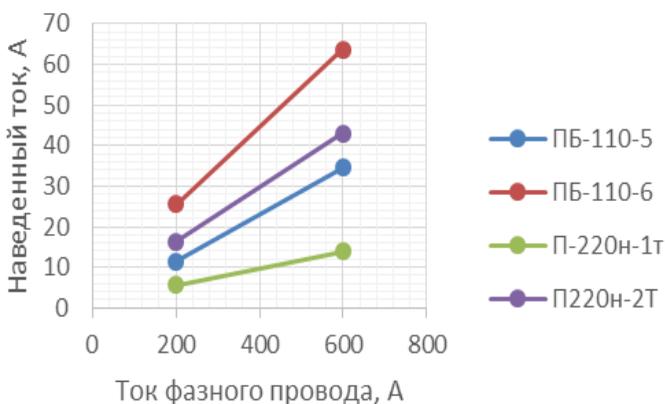


Рис. 3. Результаты расчета наведенного тока в грозозащитном тросе типа ОКГТ-Ц-А-48G.652D-10.9

Результаты расчетов показали, что для тросов со встроенным оптическим волокном значение индуцированного тока может достигать значений свыше 60 А, что существенно влияет на величину активных потерь на ВЛ. Проведенный анализ показал необходимость пересмотра требований к подвеске ОКГТ на ВЛ с целью снижения эксплуатационных затрат.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации № 204 от 7.05.2018 о национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года
2. Правила Устройства Электроустановок (ПУЭ) – 7 издание. Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
3. СТО 56947007-33.180.10.172-2014 Технологическая связь. Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше

УДК 621.3.048

С.А. СЛОВЕСНЫЙ, к.т.н., доцент,
А.В. ВИХАРЕВ, к.т.н., доцент,
М.Е. ТИХОВ, к.т.н., доцент,
А.Ф. СОРОКИН, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: slovsa@eef.ispu.ru

Перспективы использования штыревых полимерных изоляторов

Аннотация. Отмечены особенности применения штыревых изоляторов различных видов на воздушных линиях в системе электроснабжения потребителей. В настоящее время активно внедряются штыревые полимерные изоляторы на средний класс напряжения для крепления СИП и защищенных проводов. Приведено сравнение типовых характеристик штыревых изоляторов с разным изоляционным материалом. Показано, что полимерная изоляция не уступает по характеристикам фарфоровой и стеклянной изоляции.

Ключевые слова: штыревой изолятор, полимерная изоляция, воздушная линия электропередачи

A.F. SOROKIN,
S.A. SLOVESNY'J, M.E. TIHOV, A.V. VIHAREV
PhD in Technical Sciences, associate professors

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: slovsa@eef.ispu.ru

Possibility for use pin polymer insulators

Abstract. The features of the use of pin insulators of various types on overhead lines in the power distribution system are noted. Currently, pin polymer insulators for the middle voltage class are being actively introduced for fastening self-supporting insulated wires and protected wires. A comparison of typical characteristics of pin insulators with different insulating material is given. It is shown that polymer insulation is not inferior in terms of characteristics to porcelain and glass insulation.

Key words: pin insulator, polymer insulation overhead transmission line.

Электроснабжение потребителей осуществляется с использованием распределительных электрических сетей напряжением 0,4 кВ и сетей среднего напряжения 6-35 кВ, которые являются наиболее распространёнными в электросетевом комплексе, суммарная протяженность линий электропередачи при этом составляет порядка 1,5 млн. км.

Традиционно в качестве изоляторов на воздушных линиях распределительных электрических сетей 6-20 кВ, и реже, напряжением 35 кВ, применяются штыревые фарфоровые и стеклянные изоляторы. До

начала 2000-х годов штыревые изоляторы изготавливались только из фарфора.

Основной проблемой штыревых фарфоровых изоляторов является наличие скрытых дефектов, определяющих возможность образования микротрещин в механически и электрически наиболее напряженной и части изоляторов и, как следствие этого, повышение вероятности электрического пробоя. Этому недостатка полностью лишены изоляторы из электротехнического стекла (закаленного и отожженного), при изготовлении которых специальными методами контролируются наличие внутренних напряжений, что недостижимо в керамических изоляторах. Однако штыревые изоляторы из отожжённого стекла – обладают низкой термостойкостью. Недостаточная термостойкость таких стеклянных изоляторов может привести к их разрушению при эксплуатации, как из-за резкого перепада суточных температур, так и из-за нагрева изолятора в солнечные дни.

В последние десятилетия, производители высоковольтных изоляторов освоили выпуск полимерных изоляторов среднего класса напряжения для крепления СИП и защищенных проводов. Применение полимерных изоляторов для ВЛ с защищенными проводами позволяет в целом повысить надежность систем электроснабжения, однако требует учета изменения состояния поверхности изолятора, проявляющегося при длительном воздействии эксплуатационных факторов, в частности интенсивных промышленных загрязнений.

Преимущества и недостатки полимерных изоляторов, выполненных из различных материалов широко известны, опыт их эксплуатации показал, что главным достоинством защитных оболочек из кремнийорганических эластомеров, является сохранение гидрофобности в условиях сильных загрязнений при длительном сроке эксплуатации, а также стойкость к воздействию электрической дуги, трекингу и эрозии.

Компанией АРМАТЕХ-НИЛЕД начиная с 2021 года на Димитровградском арматурном заводе [1] начато производство линейных стержневых изоляторов с оболочкой из кремнийорганических материалов и цельнолитых штыревых полимерных изоляторов типа ПШИ-20 (рис.1). Профиль изолятора ПШИ-20 заметно отличается от типичных профилей фарфоровых и стеклянных изоляторов в сторону упрощения и выполнен аналогично с профилями полимерных стержневых изоляторов с переменным вылетом ребра и минимальным углом его наклона. Такое решение позволяет использовать общие технологические подходы к изготовлению изоляторов, и повышает разрядные характеристики изолятора (выдерживаемого напряжения в условиях сильного дождя или обледенения), способствует более эффективному естественному отмыванию поверхности изолятора.

Характеристики изолятора ПШИ-20 в сравнении с изоляторами других типов, предназначенных для работы в электроустановках напряжением 20 кВ, приведены в табл. 1.



Рис. 1. Изолятор ПШИ-20 с эластичным креплением для защищённых проводов СИП-3

Таблица 1. Типовые характеристики штыревых изоляторов

Параметр	ШФ20Г	ШС20Г	ЛПШ 20	ПШИ 20*
Номинальное напряжение, кВ	20	20	20	20
Длина пути утечки, мм	400	400	450	460
Высота, мм	184	180	165	115
Диаметр, мм	175	130	150	180
Пробивное напряжение в изоляционной среде, кВ, не менее	180	140	160	150
Масса, кг	3,27	2,0	0,88	0,95
Выдерживаемое напряжение частоты 50 Гц в сухом состоянии, кВ, не менее	85	73	90	86
Выдерживаемое напряжение полного грозового импульса, кВ	135	135	165	138
Выдерживаемое напряжение частоты 50 Гц под дождем, кВ, не менее	65	40	75	61

*- данные приведены по результатам испытаний, выполненных сотрудниками ИГЭУ

Анализ данных табл. 1 позволяет сделать вывод о том, что по электрическим характеристикам полимерные штыревые изоляторы не уступают фарфоровым и стеклянным изоляторам. При этом полимерные изоляторы обладают меньшей массой и повышенной устойчивостью к механическим воздействиям.

Литература

1. Комплексные решения для повышения надежности распределительных сетей /Электроэнергия. Передача и распределение, № 3(72), 2022 г.

УДК 621.3.048

С.А. СЛОВЕСНЫЙ, к.т.н., доцент,
А.В. ВИХАРЕВ, к.т.н., доцент,
М.Е. ТИХОВ, к.т.н., доцент,
А.Ф. СОРОКИН, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: slovsa@eef.ispu.ru

Оценка трекингоустойчивости полимерных штыревых изоляторов

Аннотация. В процессе эксплуатации наблюдается эрозия материала линейных изоляторов, что может привести к термическому разложению диэлектрика с образованием проводящего трека. Для оценки влияния поверхностных скользящих разрядов на состояние полимерного материала штыревых изоляторов проведены испытания на трекингоэрозионную стойкость. Проведенные контрольные испытания изоляторов по определению среднего разрядного напряжения показали, что исследуемые в работе полимерные изоляторы соответствуют заявленному производителем классу напряжения.

Ключевые слова: штыревой изолятор, полимерная изоляция, трекингоэрозионная стойкость.

S.A. SLOVESNYJ,
A.V. VIHAREV, M.E. TIHOV, A.F. SOROKIN
PhD in Technical Sciences, associate professors

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: slovsa@eef.ispu.ru

Tracking and erosion resistance rating polymer pin insulators

Abstract. During operation, erosion of the material of line insulators is observed, which can lead to thermal decay of the dielectric with the formation of a conductive track. To assess the effect of surface discharges on the state of the polymer material of pin insulators, tests for tracking and erosion resistance were carried out. The control tests of insulators to determine the average discharge voltage showed that the polymer insulators studied in the work correspond to the rated voltage declared by the manufacturer.

Key words: pin insulator, polymer insulation, tracking and erosion resistance.

В процессе эксплуатации линейной и подстанционной изоляции, особенно в районах с повышенной степенью загрязнения воздуха, на увлажненной поверхности изоляционных материалов возникают частичные (стримерные) скользящие разряды. При этом, канал стримера отделен от поверхности изолятора слоем газа, в котором идет интенсивная фотоионизация и образование новых электронных лавин, внедряющихся в канал стримера. Температура канала такого стримера превышает 2000 °К. Тепловые воздействия, в том числе обусловленные

поглощением фотонов поверхностью диэлектрика, вызывают эрозию изоляционного материала или могут приводить к термическому разложению диэлектрика с образованием проводящего трека.

Опыт эксплуатации линейной изоляции свидетельствует о том, что скользящие разряды повреждают поверхность даже керамических изоляционных материалов (рисунок 1), поэтому негативное влияние поверхностных скользящих разрядов обязательно необходимо учитывать при применении новых изоляционных материалов.



Рис. 1. Поверхность фарфорового изолятора со следами эрозии

Для оценки влияния поверхностных скользящих разрядов на состояние изолятора предусмотрено проведение испытания на трекингоэрозионную стойкость. При этом разрядные характеристики изоляционных конструкций после воздействия на них скользящих разрядов не должны существенно снижаться, по сравнению с характеристиками таких же изоляционных конструкций, на которые поверхностные разряды не воздействовали.

На кафедре ВЭТФ ИГЭУ было проведено исследование трекингоэрозионной стойкости штыревых полимерных изоляторов ПШИ-20. Исследование выполнялось с учетом требований ГОСТ Р 52082-2003 «Изоляторы полимерные опорные наружной установки на напряжение 6-220 кВ. Общие технические условия», из-за отсутствия соответствующей нормативной документации для полимерных штыревых изоляторов.

Определение трекингоэрозийной стойкости исследуемых изоляторов проводилось в испытательной камере, позволяющей поддерживать относительную влажность воздуха на уровне 90 %, при этом поверхности самого изолятора периодически увлажнялись распылением водного раствора CaCl_2 .

В процессе искусственного старения изоляторов под воздействием поверхностных разрядов уровень напряжения был принят равным 16 кВ, продолжительность воздействия составила порядка 200 ч. За это время на отдельных участках изоляционного материала появились незначительные следы эрозии без образования проводящих треков (рис. 2).



Рис. 2. Следы эрозии, распространяющиеся от шейки изолятора к его периферии

После испытаний в камере в условиях высокой влажности изоляторы, в соответствии с ГОСТ Р 52082-2003, подвергнуты испытаниям в сухом состоянии, на первом этапе которых определялось среднее разрядное напряжение при плавном подъёме, а на втором этапе – изолятор испытывался приложением испытательного переменного напряжения в течение 30 минут. Изоляторы успешно выдержали контрольные испытания на соответствующий класс напряжения.

Таким образом, результаты электрических испытаний изоляторов ПШИ-20, а также исследований трекингоэрозийной стойкости свидетельствуют о соответствии их характеристик требованиям существующих нормативных документов.

УДК 551.594.221

А.Ф. СОРОКИН, к.т.н., доцент,
С.А. СЛОВЕСНЫЙ, к.т.н., доцент,
М.Е. ТИХОВ, к.т.н., доцент,
А.В. ВИХАРЕВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: sorokin@es.ispu.ru

Оценка грозových перенапряжений на изоляции воздушных линий электропередачи

Аннотация. Приведены результаты расчета перенапряжений, возникающих на изоляции воздушной линии электропередачи при ударе молнии в тросовую защиту по параметрам лидерной стадии развития молнии. Выполнена оценка максимальных значений и длительности перенапряжений на тросе и опорах, воздействующих на линейную изоляцию, приводящих к обратным перекрытиям на фазные провода и отключению линий. Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о необходимости использовать вольт-секундные характеристики изоляции при расчете грозоупорности таких линий.

Ключевые слова: воздушная линия электропередачи, грозоупорность, молниезащита, параметры молнии, грозое перенапряжение

A.F. SOROKIN,
S.A. SLOVESNYJ,
M.E. TIHOV,
A.V. VIHAREV

PhD in Technical Sciences, associate professors

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: sorokin@es.ispu.ru

Estimation of lightning surges on insulation overhead power lines

Abstract. The results of the calculation of overvoltages that occur on the insulation of an overhead transmission line during a lightning strike into protection wire are given according to the parameters of the leader stage of lightning process. An assessment was made of the maximum values and duration of overvoltages on the sky wire and towers, affecting the linear insulation, leading to back flashovers on the phase wires and disconnection of the lines. An analysis of the obtained results allows us to conclude that it is necessary to use the volt-second characteristics of insulation when calculating the lightning-surge withstanding capability of such lines.

Key words: overhead transmission line, lightning-surge withstanding capability, lightning protection, lightning parameters, surge overvoltage.

Грозоупорность воздушных линий (ВЛ) электропередачи оценивается расчетным путем с использованием полученных экспериментально данных о параметрах главного разряда молнии. При расчете числа отключений ВЛ при прямом ударе молнии [1] предлагается рассматривать три расчетных случая: удар в опору, удар в трос в середине пролета и

прорыв молнии сквозь тросовую защиту на фазный провод. Расчетное ожидаемое число грозовых отключений ВЛ в соответствии с [1] значительно (на порядок) превышает эксплуатационные данные. Одна из причин расхождения эксплуатационных и расчетных данных заключается в упрощенном представлении формы импульса тока молнии.

В [2] предлагается определять не число поражений молнией отдельных элементов ВЛ, а рассматривать только два расчетных случая: прорыв на фазные провода и удар в грозозащитный трос с равномерным распределением вероятности его поражения по длине пролета. Ток молнии рассчитывать по параметрам лидерной стадии развития [3], поскольку предполагается, что они не зависят от поражаемого объекта. Расчеты по методике [2] позволяют получить результаты более близкие к эксплуатационным данным. В статье рассматривается возможность уточнения этой методики.

При защите ВЛ от прямых ударов молнии с использованием тросов основная масса молниевых разрядов поражает грозозащитный трос и отключение ВЛ возможно в основном при обратных перекрытиях линейной изоляции фазных проводов на опорах. Для оценки вероятности таких перекрытий в [2] разработана методика расчета грозовых перенапряжений на изоляции ВЛ. Предполагается, что главный разряд начинается в момент соединения лидера молнии со встречным разрядом, распространяющимся с грозозащитного троса в пределах одного пролета между двумя опорами. Рассчитываются ток молнии и напряжения электромагнитных волн распространяющихся по тросу в обе стороны от места удара. Потенциал троса в месте удара молнии определяется с учетом отраженных волн от обеих опор. Напряжение на опоре определяется по рассчитанному току опоры и зависит от ее индуктивности и импульсного сопротивления заземлителя.

Проведены расчеты токов и напряжений в точке удара молнии и на опорах для одноцепной ВЛЭП 110 кВ на одноствоечных железобетонных опорах. Высота опор $h_{оп}=22,6$ м (индуктивность опоры $L_{оп}=2,26 \cdot 10^{-5}$ Гн), стационарное сопротивление заземления $R_3=10$ Ом, длина пролета $l_{пр}=300$ м. Погонный заряд лидерной стадии развития разряда молнии принимался одинаковым $q_{л}=0,25$ мКл/м, а высота разряда молнии равна 3000 м. При попадании молнии в середину пролета максимальный ток молнии – 18 кА распределяется равномерно и через две ближайšie опоры стекает в землю. Напряжение на тросе в точке удара при таком заряде лидера достигает почти 2 МВ, а на опоре не превышает 0,25 МВ (рис. 1).

Для оценки параметров электрического воздействия молнии при ударе в опору рассматривался удар молнии в трос на расстоянии двойной высоты опоры от нее (рис. 2). Из рисунка видно, что напряжение в месте удара значительно снижается. Практически весь ток молнии стекает через ближайшую к месту удара опору, поэтому напряжение на опоре становится выше - 0,36 МВ.

Расчеты, выполненные при непосредственном поражении молнией опоры ВЛ, показали, что напряжение на пораженной опоре достигло 0,5 МВ. Однако, длительности такого повышения напряжения во всех случаях не более 1-2 мкс.

Анализ результатов расчета перенапряжений подтвердил очевидные результаты – при увеличении индуктивности опор и сопротивления заземления максимальные напряжения на опорах возрастают. Уменьшение длины пролета приводит не только к снижению максимальной величины перенапряжений на опорах, но и сокращению их длительности.

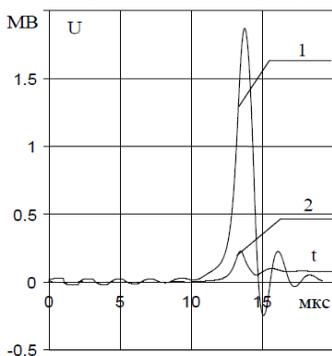


Рис. 1. Зависимости напряжений в точке удара (1) и на опорах (2) от времени при ударе в середину пролета

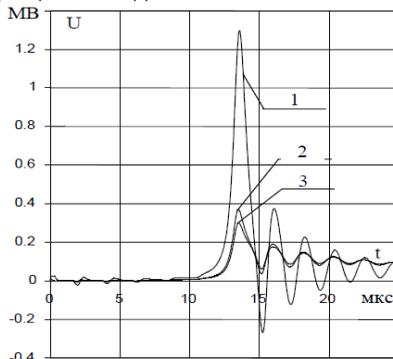


Рис. 2. Зависимости напряжения в точке удара (1), на 1-ой опоре (2) и на 2-ой опоре (3) от времени при ударе в трос на расстоянии двойной высоты опоры от первой опоры

По результатам расчета напряжений в пролете при ударе молнии в трос в [2] оценивались параметры разряда молнии, при которых величина перенапряжений, возникающих на опоре может привести к пробое изоляции между опорой и фазным проводом ВЛ. По рекомендациям [1] для этих целей использовалось 50%-ное разрядное напряжение изоляции ВЛ для импульса положительной полярности. Как видно из представленных расчетных форм импульсов перенапряжений, в этих случаях необходимо использовать вольт-секундные характеристики для перекрытия изоляции с предразрядным временем до 1 мкс. В этом случае разрядное напряжение изоляции существенно возрастает [1], что приведет к существенному уменьшению вероятности появления молнии с соответствующими параметрами и, в конечном счете, снижению расчетного числа грозовых отключений ВЛ.

Литература

1. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений / Под ред. Н.Н. Тиходеева. 2-ое издание. Санкт-Петербург: ПЭИПК Минтопэнерго РФ, 1999, 353 стр.
2. Сорокин А.Ф., Могиленко А.П., Барабошкина Т.В. Методика расчета грозовых отключений воздушных линий высокого напряжения с тросовой защитой / Российский национальный симпозиум по энергетике: Материалы докладов РНСЭ. Том II, КГЭУ. – Казань, 2001. – с. 65-69.
3. Александров Г.Н., Сорокин А.Ф. Оценка параметров разряда молнии при прямом поражении проводов (тросов) // Изв. вузов СССР. Энергетика. 1985, № 10. – С. 29–33.

СЕКЦИЯ 5.

«НАДЕЖНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНЦИЙ И ЭНЕРГОСИСТЕМ»

УДК 621.316.1.05

Е. С. ПОДШИВАЛОВ, аспирант,
О. В. КРЮКОВ, д.т.н., зам. директора по науке

ООО «ТСН-электро» (Нижний Новгород)
E-mail: e.podshivalov-tcn-nn@yandex.ru

Параметризация и конфигурация гибридных накопителей электроэнергии на промышленных объектах АПК

Аннотация. Рассмотрены основные проблемы внедрения распределенной генерации в систему электроснабжения промышленных объектов АПК, предложен способ повышения эффективности работы источников распределенной генерации за счет применения гибридных накопителей электроэнергии, произведен анализ работы гибридных установок различной конфигурации, выведены основные зависимости параметров установки от режимов работы и структуры сети.

Ключевые слова: распределенная генерация, накопители электроэнергии, аккумуляторная батарея, суперконденсатор, PSCAD.

E. S. PODSHIVALOV, graduate student,
O.V. KRYUKOV, Doctor of Tech. Sciences, Deputy director of scienc

TCN-electro LLC (Nizhny Novgorod)
E-mail: e.podshivalov-tcn-nn@yandex.ru

Parameterization and configuration of hybrid power storage devices at industrial facilities of the agro-industrial complex

Abstract. The main problems of the introduction of distributed generation into the power supply system of industrial facilities of the agro-industrial complex are considered, a method for improving the efficiency of distributed generation sources through the use of hybrid power storage devices is proposed, the operation of hybrid installations of various configurations is analyzed, the main dependences of installation parameters on operating modes and network structure are derived.

Key words: distributed generation, electric power storage, battery, supercapacitor, PSCAD.

В промышленном секторе АПК частыми проблемами являются: неравномерный график нагрузки на производственных объектах, низкое

качество электроэнергии и надежность питающих сетей, нехватка установленной мощности, провалы и колебания напряжения и частоты на удаленных участках сети [1-3].

Основным решением проблем электроснабжения объектов АПК является внедрение в энергосистему источников распределенной генерации. Однако внедрение их в существующую систему электроснабжения (СЭС) какого-либо объекта, требует постоянную синхронизацию их с питающей сетью и выдачу мощности согласно графику нагрузки объекта установки [4,5]. Это не всегда реализуемо по причине зависимости выдаваемой мощности источников распределенной генерации от внешних факторов [6,7]. Решением этой задачи является применение накопителей электрической энергии.

Наиболее перспективными на данный момент времени являются гибридные накопители электроэнергии (рис. 1), которые совмещают в себе преимущества батарей суперконденсаторов и аккумуляторных батарей [8,9].

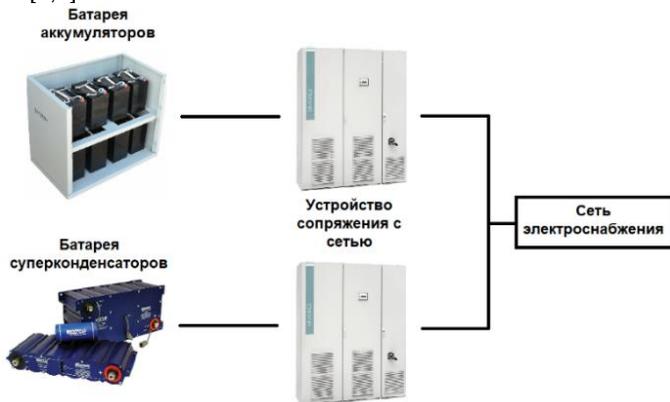


Рис. 1. Структурная схема гибридного накопителя электроэнергии

Данный вид накопителей электроэнергии интересен тем, что его можно конфигурировать, т.е. уменьшать или увеличивать степень гибридизации установки, в зависимости от параметров и характеристик работы СЭС объекта установки.

Для определения степени гибридизации и оценки эффективности работы данной установки в программном комплексе PSCAD была построена имитационная модель СЭС промышленного объекта АПК с применением гибридных накопителей электроэнергии (рис. 2).

Данная модель позволяет методом эксперимента определить наиболее рациональную степень гибридизации в зависимости от характера и мощности нагрузок, режимов работы сети и совокупного графика нагрузки.

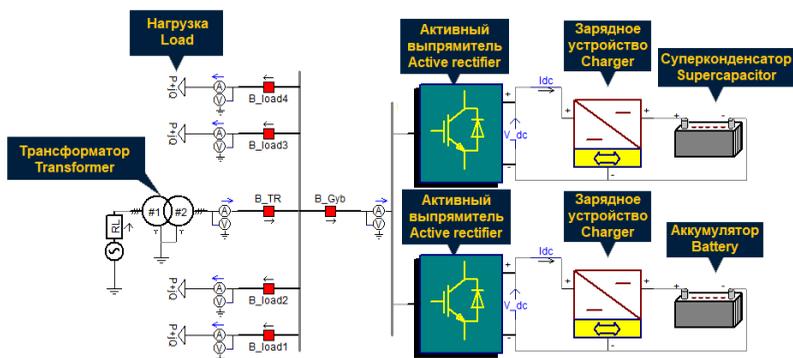


Рис. 2. Имитационная модель с применением гибридного НЭ.

В результате проверки работоспособности накопителей электроэнергии с различной степенью гибридизации в заданных условиях, были выведены основные параметры и конфигурации батареи аккумуляторов и батареи суперконденсаторов, наиболее подходящих для моделируемой СЭС объекта, а также основные зависимости параметров установки от режимов работы и строения сети. На основе этого построены графики работы данной установки в различных режимах, по которым была проведена оценка общей эффективности применения гибридных накопителей в СЭС промышленных объектов АПК.

Выводы: Доказано, что применение гибридных накопителей электроэнергии является эффективным решением проблем внедрения источников распределенной энергии в существующие СЭС объектов АПК. Данный вид накопителей обладает гибкой конфигурацией, что позволяет на этапе разработки проекта адаптировать его под особенности режимов работы и структуры сети. Проведенное исследование показало характер зависимостей показателей работы установки от различной степени гибридизации.

Литература

1. Бердников Р.Н., Фортвов В.Е., Сон Э.Е., Шакарян Ю.Г. Гибридный накопитель электроэнергии для ЕНЭС на базе аккумуляторов и суперконденсаторов // Энергия единой сети. 2013. № 2 (7). С 40-51.
2. Кононенко А.Б., Косоротов А.А., Крюков О.В. Расширение функциональных возможностей автоматизации и мониторинга распределительных устройств КТП «Каскад» // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2020. № 12. С. 26-31.
3. Васенин А.Б., Крюков О.В., Серебряков А.В. Энергоэффективные системы электроснабжения электроприводов нефтегазопроводов // В сборнике: Труды IX международной конференции АЭП-2016. Пермь. 2016. С. 380-384.

4. Папков Б.В., Осокин В.Л., Куликов А.Л. Об особенностях малой и распределенной генерации в интеллектуальной электроэнергетике // Вестник УГАТУ. 2018. № 4 (82). Т. 22. С. 119-131.

5. Крюков О.В., Васенин А.Б. Функциональные возможности энергетических установок при питании удаленных объектов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2014. № 2. С. 50-56.

6. Серебряков А.В., Крюков О.В. О новых возможностях технологий Smart Grid // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013. № 2. С. 47-48.

7. Серебряков А.В., Крюков О.В. Оптимизация управления автономными энергетическими установками // Промышленная энергетика. 2013. № 5. С. 45-49.

8. Степанов С.Е., Васенин А.Б., Путера А.Е. Превентивный прогноз потребления электроэнергии при использовании систем аккумулирования // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2022. № 9 (158). С. 34-44.

9. Груздев В.В., Волков А.С., Крюков О.В. Методологический подход к прогнозированию технического состояния трансформаторов распределительных устройств // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2021. № 1 (138). С. 14-19.

УДК 621.548

Ю.В. ГУСЕВА, к.ф.-м.н.,
С.А. КОСТРЮКОВ, студент

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Волжском,
404110 г. Волжский, пр. Ленина 69

E-mail: vasilevayv@yandex.ru¹, kostryukovsa@mail.ru²

Профилерование лопастного аппарата ветроэнергетической установки

Аннотация. В работе приведены результаты расчета параметров модели ветроэнергетической установки с вертикальным расположением ротора для различных профилей лопастного аппарата.

Ключевые слова: ветроэнергетика, ротор, профиль лопасти, рабочие характеристики

Yu.V. GUSEVA, Ph.D.,
S.A. KOSTRYUKOV, student

Branch of the Federal state budgetary educational institution of Higher Education
«National Research University «MPEI» in Volzhsky,
404110 Volzhsky, Lenin Str. 69

E-mail: vasilevayv@yandex.ru¹, kostryukovsa@mail.ru²

Profiling of the blade apparatus of a wind power plant

Abstract. The paper presents the results of calculating the parameters of a wind power plant model with a vertical rotor arrangement for various profiles of the blade apparatus.

Key words: wind power, rotor, blade profile, performance characteristics

Значительный ветроэнергетический потенциал России, оцениваемый в 10 ГВт электрической мощности, а также необходимость выполнения экологической программы развития регионов при их обеспечении электроэнергией, обуславливает увеличение доли выработки энергии альтернативными источниками. Наибольшее распространение в нашей стране получили ветроустановки с горизонтальным расположением ротора. Вертикально-осевые установки малой мощности, типа ротора Савониуса с S-образным профилем лопастей, обладающие большим пусковым крутящим моментом, обеспечивают работу на малых скоростях набегающего потока, при этом являются технически простыми в исполнении и эксплуатации [1].

Целью работы является обоснование конструктивных параметров и создание физической модели для комплексного исследования рабочих характеристик ветрогенератора с ротором Савониуса в лабораторных условиях.

Задачи исследования заключаются в сравнении полученных в результате моделирования рабочих характеристик лопастей роторов ветрогенераторов, выполненных по «золотому сечению» и по «золотому сечению» с углом дуги ковша 75° с классической моделью ветрогенератора Савониуса.

Научная новизна работы заключается в том, что на основании выполненных лабораторных исследований получены новые данные о влиянии различных профилей ветроколеса с вертикальным расположением ротора на изменение значения коэффициента эффективности использования энергии ветра, частоты вращения профиля ветроколеса, электрической мощности.

Для решения поставленной задачи исследования в работе выполнено построение профиля лопастей ротора ветрогенераторов в программе Компас 3D, изготовление моделей с помощью 3D-принтера из полимерного материала. Лопаста соединяются с зазором b , причем $b=(0,15\pm 0,3)d$, для обеспечения проникновения воздушных масс в межлопастное пространство с целью обеспечения стабильности крутящего момента. Такой принцип действия позволяет ротору Савониуса работать даже при слабом ветре при скорости ветра менее 1 м/с. В модельной установке в качестве источника ветра используется нагнетатель с расходом $180 \text{ м}^3/\text{ч}$. Это моделирует активный ветровой режим Волгоградской области со среднегодовой скоростью ветра от 3,3 м/с до 6,3 м/с. Нагнетаемый поток воздуха проходит через трубу с внутренним диаметром 125 мм, что создает направленный поток ветра со скоростями в диапазоне от 0 м/с до 8,7 м/с. Измерения проводились на постоянной скорости набегающего потока 5 м/с. Инструментальные измерения скорости набегающего потока в расчетных сечениях трубы проводились с использованием анемометра TESTO 430, внесенного в государственный реестр средств измерений. Внутри трубы помещена разработанная модель ветрогенератора с ротором Савониуса. Общий диаметр ветрогенератора 65 мм, высота

74 мм. В предлагаемой системе контроля частоты вращения на вал ветрогенератора установлен неодимовый магнит. Датчик Холла отслеживает изменение магнитного поля в определенной области и генерирует сигнал, который поступает на микроконтроллер, затем сигнал обрабатывается и передается на персональный компьютер. Для регулирования расхода воздушной массы в трубе применен резистор переменного сопротивления для нагнетателя воздуха [3, 4].

В соответствии с этим, для модельной установки экспериментально полученные значения частоты вращения в номинальном режиме работы составляют 370 об/мин., электрической мощности 60 мВт, коэффициента мощности 0,181, что соответствует расчетным данным и превышает значения полученные для классической модели ротора Савониуса. Значения коэффициента мощности соответствуют данным, приведенным в научно-технических источниках [1, 2]. На рис. 1 представлены результаты полученных значений изменения частоты вращения, электрической мощности, вырабатываемой ветрогенератором, а также коэффициента мощности в зависимости от времени работы ветроэнергетической установки.

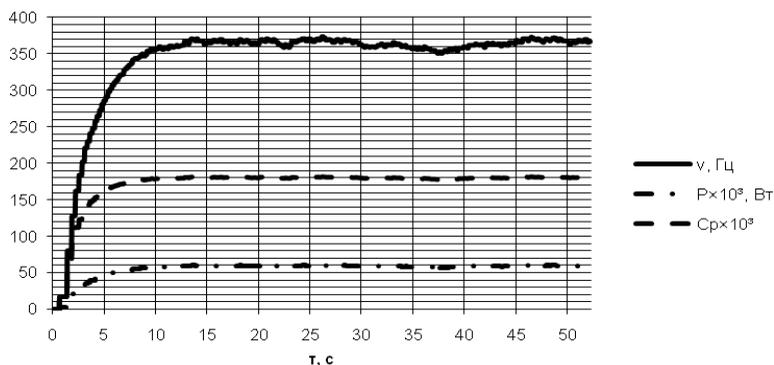


Рис. 1. – Изменение рабочих характеристик ротора Савониуса с профилем лопасти, выполненному по золотому сечению с углом дуги ковша 75°:
 v – частота вращения ротора; P – электрическая мощность;
 C_p – коэффициент мощности

Таким образом, в ходе выполненных исследований создана физическая модель ветрогенератора с ротором Савониуса для комплексного исследования рабочих характеристик генерирующей установки в лабораторных условиях. Получены новые опытные данные коэффициента мощности и электрической мощности модельной установки ветрогенератора с ротором Савониуса с углом дуги ковша 75°.

Литература

1. Янсон Р. А. Ветроустановки. – М.: 2007. 36 с: ил.
2. TianW., Song B., Van Zwieten J. H., et al. Computational fluid dynamics prediction of a modified Savonius wind turbine with novel blade shapes // *Energies*. – 2015. – Т. 8. – № 8. – С. 7915 – 7929.
3. Гусева Ю.В., Кострюков С.А., Васильев А.Р. Лабораторная модель ротора Савониуса // *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. – 2022. – Т. 24. – № 3. – С. 83 – 90.
4. Васильев А.Р., Кострюков С.А. Эффективность выработки электроэнергии ветрогенератором на основе ротора Савониуса // В книге: XXVI Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области. Направление «Инновационные и цифровые технологии». Тезисы докладов. Волжский, 2022. С. 29 – 31.

УДК 621.311

И.Н. СУЛЫНЕНКОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: sulynenkov@esde.ispu.ru

Применение усовершенствованной методики расчета надежности для сравнения схем распределительного устройства подстанции

Аннотация. В статье представлена усовершенствованная методика для сравнения схем распределительных устройств с учетом надежности. Показан алгоритм решения по методике.

Ключевые слова: надежность, распределительное устройство, методика расчета.

I.N. SULYNENKOV, Candidate of Technical Sciences

Ivanovo State Power Engineering University,
153003, Ivanovo, Rabfakovskay St., 3
E-mail: sulynenkov@esde.ispu.ru

Application of an improved reliability calculation method for comparing substation switchgear schemes

Abstract. The article presents an improved technique for comparing circuits of switchgear schemes taking into account reliability. The algorithm of the solution according to the method is shown.

Key words: reliability, switchgear, calculation method.

Задача выбора схем распределительных устройств (РУ) электростанций и подстанций была и остается актуальной. Для отдельных энергообъектов с большим числом присоединений число возможных

вариантов схем РУ может составлять до 6-8. Задача выбора оптимальной схемы РУ таких объектов представляет сложную задачу и не может быть решена без использования компьютерных методов расчета. Разработка программного для реализации таких методов требует разработки методик, позволяющих автоматизировать известные методы расчета схемной надежности.

Для сравнительных расчетов методика, которая предложена в [1-2], должна быть дополнена четвертым этапом и включать в себя:

1. Формирование исходных матриц по схеме распределительного устройства и показателям надежности ее элементов.

2. Определение связанности присоединений в нормальной, всех ремонтных, аварийных и аварийно-ремонтных схемах.

3. Расчет показателей надежности по матрицам связанности.

4. Определение технико-экономических показателей.

Первый этап - формирование исходных матриц смежности узлов коммутации S , связи узлов коммутации и выключателей Q и показателей надежности узлов коммутации (частот отказов W , времени восстановления T_v , частот плановых ремонтов M , времени плановых ремонтов T_p).

Второй этап - расчёт связанности узлов коммутации в четырёх режимах.

1. Расчет связанности узлов коммутации схемы в нормальном режиме.

Расчёт производится итерационно пошагово. На каждом шаге расчет производится по формулам:

$$AN' = A \times A(N-1)^T, \quad (1)$$

$$AN_{ij} = AN'_{ij} \times (1 - C(N-1)_{ij}), \quad (2)$$

$$CN_{ij} = AN_{ij} + C(N-1)_{ij}, \quad (3)$$

где AN' – предварительная промежуточная матрица связи узлов коммутации после N шагов вычислений; $A(N-1)$ – промежуточная матрица связанности узлов коммутации после $N-1$ шагов вычислений; CN – промежуточная матрица связанности узлов коммутации после N шагов вычислений; $C(N-1)$ – промежуточная матрица связанности узлов коммутации после $N-1$ шагов вычислений.

Итерационный расчет завершается при равенстве нулю суммы всех элементов матрицы AN .

2. Расчет связанности узлов коммутации схемы в ремонтных режимах.

Рассмотрим расчет для случая ремонта k -го узла коммутации. Первоначально формируется матрица связи узлов коммутации A_0 . До начала преобразований она принимается равной исходной матрице S . Далее производится приравнивание к нулю всех элементов матрицы A_0 , которые находятся в i -ой строке и i -м столбце, соответствующие i -му узлу коммутации. По полученной матрице A_0 производится определение матрицы связанности узлов коммутации C для схемы в i -м ремонтном режиме. Расчет производится по формулам (1), (2) и (3).

3. Расчет связанности узлов коммутации схемы в аварийных режимах.

Рассмотрим расчет для случая отказа k -го узла коммутации. Расчёт для i -го аварийного режима работы схемы производится в две стадии. На первой стадии расчёт производится аналогично расчёту для схемы в нормальном режиме работы по формулам (1), (2), (3). Кроме матриц AN' , AN и CN на каждом шаге производится расчет матрицы локализации аварии AQN по формуле (4) и матрицы-строки отключенных узлов D по формуле (5)

$$AQN_{ij}=AN_{ij} \times AN_{ij} - QN_j, \quad (4)$$

$$DN_i=D(N-1)_i + AN_{ki}, \quad (5)$$

Исходно элементы матрицы $D0$ принимаются равными k -й строке исходной матрицы S .

Расчёт на первой стадии завершается при равенстве нулю суммы элементов p -ой строки матрицы AQN .

На второй стадии производится вычисление начальной матрицы связи узлов коммутации в аварийном режиме $A0$, каждый элемент которой определяется по формуле

$$A0_{ij}=S_{ij} \times (1 - DN_i), \quad (6)$$

Далее для матрицы $A0$ по формулам (1), (2), (3) рассчитывается окончательная матрица связанности узлов C схемы в аварийном режиме работы.

4. Расчет связанности узлов коммутации схемы в аварийно-ремонтных режимах.

Он является этапом последовательного расчета схемы в ремонтном режиме, а затем в аварийном режиме. Вначале производится обнуление элементов k -ой строки и k -го столбца матрицы $A0$ для получения исходной матрицы связи узлов коммутации при ремонте k -го узла коммутации. Далее производится определение окончательной матрицы связанности узлов для схемы в аварийном режиме C при ремонте k -го узла.

На третьем этапе производится расчет показателей надежности схемы по матрицам связанности узлов коммутации, исходным матрицам показателей надежности элементов схемы, и вычисленным потокам мощности между узлами коммутации. Алгоритм методики на данном этапе зависит от показателей надежности, которые требуется определить. Для расчета схемы могут быть использованы показатели надежности элементов, рассчитанных в соответствии с [3].

На четвертом этапе производится расчет технико-экономических показателей (дисконтированных затрат с учетом ущерба в схеме). По результатам расчета затрат производится выбор схемы РУ.

В докладе представлен пример применения предложенной методики. Представлены исходные, промежуточные и искомые матрицы. Определены показатели надежности и дисконтированные затраты в схемах РУ.

Литература

1. Сулыненков И.Н., Назарычев А.Н., Мельникова О.С. Расчет надежности схемы распределительного устройства электроустановки на основе матричной

методики (научная статья), Электроэнергия. Передача и распределение. 2023. – № 1 (76). – С. 44–52.

2. Сулыненков И.Н., Назарычев А.Н., Пугачев А.А. Разработка методики и алгоритма расчёта надёжности схем распределительных устройств энергообъектов (научная статья), Энергетик. 2023. – № 1. – С. 3–7.

3. Назарычев А.Н., Сулыненков И.Н., Таджибаев А.И. Оценка надежности выключателей распределительных устройств электрических станций и подстанций: Учеб. пособие / ФГАОУ ДПО "ГЭИПК". – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2018. – 176 с.

УДК 621.313.33

Д.А. ПОЛКОШНИКОВ, ст. преп.,
А.С. СТРАХОВ, к.т.н., доц.,
Е.М. НОВОСЕЛОВ, к.т.н., доц.,
М.А. ЗАХАРОВ¹, ст. преп.,
А.А. СКОРОБОГАТОВ, к.т.н., доц.,

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: mazoid@gmail.com¹

Разработка лабораторного стенда «Диагностика узлов электродвигателя с частотным приводом»

Аннотация. В работе приведено описание лабораторного стенда для изучения вопросов диагностики узлов электродвигателей с частотным приводом, а также приведены результаты исследования влияния повреждения обмотки ротора на частотные спектры тока статора и внутреннего магнитного поля машины с применением преобразователя частоты как элемента системы диагностирования асинхронного электродвигателя.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, частотно-временной спектр, внутреннее магнитное поле, гармоники фиктивной обмотки ротора, преобразователь частоты

D.A. POLKOSHNIKOV, senior lecturer,
A.S. STRAKHOV, Candidate of technical sciences,
E.M. NOVOSELOV, Candidate of technical sciences,
M.A. ZAKHAROV¹, senior lecturer,
A.A. SKOROBOGATOV, Candidate of technical sciences

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: mazoid@gmail.com¹

Development of a laboratory stand "Diagnostics of induction motor units with a variable-frequency drive"

Annotation. The paper describes a laboratory bench for studying the issues of diagnosing the components of induction motors with a variable-frequency drive, as well as the results of a study of the effect of rotor winding damage on the frequency spec-

trum of the stator current and the internal magnetic field of the machine using a frequency converter as an element of the system for diagnosing an induction motor.

Key words: induction motor, frequency-time spectrum, internal magnetic field, fictitious rotor winding harmonics, frequency converter

Самым распространённым двигателем механизмов, оснащенных электрическим приводом, является асинхронный двигатель (АД). В реальной практике возникают ситуации, когда АД выходит из строя, что приводит к аварийной остановке технологического процесса. Причинами этому являются повреждения подшипников – 44%, статора – 26%, ротора – 8%, другие механические повреждения – 22% [1]. Раннее выявление повреждений АД позволит избежать серьезных последствий. На предприятиях современные регулируемые приводы чаще всего строятся на базе преобразователей частоты (ПЧ). Существующие методы, основанные на анализе спектров тока статора и магнитного поля АД, рассматривают двигатель в отрыве от системы управления и не используют возможности ПЧ для выявления неисправностей АД.

Проведение исследований с заведомо неисправным АД в реальном технологическом процессе затруднено. Таким образом, в исследовательской деятельности предпочтительно использовать физические лабораторные модели реальных объектов.

Целью работы является создание лабораторного стенда для исследования спектров тока статора и магнитного поля в воздушном зазоре АД с применением ПЧ как элемента системы диагностики АД.

Известно, что при длительности пуска АД более трех секунд, появляется возможность выявлять повреждение короткозамкнутой обмотки ротора (ОР), как по магнитному полю [2], так и по току статора [3]. Для доказательства данного факта разработан экспериментальный стенд, описание которого приводится в [3]. В качестве дефекта рассматривается обрыв стержней короткозамкнутой обмотки ротора (ОР) низковольтного АД. Объектами исследования являлись два АД типа АИР71А6: один с исправной ОР, другой с поврежденной ОР. Для регистрации сигналов тока статора выбрано устройство сопряжения ENMU. Для регистрации магнитного поля в зазоре АД используется внутренний индукционный датчик (ВИД), который представляет из себя два витка провода, намотанного на зубец сердечника статора. В качестве АЦП используется звуковая карта FOCUSRITE. Анализ цифровых сигналов производится в программном комплексе Matlab на компьютере. Для увеличения времени пуска исследуемого АД в качестве регулируемого привода используется автотрансформатор, который позволяет производить пуск на пониженном напряжении.

Так как ПЧ, который входит в частотно-регулируемый привод, также позволяет затянуть пуск АД, то можно предположить, что ПЧ может рассматриваться как элемент системы диагностики узлов АД. Для доказательства данного предположения существующий стенд, описанный в

[3], был модернизирован с помощью ПЧ ProfiMaster. В итоге на стенде появился частотно-регулируемый привод, который позволил провести ряд опытов. На частотно-регулируемом приводе задавались различные уровни напряжения (номинальное и пониженное 40В) и производились пуски исправного АД и АД с повреждённой ОР на холостом ходу.

Полученные цифровые сигналы временных зависимостей тока статора и магнитного поля АД были подвергнуты оконному преобразованию Фурье. Их частотно-временные спектры при пуске на пониженном напряжении 40В показаны на рис. 1 и 2.

Как известно, признаком наличия повреждения ОР является резкое увеличение в частотно-временном спектре сигнала внутреннего магнитного поля амплитуд гармонических составляющих от фиктивной обмотки ротора (ФОР) [3]. При этом в частотно-временном спектре тока статора ярко проявляется только одна из гармоник ФОР – гармоника ФОР на нижней боковой полосе, порядок которой совпадает с числом пар полюсов АД.

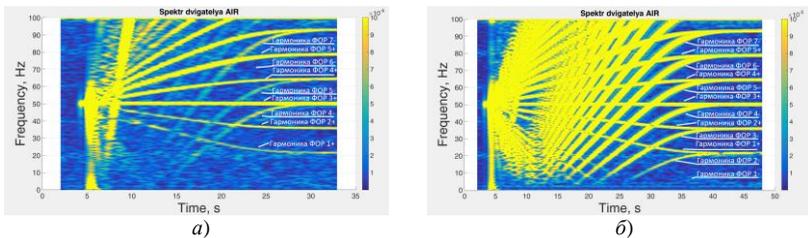


Рис. 1. Частотно-временной спектр сигнала с ВИД. Напряжение 40 В. Регулирование с помощью ПЧ: а) исправная ОР; б) поврежденная ОР

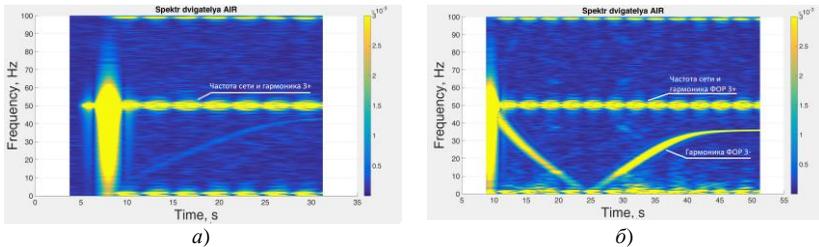


Рис. 2. Частотно-временной спектр сигнала тока статора. Напряжение 40 В. Регулирование с помощью ПЧ: а) исправная ОР; б) поврежденная ОР

Анализ графиков, представленных на рис. 2 и 3, показал, что описанные выше признаки наличия повреждения ОР присутствуют при затынутом с помощью ПЧ пуске неисправного АД. При прямом пуске данные диагностические признаки повреждения ОР невозможно определить по причине малой длительности пуска, которая недостаточна для корректной работы оконного преобразования Фурье.

На основе исследований, проведенных на разработанном лабораторном стенде, можно сделать вывод, что частотный преобразователь как элемент системы диагностики АД имеет право на жизнь.

Литература

1. "IEEE Recommended Practice for The Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems", IEEE Std. 493-1997[IEEE Gold Book], Appendix H,1997.
2. Страхов, А.С. Исследование сигналов внутреннего магнитного поля асинхронных электродвигателей в пусковом режиме / А.С. Страхов, А.А. Скоробогатов // Материалы четырнадцатой международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2019», Т. 3. – Иваново, 2019. – С. 96.
3. Назарычев, А.Н. Экспериментальное определение диагностических признаков повреждения обмоток роторов высоковольтных двигателей электростанций в режиме пуска / А.Н. Назарычев, Е.М. Новоселов, Д.А. Полкошников, А.С. Страхов, А.А. Скоробогатов, А.А. Пугачев // Дефектоскопия. 2020. № 5. С. 3–11.

УДК 621.314

В.В. БАТАЕВА, ст. преп.,
Б.Э. КОЧАРОВ¹ студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: kocharov2000@mail.ru¹

Анализ неисправностей и дефектов силовых трансформаторов в энергосистемах

Аннотация. В работе приведены результаты анализа неисправностей в силовых трансформаторах разного класса напряжений и срока службы. Рассмотрены основные причины возникновения повреждений и последствия.

Ключевые слова: силовой трансформатор, дефект, высоковольтный ввод силового трансформатора.

V.V. BATAEVA, senior lecturer,
B.E. KOCHAROV¹, student

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: kocharov2000@mail.ru¹

Analysis of malfunctions and defects of power transformers in power systems

Abstract. The article presents the results of the analysis of malfunctions in power transformers of different voltage classes and service life. The main causes of damage and consequences are considered.

Key words: power transformer, defect, high voltage input of the power transformer.

Надёжность работы трансформаторов напрямую влияет на надёжность энергосистем, ведь они являются важной частью электрических сетей и систем. Одним из ключей к решению задачи повышения срока службы силовых трансформаторов является своевременный и точный анализ их неисправностей и дефектов. В статье рассмотрены основные причины и последствия повреждений для трансформаторов разных напряжений и сроков службы.

Для анализа надёжности работы трансформатора необходима следующая информация:

- Процентное соотношение типов повреждений по основным узлам трансформаторов разных классов напряжений
- Частота повреждений в зависимости от срока эксплуатации силового трансформатора
- Основные причины и последствия повреждений высоковольтных вводов

Исходя из табл.1, видно, что наиболее часто повреждения происходят в трансформаторах напряжением 110 кВ. Большинство из них приходится на высоковольтные вводы – 23 %, чуть меньше – упуск трансформаторного масла – 23 %.

Таблица 1. Распределение повреждений силовых трансформаторов по узлам и классам напряжений в процентном соотношении

Узел	Класс напряжения, кВ				
	35	110	220	330	500
Обмотки	30	13	7	8	0
Магнитопровод	0	0	1,5	8	0
Система охлаждения	3	5	6	15	14
РПН	2	18	19	8	24
Вводы	13	23	32	23	34
Течь масла	7	10	15	23	19
Упуск масла	30	22	18,5	15	9
Вандализм	15	9	1	0	0

Что касается сроков эксплуатации – чаще всего повреждения происходят у трансформаторов, служащих от 10 до 30 лет, но случаются они у оборудования «всех возрастов» (рис. 1).

Существует несколько типов применяемых высоковольтных вводов в зависимости от класса напряжения трансформатора. К примеру, в последнее время на напряжение 35-110 кВ широкое распространение получили вводы с твёрдой изоляцией. Такие вводы как правило повреждаются от недопустимых механических воздействий с повреждением фарфоровой покрышки. Высоковольтные маслонаполненные вводы на напряжение 110 кВ и выше, так же могут повреждаться из-за механических воздействий, в частности вызванных недопустимым тяжением

гибкого линейного шлейфа. Такие воздействия приводят к ослаблению болтовых соединений и контактного узла, разгерметизации ввода, разрушению фарфоровых покрышек. При длительной эксплуатации вводов, в результате износа уплотнений могут возникать течи масла, которые ведут к нарушению герметичности и снижению давления (в герметичных вводах), попаданию влаги и воздуха во ввод, приводящие к снижению электрической прочности изоляции.

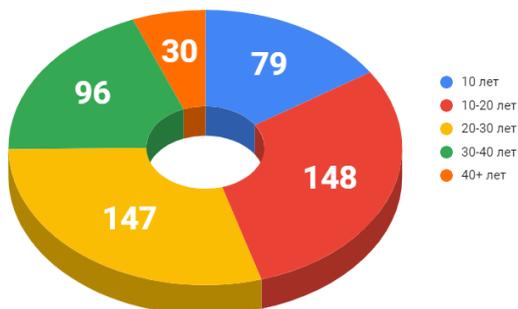


Рис. 1. Распределение повреждений силовых трансформаторов с учётом срока их эксплуатации

Стоит отметить, что наиболее тяжелым повреждением трансформатора является внутреннее короткое замыкание (КЗ). Повреждения, вызванные внутренними КЗ, имели место при повреждениях обмоток в 80% случаев общего числа повреждений обмоток, при повреждениях высоковольтных вводов - 89%, при повреждениях РПН - 25% и при повреждениях прочих узлов - 36% соответственно, включая ошибки при монтаже, ремонте и эксплуатации.

Анализ неисправностей и дефектов силовых трансформаторов в энергосистемах напрямую связан с увеличением срока службы оборудования, что в современных реалиях является более выгодным решением, нежели замена оборудования на новое. Знание причин, вызывающих дефекты в трансформаторах позволит более точно проводить диагностику эксплуатируемого оборудования, что однозначно повысит надёжность передачи и распределения электроэнергии.

Литература

1. ГОСТ 11677-85. Трансформаторы силовые. Общие технические условия
2. Алексеев Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов.

УДК 621.313.333, 621.311.18

Д.А. ПОЛКОШНИКОВ, старший преподаватель,
А.С. СТРАХОВ¹, к.т.н.,
Д.А. ГАВРИЛОВ, студент,
Е.М. НОВОСЕЛОВ, к.т.н.,
А.А. СКОРОБОГАТОВ, к.т.н.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: sstrakhov57@mail.ru¹

Исследование влияния нагрузки и несимметрии питающего напряжения на внешнее магнитное поле в режиме выбега электродвигателя при повреждении обмотки ротора

Аннотация. В работе описаны результаты, полученные на компьютерной модели высоковольтного асинхронного электродвигателя собственных нужд электростанций, связанные с оценкой влияния эксплуатационных факторов, а именно несимметрии питающего напряжения и нагрузки в предшествующем установившемся режиме, на результаты диагностирования обмоток роторов в режиме выбега на основе спектрального анализа сигнала внешнего магнитного поля.

Ключевые слова: высоковольтный асинхронный двигатель, компьютерная модель, режим выбега, обрыв стержней ротора, внешнее магнитное поле, несимметрия питающего напряжения, влияние нагрузки.

D.A. POLKOSHNIKOV, senior lecturer,
A.S. STRAKHOV¹, Candidate of technical sciences,
D.A. GAVRILOV, student,
E.M. NOVOSELOV, Candidate of technical sciences,
A.A. SKOROBOGATOV, Candidate of technical sciences

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: sstrakhov57@mail.ru¹

Influence investigation of the load and assymetry of the supply voltage on the external magnetic field in runout mode of the induction motor with the damaged rotor winding

Abstract. The paper describes the results obtained on a computer model of a high-voltage induction motor for auxiliary of power plants, related to the assessment of the operational factors influence, namely the asymmetry of the supply voltage and load in the previous steady state, on the diagnosis the rotor windings in the runout mode based on the signature analysis of the external magnetic field signal.

Key words: high-voltage induction motor, computer model, runout mode, broken rotor bars, external magnetic field, asymmetry of the supply voltage, load influence.

В настоящее время одним из перспективных методов неразрушающего контроля технического состояния обмоток роторов (ОР) высоко-

вольтных асинхронных двигателей (АД) электростанций является метод спектрального анализа сигналов тока статора и внешнего магнитного поля (ВМП). Идея метода заключается в поиске в спектрах гармоник от фиктивной обмотки ротора (ФОР), амплитуды которых значительно возрастают при наличии повреждения. Однако в существующих работах уделяется внимание преимущественно контролю в установившемся и пусковом режимах. При этом исследованию сигнала ВМП в режиме выбега при повреждениях ОР почти не уделяется внимания, хотя это удобный сигнал для проведения контроля АД с малым временем пуска, работающих с низкой нагрузкой в установившемся режиме.

В [1] показано, что при повреждении ОР амплитуды гармоник ФОР в спектре АД резко возрастают, что может служить диагностическим признаком повреждения. Однако для реализации метода необходимо понимать, будут ли на них оказывать влияние иные эксплуатационные факторы. Цель работы, заключающаяся в оценке влияния несимметрии питающего напряжения и нагрузки в предшествующем выбегу режиме на спектры ВМП АД при выбеге, является актуальной и требует проведения научных исследований.

Исследования произведены на компьютерной модели АД типа 4АЗМ-2000/6000-УХЛ4, выполненной в программном комплексе Ansys. Более подробно принципы построения компьютерных моделей в Ansys описаны в [2].

Исследуемый АД имеет одну пару полюсов, что необходимо учитывать при исследовании спектров сигналов ВМП. В режиме выбега при обрыве стержня ОР в спектре должны появляться гармоники от ФОР, частоты которых, как показано в [1], могут быть определены по выражению (1). При этом следует отметить, что гармоники от ФОР нечетного порядка будут присутствовать в спектре и при отсутствии повреждения, так как значения этих частот будут близки к частоте основной гармоники сигнала и кратным ей частотам (150, 250 Гц и т.д.), которые остаются в спектре в режиме выбега из-за явления насыщения стали сердечников ротора и статора.

$$f_{\text{ФОР}v}(t) = \frac{v \cdot n(t)}{60} \quad (1)$$

где v – порядок гармоники, $n(t)$ – скорость вращения АД в момент времени t , об/мин.

Обработка сигналов в программном комплексе Matlab произведена на основе оконного преобразования Фурье с использованием оконной функции Флэттоп. Длительность интервалов, на которые разбивается сигнал, принята равной 1,5 секунды [1].

В ходе исследования проанализированы спектры ВМП исследуемого АД в режиме выбега при наличии и отсутствии оборванного стержня ОР в следующих условиях:

1) при различной нагрузке АД в предшествующем выбегу режиме, а именно 50% от номинальной, номинальной и в режиме холостого хода;

2) в режиме холостого хода при наличии несимметрии напряжения по обратной последовательности, составляющей 4%.

В табл. 1 приведены наиболее значимые для проведения сравнения результаты в момент времени 5 секунд от начала выбега.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) во всех рассмотренных случаях в спектре ВМП при наличии обрыва стержня ОР резко возрастали амплитуды гармоник от ФОР 2 и 4 порядка. При этом амплитуды гармоник от ФОР в режиме холостого хода меньше, чем при наличии нагрузки, однако они могут быть выявлены в спектре. С другой стороны, скорость вращения агрегата собственных нужд в режиме холостого хода при выбеге снижается медленнее, поэтому данный сигнал более удобен для проведения обработки методом оконного преобразования Фурье. Поэтому можно сделать вывод о том, что для проведения контроля лучше использовать сигнал именно в режиме холостого хода.

2) несимметрия питающего напряжения практически не сказывается на значении амплитуд гармоник от ФОР, поэтому нет необходимости учитывать этот фактор при проведении диагностики.

Таблица 1. Значения амплитуд гармоник ФОР на модели высоковольтного электродвигателя 4АЗМ-2000/6000-УХЛ4, мкТл

Наименование модели	ФОР 1	ФОР 2	ФОР 3	ФОР 4	ФОР 5
Холостой ход, исправная ОР	4.62	$4 \cdot 10^{-5}$	0.015	$5 \cdot 10^{-6}$	0.0009
Холостой ход, обрыв стержня ОР	4.58	0.008	0.014	0.0001	0.0008
50% нагрузка, исправная ОР	10.39	0.0002	0.088	$8 \cdot 10^{-5}$	0.0015
50% нагрузка, обрыв стержня ОР	10.1	0.043	0.075	0.0018	0.0011
100% нагрузка, исправная ОР	12.51	0.0007	0.117	0.0001	0.0024
100% нагрузка, обрыв стержня ОР	12.18	0.056	0.1	0.0026	0.0019
Холостой ход, несимметрия напряжения, исправная ОР	4.6	$4 \cdot 10^{-5}$	0.015	$6 \cdot 10^{-6}$	0.0008
Холостой ход, несимметрия напряжения, обрыв стержня ОР	4.57	0.007	0.015	$8 \cdot 10^{-5}$	0.0007

Литература

1. Страхов А.С. Способ выявления оборванных стержней в короткозамкнутой обмотке ротора асинхронного электродвигателя: пат. № 2786379 РФ: МПК G01R 31/34 / А.С. Страхов, Е.М. Новоселов, Д.А. Полкошников, А.А. Скоробогатов, М.А. Захаров, Д.А. Ладин, Н.С. Барышников, А.Н. Назарычев, Е.Г. Титова. – Заявка № 2022105568, заявл. 01.03.2022, опубли. 20.12.2022, бюл. № 35.

2. Савельев В.А. Метод контроля состояния обмоток роторов высоковольтных электродвигателей собственных нужд электростанций при пуске / В.А. Савельев, А.С. Страхов, Е.М. Новоселов, Д.А. Полкошников, А.А. Скоробогатов // Вестник ИГЭУ. – Иваново, 2019. – Вып. 4. – С. 31–44.

УДК 621.313.333.2

Д.А. ПОЛКОШНИКОВ¹, ст. преп.,

А.С. СТРАХОВ, к.т.н., доц.,
Е.М. НОВОСЕЛОВ, к.т.н., доц.,
М.А. ЗАХАРОВ, ст. преп.,
А.А. СКОРОБОГАТОВ, к.т.н., доц.,

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: pda37@yandex.ru¹

Практическое применение метода выявления повышенного эксцентриситета ротора на высоковольтных электродвигателях электростанций по внешнему магнитному полю в режиме выбега

Аннотация. В работе экспериментально доказано наличие в частотно-временных спектрах внешнего магнитного поля при выбеге асинхронного двигателя гармоник, несущих информацию о наличии повышенного эксцентриситета ротора.

Ключевые слова: высоковольтные асинхронные электродвигатели, техническое состояние, собственные нужды электростанций, спектральный анализ, выбег, внешнее магнитное поле, эксцентриситет.

D.A. POLKOSHNIKOV¹, senior lecturer,
A.S. STRAKHOV, Candidate of technical sciences,
E.M. NOVOSELOV, Candidate of technical
sciences, M.A. ZAKHAROV, senior lecturer,
A.A. SKOROBOGATOV, Candidate of technical sciences

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: pda37@yandex.ru

Practical application of the increased rotor eccentricity detection method on high-voltage motors of power plants by external magnetic field in runout mode

Annotation. The work experimentally proves the presence of harmonics in the frequency-time spectrum of an external magnetic field during the runout of an induction motor, which carry information about the presence of an increased rotor eccentricity.

Key words: high-voltage induction motors, technical condition, auxiliary of power plants, spectral analysis, runout, external magnetic field, eccentricity.

В системах собственных нужд тепловых и атомных электрических станций широко применяются высоковольтные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутой обмоткой ротора (АД). Порядка 7% вынужденных остановов энергоблоков в России происходит по причине отказа высоковольтных электродвигателей [1]. Поэтому своевременное выявление дефектов на данных машинах является актуальной задачей.

Повышенный эксцентриситет ротора – один из дефектов, возникающих на АД. Его наличие может привести как к немедленному выходу из строя машины при задевании ротора о статор (приводит к местному перегреву сердечников и пробоем изоляции), так и к ухудшению эксплуатационных характеристик АД (наблюдается увеличение расхода электроэнергии на 0,5-1,5%), а учитывая количество потребляемой в год высоковольтным двигателем электроэнергии, можно говорить о затратах, соизмеримых со стоимостью самого двигателя [2]. Кроме того, повышенный эксцентриситет приводит к появлению повышенной вибрации и, как следствие, повышенному износу подшипников. По данным различных источников на эксцентриситет приходится от 20 до 40% отказов АД [3].

Диагностировать наличие у АД повышенного эксцентриситета ротора можно при помощи методов вибрационной диагностики и методов на основе спектрального анализа сигналов тока статора и внешнего магнитного поля (ВМП). Последний метод проработан в установленном и пусковом режимах. В режиме выбега у АД так же присутствует ВМП [4], а, следовательно, можно предположить, что в этом режиме также возможно диагностировать у АД наличие повышенного эксцентриситета ротора по амплитудам гармоник динамического эксцентриситета (ДЭ) первого порядка, значения частот которых определяются по формуле [5]

$$f_{ДЭ}^{(1\pm)} = f_c \cdot \left(1 \pm \frac{(1-s)}{p} \right), \quad (1)$$

где f_c – частота сети; s – скольжение; p – число пар полюсов,

$f_{ДЭ}^{(1-)}$ – частота нижней боковой полосы гармоники первого порядка,

$f_{ДЭ}^{(1+)}$ – частота верхней боковой полосы гармоники первого порядка.

Для доказательства данной гипотезы рассмотрим применение метода в режиме выбега на реальном АД (ДАМСО-15-12-8), который является приводом дымососа с оперативным обозначением ДС-1Б на одной из ТЭЦ города Иваново. При исследовании АД при помощи вибрационной диагностики и методов спектрального анализа сигналов тока статора и ВМП установлено, что он имеет повышенный эксцентриситет [6].

Для исследуемого двигателя, а также для исправного того же типа, который является приводом дымососа ТЭЦ с оперативными обозначениями ДС-6Б была произведена регистрация сигналов ВМП с помощью индукционного датчика, состоящего из разомкнутого магнитопровода и намотанной на него катушки. Датчик был размещен на корпусе электродвигателя в зоне середины длины сердечника статора.

Частотно-временные спектры сигналов, зарегистрированных индукционным датчиком для АД дымососов ДС-1Б и ДС-6Б в режиме выбега, представлены на рис. 1.

В табл. 1 приведены отношения амплитуд гармоник ДЭ первого порядка, присутствующие во ВМП двигателей дымососов ДС-1Б и ДС-6Б для различных моментов времени от начала выбега.

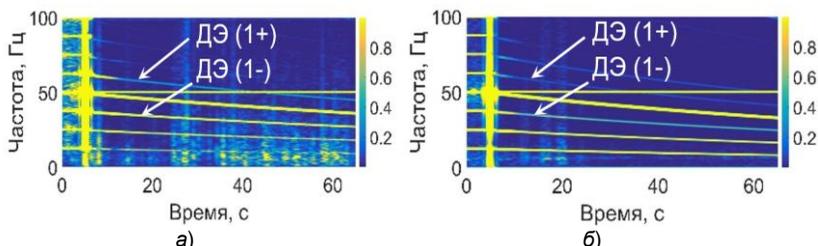


Рис. 1. Частотно-временные спектры ВМП АД дымососов ДС-1Б (а) и ДС-6Б (б) в режиме выбега

Таблица 1. Отношения амплитуд гармоник ДЭ первого порядка ВМП двигателей дымососов ДС-1Б и ДС-6Б

Гармоники ДЭ	Время выбега, с					
	5	15	25	35	45	55
1-	17,79	2,77	4,21	4,72	4,13	4,57
1+	12,67	2,99	4,06	3,75	4,39	3,97

Анализ частотно-временных спектров показал, что на АД с повышенным эксцентриситетом (ДС-1Б) амплитуды гармоник ДЭ первого порядка превышают значения амплитуд соответствующих гармоник для исправного АД (ДС-6Б) приблизительно в четыре раза.

Вывод. ВМП в режиме выбега высоковольтного АД несет в себе информацию о величине эксцентриситета ротора.

Литература

1. Назарычев А.Н., Крупнев Д.С. Надежность и оценка технического состояния оборудования систем электроснабжения: учебное пособие. – Новосибирск: Наука, 2020. – 224 с.
2. Сафин Н.Р., Прахт В.А., Дмитриевский В.А., Дмитриевский А.А., Ка-закбаев В.М. Токовая диагностика эксцентриситета ротора асинхронных двигателей / Н. Р. Сафин, В. А. Прахт, В. А. Дмитриевский [и др.] // Актуальные проблемы энергосберегающих электротехнологий АПЭЭТ-2014: сб. науч. трудов. Екатеринбург: [УрФУ], 2014. С. 244-248.
3. Сурков Д. В. Электромагнитные способы определения эксцентриситета и несимметрии короткозамкнутой клетки ротора асинхронных двигателей / Д. В. Сурков: диссертация на соискание ученой степени канд. тех. наук: 05.09.01. – Оренбург, 2008. – 127 с.
4. Лапшин В.М., Скоробогатов А.А, Полкошников Д.А, Швецов Н.К. Экспериментальное исследование внешнего магнитного поля асинхронного двигателя в режиме пуска и выбега для контроля состояния узлов агрегата // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии, 2019 – С. 91-94.

5. Геллер Б., Гамата В. Высшие гармоники в асинхронных машинах. – М.: Энергия, 1981. – 351с.

6. Страхов, А.С. Практическое применение методов определения повреждения в обмотке ротора электродвигателя по внешнему магнитному полю и току статора / А.С. Страхов, Е.М. Новоселов, М.А. Захаров, А.Б. Колобов, А.А. Скоробогатов // Материалы Международной (XXI Всероссийской) научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии» (Бенардосовские чтения). – Т. 1. – Иваново, 2021 – С. 75-78.

УДК 621.313.333.2

Д.А. ПОЛКОШНИКОВ¹, старший преподаватель,
А.С. СТРАХОВ, к.т.н., доцент,
Е.М. НОВОСЕЛОВ, к.т.н., доцент,
М.А. ЗАХАРОВ, старший преподаватель,
А.А. СКОРОБОГАТОВ, к.т.н., доцент,

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: pda37@yandex.ru

Исследование влияния эксцентриситета ротора электродвигателя на внешнее магнитное поле с учетом остаточной намагниченности в режиме выбега

Аннотация. В работе исследуется влияние динамического эксцентриситета ротора асинхронного двигателя на спектр магнитного поля в режиме выбега с учетом влияния остаточной намагниченности сердечников ротора и статора. Исследования проведены как на экспериментальном стенде, так и на компьютерной модели.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, спектральный анализ, выбег, внешнее магнитное поле, динамический эксцентриситет, остаточная намагниченность.

D.A. POLKOSHNIKOV¹, senior lecturer,
A.S. STRAKHOV, Candidate of technical sciences,
E.M. NOVOSELOV, Candidate of technical sciences,
M.A. ZAKHAROV, senior lecturer,
A.A. SKOROBOGATOV, Candidate of technical sciences

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: pda37@yandex.ru

Investigation of the effect of induction motor rotor eccentricity to an external magnetic field taking into account the residual magnetization in runout mode

Annotation. The paper investigates the influence of the dynamic eccentricity of the rotor of an induction motor on the spectrum of the magnetic field in the runout mode,

taking into account the influence of the residual magnetization of the rotor and stator cores. The studies were carried out both on an experimental stand and on a computer model.

Key words: asynchronous electric motor, spectral analysis, runout, external magnetic field, dynamic eccentricity, residual magnetization.

Динамический эксцентриситет (ДЭ) ротора асинхронного двигателя (АД) явление распространенное и при небольших значениях не представляет опасности для электрической машины. Однако, любой ДЭ развивается и может привести к выходу АД из строя. Кроме того, по мере его развития увеличивается потребляемая АД электрическая энергия, что так же добавляет финансовые затраты при его эксплуатации [1]. Поэтому своевременное обнаружение повышенного ДЭ ротора АД является актуальной задачей.

Целью данной статьи является доказательство присутствия диагностических признаков повышенного ДЭ ротора во внешнем магнитном поле АД в режиме выбега.

Известно, что в сердечниках вращающихся электрических машин присутствует остаточная намагниченность [2]. Следовательно, можно предположить, что повреждение узла электродвигателя должно изменить спектр как внутреннего, так и внешнего магнитного поля электрической машины не только в установившемся режиме или режиме пуска, но и в режиме выбега.

Для доказательства влияния остаточной намагниченности на спектры не только внутреннего, но и внешнего магнитного поля в режиме выбега был произведен ряд опытов на разработанном специально для них экспериментальном стенде (рис. 1). Стенд состоит из двух АД типа АИР 71А6, датчика Холла, аналого-цифрового преобразователя (АЦП), линейки и ноутбука. АД №1 подключен к источнику питания и является приводом АД №2. Для регистрации внутреннего магнитного поля (поля в воздушном зазоре) в АД №2 встроен внутренний индукционный датчик (ВИД), который представляет из себя два витка провода, намотанного на зубец сердечника статора. Для регистрации внешнего магнитного поля применяется датчик Холла, который производит регистрацию сигнала в точках, указанных на рис. 2. Для точного позиционирования датчика Холла применяется линейка, установленная на корпусах обоих АД вдоль их аксиальных осей.

В ходе опыта на АД №1 подавалось напряжение и производился замер внутреннего магнитного поля АД №2 с помощью ВИД, а так же внешнего магнитного поля датчиком Холла в каждой из 18 точек (рис. 2).

На рис. 3 показана зависимость амплитуды гармоники основной частоты радиальной составляющей магнитной индукции (В) внешнего поля от точки регистрации. Как видно из приведенной зависимости, наибольшее значение амплитуда имеет в точке, находящейся вблизи от центра АД №1 (точка №2).

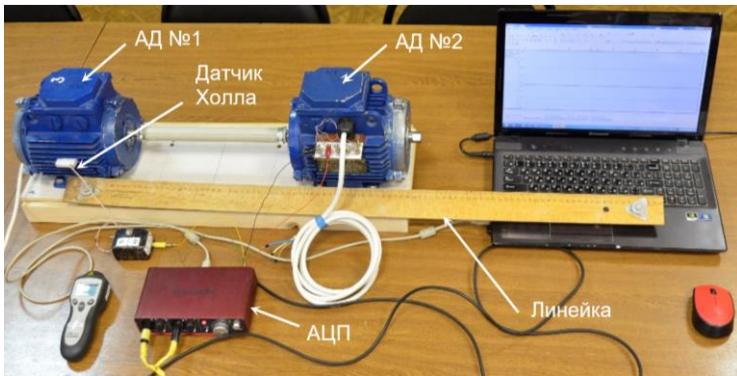


Рис. 1. Фотография стенда для проведения опытов

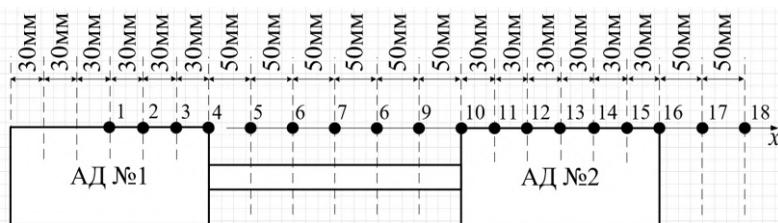


Рис. 2. Расположение контрольных точек и расстояние между ними

Далее, по мере удаления от точки №2 амплитуда гармоники снижается до точки №10, которая расположена на краю корпуса АД №2. На участке от точки 10 до точки 16, которые расположены на торцах АД №2, магнитное поле усиливается, что свидетельствует о присутствии в стали сердечника ротора АД №2 остаточной намагниченности. В противном случае, на указанном выше участке изменение величины магнитного поля происходило бы по линии, показанной пунктиром на рис. 4.

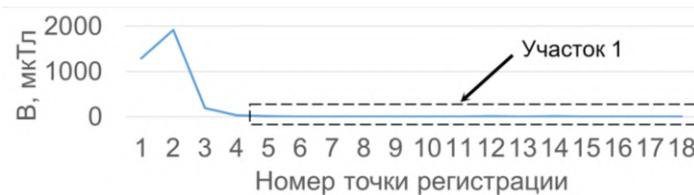


Рис. 3. Зависимость амплитуды гармоники основной частоты радиальной составляющей магнитной индукции внешнего поля от точки регистрации

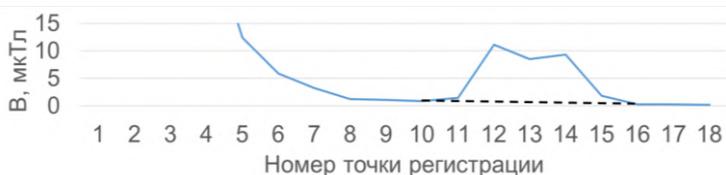
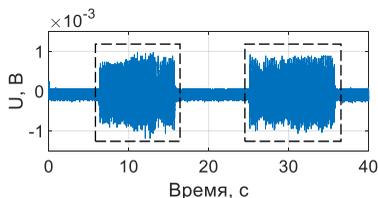


Рис. 4. Участок 1 на рис. 3

Что бы исключить влияние магнитного поля, наводимого от АД №1 на внешнее магнитное поле от остаточной намагниченности АД №2, произведена регистрация внутреннего и внешнего магнитных полей АД №2 с помощью ВИД и датчика Холла при вращении ротора данной машины от руки (рис. 5, а). При обработке сигналов, записанных в этом эксперименте замечено, что в периоды, когда происходит вращение ручки, амплитуда сигналов увеличиваются по сравнению с амплитудой, когда ротор не подвижен. Зависимость сигнала, зарегистрированного с ВИД, от времени представлена на рис. 5, б. На нем пунктирной линией выделены участки времени, на которых производилось вращение ротора от руки.



а)



б)

Рис. 5. Фотография экспериментального стенда с ручным вращением ротора (а) и сигнал с ВИД, записанный при этом (б)

Наличие внешнего магнитного поля, вызванного остаточной намагниченностью стали сердечников АД, в режиме выбега позволяет использовать режим выбега для определения повышенного ДЭ ротора АД. Однако, проводить эксперименты с повышенным ДЭ ротора АД на реальном объекте затруднительно. Более рациональный путь – имитационное моделирование на компьютерной модели АД.

Для этих целей разработана компьютерная модель низковольтного АД типа АИР 71А6 в программном комплексе Ansys Maxwell. Для моделирования остаточной намагниченности для сталей сердечников ротора и статора задана коэрцитивная сила равная -50 А/м. Верификация разработанной модели производилась путем сравнения сигналов с ВИД

входящего в состав имитационной модели (рис 6, а) и с ВИД, установленного на АД №2 (рис. 6, б). Для имитации работы двух АД на одном валу у компьютерной модели задан двойной момент инерции для ротора.

При анализе результатов, полученных на ВИД компьютерной модели (рис 6, а) и экспериментальном стенде (рис 6, б) видно, что в обоих случаях в самом начале выбега сигнал имеет более высокую амплитуду, которая очень быстро затухает (порядка 1 с). Этот факт обусловлен быстрым затуханием токов ротора. На остальном временном интервале амплитуда остается практически неизменной. Анализируя спектры внутреннего магнитного поля, полученные на компьютерной модели и экспериментальном стенде можно сделать вывод, что компьютерная модель достаточно достоверно описывает работу экспериментального стенда.

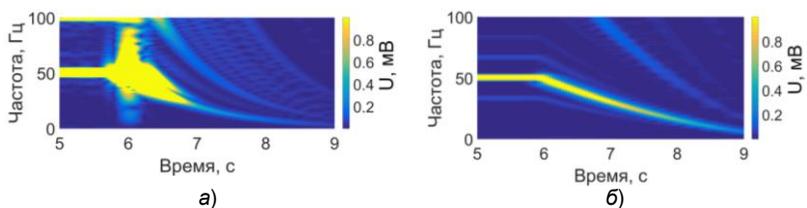


Рис. 6. Частотно-временные спектры сигналов с ВИД полученные: а – на имитационной модели; б – на экспериментальном стенде

Для исследования влияния ДЭ на внешнее магнитное поле АД при выбега разработано три компьютерные модели низковольтного АД: 1 – АД с исправной обмоткой ротора; 2 – АД, имеющий эксцентриситет ротора 10%; 3 – АД, имеющий эксцентриситет ротора 30%.

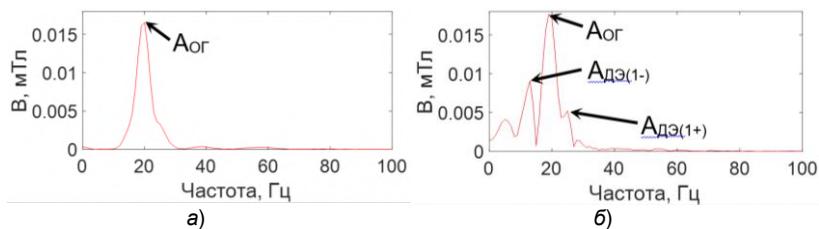


Рис. 7. Амплитудные спектры сигналов внешнего магнитного поля: а – исправного АД; б – АД с эксцентриситетом ротора 30%

На рис. 7 показаны амплитудные спектры сигналов внешнего магнитного поля с датчика Холла через 1 секунду после начала выбега на компьютерной модели исправного АД (рис. 7,а) и АД с ДЭ, равным 30% (рис. 7,б). К этому времени частота основной гармоники внешнего маг-

нитного поля снизилась с 50 Гц до 20 Гц. Анализ амплитудных спектров показывает, что с появлением повышенного ДЭ заметно возрастают амплитуды составляющих гармоники первого порядка на нижней ($A_{дэ(1-)}$) и верхней ($A_{дэ(1+)}$) боковой полосе. При этом наблюдается рост и амплитуды основной гармоники ($A_{ог}$), но он незначителен.

Результаты проведенной работы позволяют сделать вывод, что наличие остаточной намагниченности в стали сердечников АД позволяет выявлять повышенный ДЭ по внешнему магнитному полю в режиме выбега.

Литература

1. Сафин Н.Р., Прахт В.А., Дмитриевский В.А., Дмитриевский А.А., Казакбаев В.М. Токовая диагностика эксцентриситета ротора асинхронных двигателей / Н. Р. Сафин, В. А. Прахт, В. А. Дмитриевский [и др.] // Актуальные проблемы энергосберегающих электротехнологий АПЭЭТ-2014: сборник научных трудов. — Екатеринбург : [УрФУ], 2014. — С. 244-248.

2. Преображенский А.А., Бишард Е.Г. Магнитные материалы и элементы: учебник для студ. вузов по спец. «Полупроводники и диэлектрики». — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш.шк., 1986. — 352 с.: ил.

УДК 621.311:621.316.99

В.М. ЛАПШИН, к.т.н., доцент,
Р.А. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, магистрант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: r.jelezniackov2010@yandex.ru

Режимы работы нейтрали в сетях 6/10 кВ собственных нужд электрических станций и подстанций. Сравнительный анализ

Аннотация. В работе представлены результаты сравнительного анализа достоинств и недостатков различных способов заземления нейтрали в сетях 6/10 кВ собственных нужд электрических станций и подстанций. Проведен выбор и расчет двух наиболее распространенных режимов заземления нейтрали: изолированного (традиционного) и резистивного (низкоомного). Определено оптимальное значение сопротивления резистора для секции 6/10 кВ с учетом выбора селективных чувствительных токовых релейных защит.

Ключевые слова: электрические станции и подстанции, нейтраль, режим работы нейтрали, резистивное заземление нейтрали, изолированное заземление нейтрали, однофазное замыкание на землю.

V.M. LAPSHIN, candidate of technical sciences, associate professor,
R.A. ZHELEZNYAKOV, master's degree student

Ivanovo State Power University
34, Rabfakovskaya Str., 153003, Ivanovo
E-mail: r.jelezniackov2010@yandex.ru

Neutral operating modes in 6/10 kV networks own needs of power plants and substations. Comparative analysis

Annotation. The paper presents the results of a comparative analysis of the advantages and disadvantages of various methods of neutral grounding in networks of 6/10 kV auxiliary needs of power stations and substations. The choice and calculation of the two most common neutral grounding modes: isolated (traditional) and resistive (low resistance) are carried out. The optimal value of the resistor resistance for the 6/10 kV section was determined taking into account the choice of selective sensitive current relay protections.

Key words: power stations and substations, neutral, neutral mode, neutral resistive grounding, isolated neutral grounding, single-phase ground fault.

В электрических сетях напряжением 6/10 кВ ключевой проблемой является способ заземления нейтрали. Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что режим работы нейтрали в сетях собственных нужд электрических станций и подстанций оказывает значительное влияние на надежность электроснабжения потребителей и сохранность электрооборудования. Помимо этого, он играет ключевую роль в обеспечении безопасности людей и животных, находящихся в местах прохождения электрических линий, а также в значительной степени определяет выбор принципов и типов устройств релейной защиты и автоматики.

Согласно ПУЭ [1], в сетях 6/10 кВ предполагаются следующие способы заземления нейтрали: изолированная, заземленная через дугогасящий реактор, заземленная через резистор (высокоомный или низкоомный).

Наиболее распространенный вид повреждений в сетях 6/10 кВ – однофазные замыкания на землю (ОЗЗ). Возникающие при этом дуговые перенапряжения опасны для электрооборудования. В настоящее время системы собственных нужд электрических станций и подстанций работают в основном с изолированной нейтралью. Релейная защита от однофазных замыканий на землю в таких сетях не способна селективно обнаружить и (или) отключить аварийное присоединение, при этом вся сеть на время поиска повреждения длительно находится под воздействием дуговых перенапряжений. Поиск поврежденного присоединения требует значительных затрат времени и ресурсов.

На сегодняшний день постепенно происходит тенденция отказа от изолированного режима заземления нейтрали. Предпочтение отдается

низкоомному резистивному заземлению, поскольку его применение позволяет существенно повысить надежность работы сети, автоматизировать процесс поиска поврежденного фидера и снизить аварийность при ОЗЗ.

Низкоомное резистивное заземление нейтрали — это заземление нейтрали через резистор, при котором суммарный ток в месте замыкания превышает 10 А.

При однофазных замыканиях на землю в сетях 6/10 кВ с нейтралью, заземленной через резистор, кроме суммарного емкостного тока неповрежденных фаз будет протекать активный ток, обусловленный включением в цепь тока нулевой последовательности активного сопротивления резистора.

Суммарный ток в месте повреждения складывается из емкостного тока сети и активного тока, создаваемого резистором заземления нейтрали. Указанные активный и емкостный ток суммируются векторно и сдвинуты друг относительно друга на 90°.

Процесс протекания токов в сети с резистивным заземлением нейтрали при однофазных замыканиях на землю представлен на рис. 1.

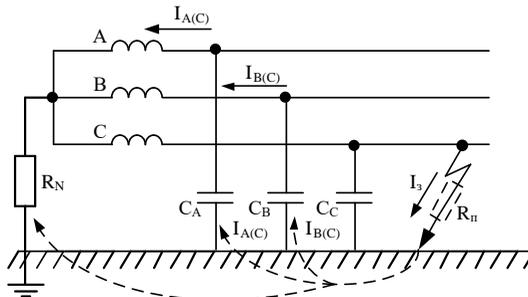


Рис. 1. Процесс протекания токов в сети с резистивным заземлением нейтрали при однофазных замыканиях на землю

Низкоомное заземление нейтрали применяется в случаях, когда ОЗЗ должно быть селективно отключено в течение минимально возможного времени. При этом ток в нейтрали должен быть достаточным для работы релейной защиты на отключение. В этом случае потребитель отключается. Данное заземление осуществляют с помощью специального трансформатора заземления нейтрали.

Селективное отключение ОЗЗ может быть обеспечено подключением к нейтрали сети резистора с сопротивлением, вычисляемым по формуле [2]:

$$R_N \leq \frac{U_{BH}}{\sqrt{3} \cdot I_{C.3.макс}}, \quad (1)$$

где $I_{с.з. макс}$ – максимальный ток срабатывания защиты ОЗЗ, А; $U_{вн}$ – линейное напряжение стороны высшего напряжения трансформатора, В.

Сопротивление низкоомного резистора заземления нейтрали выбирают минимальным, исходя из условий [3]:

- ток резистора должен превышать в 2,5-4 раза емкостный ток;
- ток через нейтраль должен превышать максимальный ток срабатывания защиты.

Защита от ОЗЗ устанавливается на всех отходящих кабельных линиях с использованием релейной защиты нулевой последовательности и трансформаторов тока типа ТТНП и цифровых терминалов с действием на отключение поврежденных присоединений.

Литература

1. Правила устройства электроустановок. Утв. Приказом Министерства энергетики РФ от 08.07.2002 № 204 «Об утверждении глав Правил устройства электроустановок». – СПб.: ДЕАН, 2002.

2. СТО Газпром 2-1.11-070-2006. Методические указания по выбору режима заземления нейтрали в сетях напряжением 6 и 10 кВ дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром».

3. Васюра Ю.Ф. Защита от перенапряжений в сетях 6/10 кВ. – М.: Электротехника, 1994. – № 5/6.

УДК 621.311:621.316.93

В.М. ЛАПШИН, к.т.н., доцент
Д.С. ПЫРИН, магистрант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: naddya07@mail.ru

Эффективность использования УРОВ при КЗ в присоединениях 6 кВ собственных нужд электростанций

Аннотация. В работе представлены результаты исследования эффективности использования УРОВ (устройства резервирования отказа выключателей) при отказе выключателя при коротком замыкании в одном из присоединений 6 кВ системы собственных блочной электростанции. УРОВ направлено на отключение выключателей других присоединений после отключения выключателя ввода. Предлагаемый подход позволит избежать подпитки места КЗ асинхронными двигателями, которая продолжается и после отключения вводного выключателя, тем самым уменьшить термическое действие суммарных токов КЗ на кабели системы собственных нужд.

Ключевые слова: электрические станции, система собственных нужд, короткое замыкание, термическая стойкость, невозгораемость, УРОВ.

V.M. LAPSHIN, candidate of technical sciences, associate professor,
D.S. PYRIN, master's degree student

Ivanovo State Power University
34, Rabfakovskaya Str., 153003, Ivanovo
E-mail: naddya07@mail.ru

Effectiveness of use at screen in connections 6 kV own needs of power plants

Annotation. The paper presents the results of a study of the efficiency of using the CBF (circuit breaker failure redundancy device) in the event of a circuit breaker failure during a short circuit in one of the 6 kV connections of the system of its own block power plant. The breaker failure is aimed at tripping the switches of other connections after switching off the input switch. The proposed approach will make it possible to avoid feeding the short circuit place with asynchronous motors, which continues even after the input switch is turned off, thereby reducing the thermal effect of the total short circuit currents on the cables of the auxiliary system.

Key words: power stations, auxiliary system, short circuit, thermal resistance, non-flammability, UROV

Безотказную работу электростанции в целом во многом обеспечивает надежность работы системы собственных нужд. Прежде всего, повышенные требования предъявляются к кабельной сети в системе электропитания агрегатов собственных нужд. Традиционные компоновочные решения основных и вспомогательных агрегатов электрических станций, распределительных устройств собственных нужд привели к тому, что кабельные линии практически по всей своей длине находятся в пределах основных производственных помещений (главного корпуса).

В этой связи аварийные ситуации в кабельной сети, связанные с невыполнением условий термической стойкости и невозгораемости кабелей, могут привести не только к колоссальному материальному ущербу, но и к реальной опасности для здоровья и жизни обслуживающего персонала.

Критерием термической стойкости и невозгораемости кабельных линий является нормированное значение температуры жилы кабеля в момент отключения короткого замыкания:

Принципиальное отличие в расчетах термического состояния кабелей при определении термической стойкости и невозгораемости состоит в том, что в первом случае интеграл Джоуля определяется при условии отключения КЗ основной релейной защитой присоединения, а во втором случае – резервной.

В соответствии с [2], на основании практического опыта, при времени отключения короткого замыкания, превышающем 0,4 секунды, следует принимать в расчет резервную релейную защиту и определять условия невозгораемости кабельных линий.

Наиболее трудные условия возникают при отказе основной быстродействующей защиты или выключателя поврежденной цепи.

В такой ситуации происходит отключение выключателя в цепи ввода секции 6 кВ.

Следует отметить, что отключение ввода секции 6 кВ устраняет только протекание тока КЗ «от системы», но токи подпитки от параллельно включенных двигателей продолжают поступать в место повреждения.

Для определения интеграла Джоуля от совместного действия тока КЗ «системы» и токов подпитки широко используется аналитическое выражение:

$$B_k = I_{n,0c}^2 (t_{откл} + T_{acc}) + 2I_{n,0c} I_{n,0d} (T_{n_d} + T_{acc}) + I_{n,0d}^2 (0,5T_{n_d} + T_{acc})$$

Здесь группа двигателей представлена параметрами эквивалентного асинхронного двигателя.

Структура выражения построена таким образом, что дополнительное действие токов подпитки учитывается на протяжении всего процесса КЗ.

В этой связи возникает предположение о целесообразности введения УРОВ в системе собственных нужд 6 кВ, направленное на одновременное отключение выключателя ввода секции и выключателей всех двигателей, подключенных к рассматриваемой секции, при отказе защиты или выключателя поврежденного присоединения.

Рационально организованное УРОВ может сократить время протекания полного тока КЗ, и, уж точно, уменьшить время протекания суммарного тока подпитки.

Тепловое состояние проводников поврежденной кабельной линии будет зависеть от времени от момента КЗ до отключения выключателя ввода (период совместного действия тока КЗ от «системы» и группы асинхронных двигателей, подключенных к той же секции, что и поврежденный кабель), а также от времени после отключения вводного выключателя до срабатывания УРОВ (прекращение подпитки места КЗ группой двигателей).

Основной интерес представляет «дополнительный» интеграл Джоуля, определяемый токами подпитки после прекращения совместного действия с током КЗ «системы». В этой связи следует учесть, что в отличие от периодического тока КЗ «системы» периодическая составляющая тока подпитки от двигателей затухает с течением времени.

В этой связи для определения дополнительного интеграла Джоуля от группы двигателей может быть использовано выражение, применяемое для синхронных генераторов:

$$B_k = I_{n,0d1}^2 (B_{k_d} t_{откл} + T_{ad}), \quad (1)$$

здесь относительный интеграл Джоуля определяется по расчетным кривым, а ток $I_{n,0d1}$ представляет из себя частично затухший от

начального значения к моменту отключения выключателя ввода периодический ток подпитки от группы двигателей.

Ток $I_{n,0\partial 1}$ определяется по выражению:

$$I_{n,0\partial 1} = I_{n,0\partial} \cdot e^{-\Delta t/T_{n\partial}} \quad (2)$$

Литература

1. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания. ГОСТ Р 52736-2007.
2. О проверке кабелей на возгорание при действии тока короткого замыкания. Циркуляр №Ц-02-98 (Э).- ПАО «ЕЭС России», 1998.

УДК 621.316.728, 621.316.718.5

В.М. ЛАПШИН, к.т.н., доцент
М.Р. ХАБАРИН, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: mikehabarin@mail.ru naddyao7@mail.ru

Способы регулирования производительности рабочих машин собственных нужд электростанций. Сравнительный анализ

Аннотация. В работе произведен анализ способов регулирования производительности рабочих машин системы собственных нужд электрических станций.

Ключевые слова: электропривод, система собственных нужд электрической станции, частотное регулирование.

V.M. LAPSHIN, Candidate of Technical Sciences, Assoc
M.R. KHABARIN, Master's degree; student

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: mikehabarin@mail.ru naddyao7@mail.ru

Methods of regulation productivity of working machines for their own needs power plants. Comparative analysis

Annotation. The paper analyzes the ways of regulating the manufacturer-news of working machines of the system of own needs of electric stations.

Key words: electric drive, the system of own needs of the electric station, frequency control.

Создание современных электроприводов базируется на использовании новейших достижений силовой электротехники, механики, автоматики, микроэлектроники и компьютерной техники. Это быстро развивающиеся области науки, что определяет высокую динамичность развития электромеханических систем.

В последние годы с появлением доступных технических средств для регулирования скорости асинхронных двигателей для привода насосов в системах тепло- и водоснабжения стали применяться регулируемые электроприводы.

Из литературных источников [1] известно, что применение регулируемого электропривода обеспечивает энергосбережение и позволяет получать новые качества систем и объектов. Значительная экономия электроэнергии обеспечивается за счет регулирования какого-либо технологического параметра. Если это транспортер или конвейер, то можно регулировать скорость его движения. Если это насос или вентилятор – можно поддерживать давление или регулировать производительность. Если это станок, то можно плавно регулировать скорость подачи или главного движения.

Целью данной работы является анализ способов регулирования производительности рабочих машин системы собственных нужд электрических станций.

Регулирование производительности механизмов СН осуществляется в целях изменения нагрузки электрической станции и связано с приведением производительности котлов и рабочей мощности турбин в соответствие с потребностями энергосистемы. Производительность котла регулируется количеством подаваемого топлива, воздуха, изменением тяги и подачи питательной воды. Следовательно, здесь требуется воздействие на питатели пыли (форсунки) на дутьевые вентиляторы, дымососы, питательные насосы, которые должны иметь надежное и экономичное изменение производительности. При изменении нагрузки турбины требуется изменение производительности циркуляционных, конденсатных, сливных насосов. Некоторые механизмы СН должны изменять производительность в соответствии с температурой окружающей среды: циркуляционные насосы турбин, насосы теплосети.

Кроме указанных, существуют механизмы, регулирование производительности которых не требуется. Они либо работают с постоянной производительностью, либо периодически включаются на номинальную мощность. Сюда относится большинство механизмов приготовления и транспорта топлива, подъёмно-транспортное оборудование, компрессоры, насосы химводоочистки и масляного хозяйства.

Возможны следующие способы регулирования производительности насосов (вентиляторов), основанные на изменении Q-H-характеристик насоса или трубопроводной сети: 1) изменением частоты вращения; 2) с помощью направляющего аппарата (применяется только для тягоду-

твевых машин) или поворотом лопастей рабочего колеса машин осевого типа; 3) дроссельное регулирование.

Выбор способа регулирования определяется требованиями в отношении пределов изменения производительности, плавности воздействия, экономичности, надежности работы регулирующих устройств в реальных условиях эксплуатации.

Исследование графиков технологических процессов показывает, что особый экономический эффект от использования преобразователей частоты дает применение частотного регулирования на объектах, обеспечивающих транспортировку жидкостей и газов.

До сих пор самым распространённым способом регулирования производительности таких объектов является использование задвижек (дросселирование), направляющих аппаратов или регулирующих клапанов, но сегодня доступным становится частотное регулирование асинхронных двигателей, широко используемых в качестве привода вращающихся рабочих машин системы собственных нужд электростанций.

Вывод: применение регулируемого электропривода обеспечивает энергосбережение и позволяет получать новые качества систем и объектов. Значительная экономия электроэнергии обеспечивается за счет регулирования какого-либо технологического параметра. Если это транспортер или конвейер, то можно регулировать скорость его движения. Если это насос или вентилятор – можно поддерживать давление или регулировать производительность. Если это станок, то можно плавно регулировать скорость подачи или главного движения. Комбинированное регулирование производительности машин центробежного типа широко используется на тепловых и атомных электростанциях, позволяя плавно регулировать производительность рабочих машин в диапазоне, соизмеримом с диапазоном при изменении частоты вращения с гораздо меньшими потерями напора в сети по сравнению с дроссельным регулированием.

Литература

1. Скоробогатов А.А. Электрическая часть тепловых и атомных электростанций: Учеб. Пособие / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2017 – 193 с.
2. Соколов М.М. «Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов» М.:Энергия, 1976 г..

УДК 621.311.316

Б.В. ПАПКОВ, д.т.н.,
В.Л. ОСОКИН, к.т.н.

Нижегородский государственный инженерно-экономический
университет, кафедра электрификации и автоматизации
603005 Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22 А
E-mail: boris.papkov@gmail.com; osokinvl@mail.ru

Основы управления режимами электропотребления

Аннотация. Приводятся основные положения системного подхода к решению задачи управления электропотреблением в условиях перехода к интеллектуальным электрическим системам.

Ключевые слова: управление, электропотребление, эффективность

B.V. PAPKOV, Doctor of Technical Sciences,
V.L. OSOKIN, Ph.D.

Nizhny Novgorod State Engineering and Economic
University, Department of Electrification and Automation
603005 Nizhny Novgorod region, Knyaginino, st. Oktyabrskaya, 22 A
E-mail: boris.papkov@gmail.com; osokinvl@mail.ru

Fundamentals of managing power consumption modes

Abstract. The main provisions of a systematic approach to solving the problem of power consumption management in the context of the transition to intelligent electrical systems are given.

Key words: management, power consumption, efficiency

Современные технологии управления электропотреблением (ЭП) предоставляют относительно мало возможностей внедрения их в интеллектуальные системы управления параметрами и режимами электроэнергетической системы (ЭЭС). Это связано с необходимостью учёта быстрой смены ситуаций, режимными и коммутационными ограничениями в системе электроснабжения (СЭС) потребителя, а также сложностью оценки технико-экономических последствий реализации изменения режима и, соответственно, параметров технологического процесса производства продукции [1].

Развивающаяся теория интеллектуальных ЭЭС с активно-адаптивной связью (ИЭС ААС) требует системного подхода к постановке и решению задач рационального управления ЭП. Недостаточность априорной информации приводит к необходимости совмещать анализ технологических особенностей потребителя с коммутационными возможностями СЭС. Успешное управление ЭП возможно, если связи СЭС с технологическими агрегатами известны и управляющее устройство достаточно быстро реагирует на воздействия со стороны ЭЭС (СЭС).

Трудности, связанные с управлением, определяются сложностью объекта, поэтому анализ возможностей управления ЭП начинается именно с объекта, а не с алгоритмов управления им.

Так как любой потребитель (объект) существует для производства продукции, а не для управления его мощностью со стороны ЭЭС (СЭС), управление по отношению к нему имеет внешний характер. Всякое принудительное изменение ЭП нарушает нормальный ход технологического процесса. Изменение режима ЭП и, соответственно, хода технологического процесса без достаточной информации о функциональных связях СЭС и объектов производства не приводит к успешному результату.

Важнейшая задача поиска наилучшего способа реализации намеченной цели управления – задача формализованного представления объекта управления. Состояние (режим) Y объекта управления, под которым в общем случае рассматривается автономная ЭЭС, система распределённой генерации (РГ), генерирующая установка (ГУ), ВИЭ, система накопления электроэнергии (СНЭЭ), группы и одиночные потребители [2] зависит от состояния среды X , что определяется связью $Y = F^*(X)$, где X – воздействие среды (ЭЭС) на вход объекта (СЭС, РГ, ГУ, СНЭЭ, потребитель); F^* – оператор связи входа и выхода объекта.

Решение о том, каким должно быть управление U для достижения желаемой цели Z^* принимается на основании модели F объекта, учитывающей цель Z^* , состояние X среды и ресурса R , выделенного для управления. Предполагается, что U должно быть программой изменения управляемых параметров во времени $U = U^* = U^*(t)$.

Реализация $U^*(t)$ возможна, если информация о среде X , объекта Y и его модели F достоверна. Но часто для реализации U в системах РГ требуется время t . Если t велико (длительность ряда переходных электромеханических процессов – нескольких минут, а технологических процессов потребителей – часов), состояние объекта может измениться. Поэтому данное управление не приведёт к цели Z^* . Следовательно, управление должно быть упреждающим, что требует коррекции U .

Управляющий элемент (субъект) – активная система, интересы которой отражаются системой управления. Первоначально субъект формулирует k необходимых потребностей, изменяющихся во времени и характеризующихся их актуальностью a_i (номинальная частота, напряжение, активная и реактивная мощности, ЭП и т.п.). Тогда в каждый момент времени субъект характеризуется вектором потребностей

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_k), \quad a_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, k,$$

определяющем его поведение при достижении поставленной цели. Поведение субъекта – формулировка цели управления и достижение её $Z = Z^*$ с помощью U . Субъект при этом является датчиком целей для

системы управления, а потребности его определяются входом Y . Задача субъекта – правильно сформулировать цель управления.

Формулировка её осуществляется на основе функции меры $\mu(Z^*)$ (предпочтение, необходимость, качество, приоритет), определяющейся взвешенной суммой произведения потребностей a_i субъекта на «вес» b_i (значимость потребности субъекта), на множестве $\{Z^*\}$

$$\mu(Z^*) = \sum_{i=1}^k b_i a_i; \quad \sum_{i=1}^k b_i = 1, \quad b_i > 0, \quad (i = 1, 2, \dots, k).$$

где веса b_i определяются на основании результатов экспертных оценок.

Оценка $\mu(Z^*)$ позволяет производить сравнение двух целей субъекта. Если $\mu(Z_1^*) < \mu(Z_2^*)$, то $Z_1^* > Z_2^*$, и выполнение цели Z_1^* на данном этапе управления (при сложившейся ситуации) более важно (необходимо, предпочтительнее), чем цели Z_2^* . Если $\mu(Z_1^*) = \mu(Z_2^*)$, то цели субъекта Z_1^* и Z_2^* эквивалентны $Z_1^* \sim Z_2^*$, но различаются. Наиболее предпочтительная (доминирующая) цель определяется минимумом функции $\mu(Z^*)$

$$\mu(Z^*) \rightarrow \min_{Z^* \in \{Z^*\}} \Rightarrow Z^{**}.$$

Это означает, что следует минимизировать $\mu(Z^*)$, изменяя Z^* в пределах $\{Z^*\}$ допустимого. Результат – цель Z^{**} , которая в сложившихся обстоятельствах приводит к максимально эффективному результату.

Сравнение множества эквивалентных целей возможно при использовании метода последовательных уступок [3] – процедуры, заключающейся в том, что все эквивалентные, но различающиеся цели располагают и нумеруют в порядке их относительной важности. Для наиболее важной цели Z_1^* назначается уступка, допустимого (по условиям функционирования объекта) изменения (снижения требований) ΔZ_1^* . Если вторая по важности цель Z_2^* по своим параметрам входит в зону допустимого изменения первой цели $\Delta Z_1^* \cap Z_2^*$, то она считается более предпочтительной $Z_2^* > (Z_1^* - \Delta Z_1^*)$ (рис. 1).

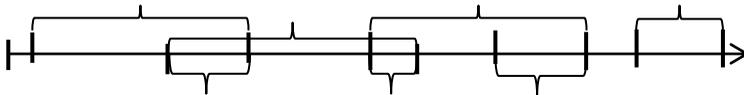


Рис. 1. Переход к наиболее предпочтительной цели.
Приоритет целей $Z_1^* < Z_2^* < Z_3^* > Z_4^*$

Процесс завершается, когда показатель важности i -й цели не войдет в зону допустимой уступки $(i - 1)$ -й цели.

Эквивалентность нескольких целей есть следствие нечёткости исходной задачи. В этом случае цели могут быть сравнимыми только по

отношению квазиэквивалентности. Здесь появляется возможность использования дополнительной информации, внешней по отношению к изучаемой модели, в том числе субъективных представлений о реальной ситуации, которые не были формализованы в исходной постановке задачи [4].

Литература

1. Папков Б.В., Осокин В.Л. Управление электропотреблением в интеллектуальных системах электроснабжения. – Старый Оскол: ТНТ, 2023. – 440 с.
2. Растринин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Сов. радио, 1980. – 232 с.
3. Подиновский В.В., Гаврилов В.М. Оптимизация по последовательно применяемым критериям. – М.: «Сов. радио», 1975. – 192 с.
4. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечёткой исходной информации. – М.: Наука, 1981. – 208 с.

СЕКЦИЯ 14.

«ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ: ЧЕЛОВЕК, ТЕХНИКА, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»

УДК 658.382

А.Г. ГОРБУНОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: gorbunov@bjd.ispu.ru

Методика оценки профессионального риска

Аннотация. В работе приведена методика оценки профессионального риска во всех отраслях народного хозяйства за исключением отраслей, связанных с добычей природных ископаемых.

Ключевые слова: профессиональный риск, условия труда, травматизм, коэффициент частоты, коэффициент тяжести

A. G. GORBUNOV, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya str. 34
E-mail: gorbunov@bjd.ispu.ru

Methodology for assessing occupational risk

Abstract. The paper presents a methodology for assessing occupational risk in all sectors of the national economy, with the exception of industries related to the extraction of natural resources.

Key words: occupational risk, working conditions, injuries, frequency coefficient, severity coefficient

Существующие определения профессионального риска указанные в статье 209 Трудового Кодекса Российской Федерации (ТК РФ) трактуют его как «вероятность причинения вреда жизни и (или) здоровью работника в результате воздействия на него вредного и (или) опасного производственного фактора при исполнении им своей трудовой функции с учетом возможной тяжести повреждения здоровья». Совершенно очевидно, что речь идет о некоей условной величине, характеризующей степень настороженности работника и степень внимания работодателя к сочетанию факторов, характеризующих рабочий процесс на данном рабочем месте. С этих позиций и будем подходить к формированию методики оценки профессионального риска. Попытка автора в предыдущей работе [1] ввести понятие и предусмотреть оценку индивидуального профессионального риска в данной социально-экономической ситуации в России является не столько неактуальной, сколько негативной, т.к. будет

стимулировать работодателя избавляться от опытных, но возрастных работников, имеющих проблемы со здоровьем.

Основная расчетная формула аналогична соотношению (1) в [2]:

$$R = \text{СУМ} \cdot \text{П}_T \cdot \text{П}_3 \quad (1)$$

При этом значение первого множителя в (1) определяют по следующему соотношению:

$$\text{СУМ} = \text{ИОУТ} \cdot K_1 + K_{об} \cdot K_2, \quad (2)$$

где ИОУТ – интегральная оценка условий труда на рабочем месте; $K_{об}$ – коэффициент опасности оборудования; П_T – показатель травматизма на рабочем месте; П_3 – показатель профзаболеваемости на рабочем месте.

Интегральная оценка условий труда на рабочем месте характеризует вклад в ИТР параметров микроклимата, световой среды, шума, инфразвука, вибрации, наличия и концентрации вредных веществ и т.п. Ее следует определять с использованием таблицы 1, приложения 1 к [3], но с учетом ряда существенных дополнений.

1. Идентификация действующих на рабочем месте факторов производственного процесса производится комиссией предприятия без учета ограничений, указанных в приложении 2 к [4].

2. Измерения параметров, характеризующих условия труда на рабочих местах, не прошедших специальную оценку условий труда, но идентифицированных комиссией, должны проводиться в соответствии с методами, указанными в соответствующих разделах [5]. Результат измерения каждого параметра, характеризующего каждый выявленный производственный фактор, должен сопровождаться вычислением расширенной неопределенности с доверительной вероятностью 0,95.

3. Класс условий труда по факторам, выявленным на рабочем месте, определяется по приложению 1 к [4] следующим образом. Пусть физическая величина, характеризующая соответствующий производственный фактор по результатам измерений, имеет значение X_{cp} с расширенной неопределенностью δX . Тогда действительное значение данной физической величины находится в интервале от $X_{min} = X_{cp} - \delta X$ до $X_{max} = X_{cp} + \delta X$. В этом случае возможны следующие варианты:

- класс условий труда (КУТ) по данному фактору будет допустимым КУТ = 2, если $X_{max} < X_{доп}$ для случая, когда допустимые значения соответствующей физической величины меньше $X_{доп}$;

- класс условий труда (КУТ) по данному фактору будет допустимым КУТ=2, если $X_{min} > X_{доп}$ для случая, когда допустимые значения соответствующей физической величины больше $X_{доп}$. В обоих случаях, согласно табл.1 приложения 1 к [1] значение формального параметра, характеризующего воздействие данного фактора принимаем равным 0,04.

В случае нахождения $X_{доп}$ внутри интервала $X_{min} \div X_{max}$ класс условий труда по данному фактору может быть определен с некоторой вероятностью

стью, а значение формального параметра, характеризующего воздействие данного фактора рекомендуется определять по следующим соотношениям:

$$\text{ОУТ}_i = 0,04 + 0,06 \cdot P_{\text{КУТ} > 2}, \quad (3)$$

$$\text{ОУТ}_i = 0,11 + 0,12 \cdot P_{\text{КУТ} > 3.1}, \quad (4)$$

$$\text{ОУТ}_i = 0,25 + 0,24 \cdot P_{\text{КУТ} > 3.2}, \quad (5)$$

$$\text{ОУТ}_i = 0,5 + 0,5 \cdot P_{\text{КУТ} > 3.3}, \quad (6)$$

$$\text{ОУТ}_i = 1 + 0,5 \cdot P_{\text{КУТ} > 3.4}, \quad (7)$$

$$P(X_p < X_{\text{доп}}) = 0,5 + \Phi[(X_{\text{max}} - X_{\text{доп}}) / \delta X], \quad (8)$$

$$P(X_p > X_{\text{доп}}) = 0,5 - \Phi[(X_{\text{max}} - X_{\text{доп}}) / \delta X], \quad (9)$$

$$P(X_p > X_{\text{Ки}}) = 0,5 - \Phi[(X_{\text{max}} - X_{\text{Ки}}) / \delta X], \quad (10)$$

где ОУТ_i – оценка условий труда по i -у фактору; Φ – функция распределения Гаусса; X_p – реальное значение физической величины (ФВ), характеризующей воздействие i -о фактора; $X_{\text{доп}}$ – допустимое значение физической величины, характеризующей воздействие данного производственного фактора; $X_{\text{Ки}}$ – верхняя граница значений этой ФВ, определяющая i -ю степень вредности данного фактора; δX – расширенная неопределенность физической величины, характеризующей данный фактор; $P_{\text{КУТ} > 2}$ – вероятность того, что КУТ будет больше допустимого; $P_{\text{КУТ} > 3.i}$ – вероятность того, что КУТ превысит i -ю степень вредности.

Коэффициент опасности оборудования $K_{\text{об}}$, определим как отношение не выполненных требований безопасности к конструкции оборудования и инструментам (при наличии), изложенных в соответствующих нормативных документах, к полному набору требований безопасности указанных в этих документах.

При выборе значений весовых коэффициентов K_i исходим из того соображения, что порядок чисел, характеризующих вклад всех факторов, характеризующих ИПР в выражении (2) должен быть одинаков. Такой подход дает следующие значения весовых коэффициентов: $K_1 = 1$; $K_{2+5} = 0,01$.

Показатель травматизма П_T , как и в [2] предлагается формировать в виде произведения показателя частоты несчастных случаев (НС) за год на данном рабочем месте $\text{П}_ч$ и показателя тяжести НС за этот период. При этом автор исходит из предположения, что количество НС гораздо менее важно, чем их тяжесть, т.е. количество дней потери трудоспособности от НС. Тогда $\text{П}_T = \text{П}_ч \cdot \text{П}_T$, а последние определяются по следующим таблицам:

Таблица 2. Значение показателя частоты травматизма

$n_{\text{НС}}$ В ГОД	0	1	≤ 6	≤ 11
$\text{П}_ч$	1	1,05	1,15	1,25

Показатель частоты при количестве НС за год свыше 1 до 6 включительно следует определять по соотношению:

$$П_{ч}=1,05+0,02 \cdot (n_{нс}-1), \quad (11)$$

а при количестве НС >6 по соотношению:

$$П_{ч}=1,15+0,02 \cdot (n_{нс}-6) \quad (12)$$

Показатель тяжести предлагается определять по табл.3:

Таблица 3. Значение показателя тяжести травматизма

$T_{дн\ max}$	≤ 3	≤ 10	≤ 30	≤ 90
P_T	1,05	1,1	1,5	2

Промежуточные значения показателя тяжести определяются интерполяцией по формулам аналогичным (11) и (12).

При формировании числового значения показателя профзаболеваемости автор исходил из того предположения, что появление хотя бы одного профессионального заболевания на данном рабочем месте сразу делает ИПР работы на нем недопустимо большим. Следовательно, $P_3=N_{пз}$ в год. Для окончательной оценки ИПР на рабочем месте, значение которого рассчитано по соотношению (1), можно использовать критерии, приведенные в табл.4 [3].

В качестве примера оценим ИПР преподавателя университета. Это работник, который работает на оборудовании, имеющем все необходимые элементы безопасности, микроклимат на рабочем месте является оптимальным, а условия труда по факторам световая среда, электромагнитное воздействие (ЭМВ) персонального компьютера и напряженность труда являются допустимыми. При этом на рабочем месте не было зафиксировано ни одного НС и профзаболевания. Судя по описанию, риск работы на таком рабочем месте должен быть небольшим. Согласно предложенной методике 3 параметра ОУТ (световая среда, напряженность труда и ЭМВ персонального компьютера) равны 0,04, а поскольку микроклимат оптимальный, то $OУT_{мк}=0$. Параметры $K_{об}=0$, $P_T=P_3=1$. Тогда:

$$СУМ=[0+0,04+0,04+0,04] \cdot 1+0 \cdot 0,01=0,12$$

$$R=0,12 \cdot 1 \cdot 1=0,12$$

Подобное значение параметра R относит ИПР на данном рабочем месте (согласно табл.4 [3]) к категории «ниже среднего», что вполне согласуется с нашей априорной оценкой по «житейской» логике.

Литература

1. А.Г. Горбунов. Методика оценки индивидуального профессионального риска.
2. Н.А. Симонова. Оценка индивидуального профессионального риска [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kiout.ru/info/publish/22928>
3. «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»

2.2.1766-03. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/246225/

4. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 27.04.2020) «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2014 № 31689) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_158398/

5. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. СанПиН 1.2.3685-21 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115.>, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 620.9: 614.8

К.В. ЧЕРНОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

Правила системации и декомпозиции при идентификации техногенных воздействий

Аннотация. Приводятся правила системации и декомпозиции, после которых начинается идентификация техногенных воздействий. Применение правил показано относительно дутьевого вентилятора водогрейной котельной.

Ключевые слова: системация, декомпозиция, идентификация, правила, дутьевой вентилятор.

K.V. CHERNOV, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

Rules of systematization and decomposition in the identification of technogenic impacts

Abstract. The rules of systematization and decomposition are given, from which the identification of technogenic impacts begins. The application of the rules is shown with respect to the blast fan of a hot-water boiler house.

Key words: systematization, decomposition, identification, rules, blow fan.

Обнаружение опасностей, создаваемых техническими устройствами, является актуальной задачей. Порядок обнаружения включает стадию системнологической идентификации техногенных воздействий. Идентификация начинается с системации, которая заключается в создании

исходной системы, и продолжается её декомпозицией. Систематизация и декомпозиция выполняются в соответствии со следующими правилами:

1. Система, создаваемая при идентификации, должна представлять собой осознаваемое при кодорефлексии отображение познаваемой части Универсума, обособленное в соответствии с её целью и разделяющееся на компоненты, которые посредством отношений соединяются в целое, связанное с внешней средой.

2. Компоненты, разделяющие систему, должны быть составляющими этой системы, функция которых соответствует её функции.

3. Во внешней среде должны выделяться только те компоненты, которые обуславливают выполнение компонентами исходной системы своих функций.

4. Декомпозиция должна проводиться с применением принципа соподчиненности, в соответствии с которым компонент, принадлежащий системе предыдущего уровня, принимается системой последующего уровня, разделяемой на компоненты, а система крайнего уровня соподчиненности состоит из элементов.

Применение правил покажем на примере дутьевого вентилятора водогрейной котельной, представляемого исходной технетической системой, декомпозиция которой приводится в следующей таблице.

<i>Номер</i>	<i>Наименование</i>	<i>Функция</i>
0	Система сжатия и нагнетания дутьевого воздуха	Повышение давления воздуха для подачи через воздухопровод на горелку водогрейного котла.
1.0	Вентиляционная установка.	Превращение электрической энергии в термодинамическую энергию сжимаемого воздуха.
2.0	Внешняя среда	Вмещение внешних компонентов, взаимодействующих с компонентами системы.
1.1.0	Электроцит управления вентиляцией	Управление запуском/остановом, защита двигателя вентилятора.
2.1.0	Электродвигатель	Превращение электрической энергии в механическую.
3.1.0	Вентилятор	Превращение механической энергии в термодинамическую энергию сжимаемого воздуха.
Э4.1.0	Опорная подмоторная рама	Размещение двигателя и передача нагрузок к фундаменту.
1.2.0	Фундамент вентиляционной установки	Восприятие нагрузок и гашение их.
2.2.0	Воздух внешней среды	Сырьё для сжатия и нагнетания с подачей на горение.
3.2.0	Всасывающий воздухопровод	Соединение места отбора воздуха из внешней среды с вентилятором.
4.2.0	Нагнетательный воздухопровод	Соединение вентилятора с горелкой

<i>Номер</i>	<i>Наименование</i>	<i>Функция</i>
		водогрейного котла.
5.2.0	Внутрикотельная система электроснабжения	Подача электрической энергии на щит управления вентиляцией.
6.2.0	Эксплуатационный и ремонтный персонал	Эксплуатация и ремонт вентиляционной установки
Э1.1.1.0	Металлический шкаф электрошита	Размещение электроаппаратуры.
Э2.1.1.0	Электропроводка щита и электроаппаратура, включая выключатели, тепловое реле, магнитный пускатель, сигнальные лампы	Пуск, останов и защита электродвигателя.
Э3.1.1.0	Электрокабель	Подача электрической энергии от шкафа к клеммной коробке двигателя.
Э1.2.1.0	Передний подшипниковый щит с большим фланцем, подшипником, сальниками и манжетой	Фланцевое крепление двигателя к кожуху вентилятора с размещением подшипника, уплотнённого сальниками и манжетой.
Э2.2.1.0	Вал с концевой шпонкой	Передача вращающего момента от ротора рабочему колесу вентилятора.
Э3.2.1.0	Магнитопровод ротора с короткозамкнутой обмоткой, размещённый на валу двигателя	Электромагнитное взаимодействие со статором с образованием механической энергии вращения.
Э4.2.1.0	Воздушный зазор между ротором и статором	Обеспечение свободного вращения ротора внутри статора с замыканием магнитной цепи и перемещением охлаждающего воздуха.
Э5.2.1.0	Магнитопровод статора с обмоткой, размещённый в корпусе	Преобразование электрической энергии в магнитную при электромагнитном взаимодействии с ротором.
Э6.2.1.0	Корпус статора	Размещение сердечника статора с обмоткой
Э7.2.1.0	Клеммная коробка с кабельным вводом	Подвод электрической энергии к обмотке статора.
Э8.2.1.0	Задний подшипниковый щит с подшипником, сальниками и манжетой	Размещение подшипника, уплотнённого сальниками и манжетой.
Э9.2.1.0	Встроенный вентилятор	Воздушное охлаждение двигателя.
Э10.2.1.0	Кожух встроенного вентилятора с вентиляционными отверстиями	Ограждение крыльчатки вентилятора и обеспечение поступления охлаждающего воздуха.
Э11.2.1.0	Лапы двигателя	Крепление двигателя к подмоторной раме.
Э1.3.1.0	Входной патрубок с фланцем	Соединение всасывающего воздуховода со спиральным кожухом.
Э2.3.1.0	Спиральный кожух	Ограждение рабочего колеса и обес-

Номер	Наименование	Функция
		печение радиальной подачи сжатого воздуха.
Э3.3.1.0	Рабочее колесо с передним и задним дисками, ступицей и лопатками	Динамическое действие лопаток на воздух для его сжатия и нагнетания
Э4.3.1.0	Сжимаемый и перемещаемый воздух	Заполнение внутреннего пространства вентилятора в виде перемещаемого и сжимаемого потока.
Э5.3.1.0	Выходной фланец	Соединение спирального кожуха с нагнетательным воздухопроводом.

Примечание. Э4.1.0 – элемент системы с системнологическим номером 4.1.0. и т.д.

Проведённые в соответствии с правилами систематизация и декомпозиция исходной системы начинают идентификацию техногенных воздействий, которая необходима при обнаружении опасностей и заключается в отождествлении элементарного компонента технического устройства с разновидностями вещества и энергии, придающими воздействиям конкретное содержание.

УДК620.9: 614.8

К.В. ЧЕРНОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

Системнологическая идентификация техногенных воздействий

Аннотация. Приводятся результаты системнологической идентификации техногенных воздействий, отождествляющей элементы системы с разновидностями вещества и энергии, которые определяют их содержание.

Ключевые слова: идентификация, вещество, энергия, преобразование, техногенное воздействие

K.V. CHERNOV, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

Systemnological identification of technogenic impacts

Abstract. The results of the systemnological identification of technogenic impacts, identifying the elements of the system with the varieties of matter and energy that determine their content, are presented.

Key words: identification, substance, energy, transformation, technogenic impact.

Идентификация техногенных воздействий заключается в отождествлении компонента технического устройства с разновидностью вещества определённого агрегатно-дисперсного состояния или с разновидностью энергии определённого конверсивного состояния, которые придают воздействиям конкретное содержание.

Предшествующие идентификации систематизация и декомпозиция исходной техногенной системы приводят к выявлению элементарных компонентов, которые принимаются источниками техногенных воздействия¹.

Элементы обладают определёнными разновидностями вещества и энергии. Технетическое вещество может быть в газообразном (Г) или парообразном (П) агрегатном состоянии, в состоянии дисперсии (Д), жидкости (Ж) или в твёрдом состоянии (Т).

Вещества или разновидности энергии относительно технетического элемента могут соответствовать разным стадиям преобразования и быть:

- нативными, возникающими при изготовлении технетического элемента (НАТ);
- порождаемыми, или генерирующимися, возникающими внутри элемента при его взаимодействиях с другими элементами (ГЕН);
- аккумулирующимися, т.е. накапливающимися в элементе (АК);
- транзитивными, т.е. проходящими через технетические элементы (ТР);
- отражаемыми технетическим элементом (ОТР).

Элементный состав технетической системы сжатия и нагнетания дутьевого воздуха с указанием наименованием разновидностей вещества и энергии, обуславливающих техногенные воздействия, представлен в следующей таблице.

Системно-логический номер		Наименование разновидностей вещества и энергии, обуславливающих техногенные воздействия
4.1.0	Опорная подмоторная рама	Вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН), электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР).
1.1.1.0	Металлический шкаф электроцита	Электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР).
Системно-логический номер		Наименование разновидностей вещества и энергии, обуславливающих техногенные воздействия
2.1.1.0	Электропроводка щита и электроаппаратура,	Энергия дефлаграции изоляции (НАТ), электрическая энергия (ТР), электромаг-

¹См. Чернов К.В. Правила систематизации и декомпозиции при идентификации техногенных воздействий.

Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии

Системно-логический номер		Наименование разновидностей вещества и энергии, обуславливающих техногенные воздействия
	включая кнопочные и автоматические выключатели, тепловое реле, магнитный пускатель, сигнальные лампы	нитная неионизирующая энергия (ГЕН), световая энергия (ГЕН).
3.1.1.0	Электрокабель	Энергия дефлаграции изоляции (НАТ), электрическая энергия (ТР), электромагнитная неионизирующая энергия (ГЕН).
1.2.1.0	Передний подшипниковый щит с большим фланцем, подшипником, сальниками и манжетой	Энергия дефлаграции материала сальников, манжеты, смазки (НАТ), термическая энергия (АК), вибрационная энергия (ГЕН/ТР), звуковая энергия (ГЕН).
2.2.1.0	Вал с концевой шпонкой	Вибрационная энергия (ГЕН), звуковая энергия (ГЕН), механическая энергия вращения (ТР).
3.2.1.0	Магнитопровод ротора с короткозамкнутой обмоткой, размещённый на валу двигателя	Магнитная энергия (ТР), электрическая энергия (ГЕН), вибрационная энергия (ГЕН), звуковая энергия (ГЕН), механическая энергия вращения (ГЕН).
4.2.1.0	Воздушный зазор между ротором и статором	Термодинамическая энергия (НАТ/АК), магнитная энергия (ТР).
5.2.1.0	Магнитопровод статора с обмоткой, размещённый в корпусе	Электрическая энергия (ТР), магнитная энергия (ГЕН), вибрационная энергия (ГЕН), звуковая энергия (ГЕН).
6.2.1.0	Корпус статора	Электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР), термическая энергия (АК), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН).
7.2.1.0	Клеммная коробка с кабельным вводом	Электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР), термическая энергия (АК), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН), световая энергия (ОТР).
8.2.1.0	Задний подшипниковый щит с подшипником, сальниками и манжетой	Энергия дефлаграции материала сальников, манжеты, смазки (НАТ), термическая энергия (АК), вибрационная энергия (ГЕН/ТР), звуковая энергия (ГЕН).
9.2.1.0	Встроенный вентилятор	Механическая энергия вращения (ТР), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН).
10.2.1.0	Кожух встроенного вентилятора с вентиляционными отверстиями	Электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР), термическая энергия (АК), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН).
11.2.1.0	Лапы двигателя	Электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР), термическая энергия

Системно-логический номер		Наименование разновидностей вещества и энергии, обуславливающих техногенные воздействия
		(АК), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН).
1.3.1.0	Входной патрубок с фланцем	Электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР), термическая энергия (АК), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН).
2.3.1.0	Спиральный кожух	Электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР), термическая энергия (АК), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН).
3.3.1.0	Рабочее колесо с передним и задним дисками, ступицей и лопатками	Механическая энергия вращения (ТР), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН).
4.3.1.0	Сжимаемый и перемещаемый воздух	Термодинамическая энергия (НАТ/АК), звуковая энергия (ТР).
5.3.1.0	Выходной фланец	Электрическая энергия при косвенном прикосновении (ТР), термическая энергия (АК), вибрационная энергия (ТР), звуковая энергия (ГЕН).

Указанные в таблице разновидности вещества и энергии придают каждому воздействию конкретное содержание и обуславливают их наименование, например, звуковая энергия определяет акустическое воздействие, а энергия дефляции – пожарное.

УДК 620.9: 614.8

К.В. ЧЕРНОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

О способности технического устройства создавать техногенные воздействия

Аннотация. Приводится математическое описание способности технического устройства создавать эффекты техногенного воздействия.

Ключевые слова: техногенез, система, компонент, техногенное воздействие, эффект воздействия.

K.V. CHERNOV, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

On the ability of a technical device to create technogenic impacts

Abstract. A mathematical description of the ability of a technical device to create technogenic effects is given.

Key words: identification, substance, energy, transformation, technogenic impact.

Эволюция биотической составляющей Универсума, т.е. биогенез, на последующей стадии антропогенеза продолжается техногенезом. Техногенез – это эволюция в области создания, применения и совершенствования технетической продукции, материализующей посредством деятельности научное знание и увеличивающих адаптационные и преобразующие способности человека. Технетическая продукция представляет собой технетические вещества, материалы, потребительскую энергию, технические устройства и сооружения, услуги и информацию.

Техногенез и каждая из стадий «жизненного» цикла технетической продукции сопровождаются и поддерживаются специфичной разновидностью антропогенной деятельности, называемой техногенной. Техногенная деятельность на некоторых стадиях цикла совпадает с научной.

Научная деятельность в области техногенеза предусматривает выработку теоретических знаний, восприятие теоретических знаний и преобразование их в прикладные, выработку или восприятие прикладных знаний и применение их для создания и совершенствования технической продукции.

Техногенная деятельность заключается в применении научных знаний к созданию и совершенствованию продукции, приложении научных знаний к выработке практических знаний для производства продукции, использование практических знаний на каждой стадии «жизненного» цикла производимой продукции.

Техногенная система исходного уровня сопринадлежности, предназначенная для производства продукции, содержит в себе антропные, технетические, биотические и абиотические компоненты, а также внешнюю среду. Антропные компоненты техногенной системы исходного уровня являются работниками. Технетические компоненты системы исходного уровня декомпозиции предстают техническими сооружениями и устройствами, преобразуемыми технетическими веществами и материалами, продукцией и отходами техногенной деятельности. Биотическими компонентами техногенной системы могут быть микро- и макроорганизмы, сопровождающие производство технетической продукции. Абиотическими компонентами техногенной системы исходного уровня

декомпозиции являются: воздушный массив над подстилающей поверхностью, на которой находятся технические сооружения и устройства; приповерхностный слой земли, в котором размещаются технетические компоненты, в частности фундаменты сооружений и устройств; сырьевые вещества и материалы, необходимые при производстве продукции и т.п. Компоненты внешней среды отображают только то, что оказывает и может оказать влияние на техногенную систему, а также находится и может оказаться под её влиянием.

Центральные компоненты техногенной системы при решении проблемы безопасности – это антропные и технетические компоненты. Главными отношениями в системе относительно центральных компонентов при раскрытии опасностей являются антропотехнетическое взаимодействие, технетические процессы и процессы антропотехнетического взаимодействия.

Антропотехнетическое взаимодействие имеет вещественное, энергетическое или сциентное содержание. Вещественно-энергетическое антропотехнетическое взаимодействие может быть представлено воздействиями. Взаимодействие составляют воздействие антропного компонента на технетический и воздействие технетического компонента на антропный. Сциентное взаимодействие воздействиями не заменяется.

Воздействие вещества и энергии технетического компонента на антропный организм, сопровождающее техногенную деятельность работника или возникающее вследствие этой деятельности, называется техногенным.

Технетический компонент является источником техногенного воздействия, а антропный – приёмником. В опосредованном воздействии участвуют компоненты-посредники, передающие вещество или энергию от источника к приёмнику. Пребывание приёмника под техногенным воздействием приводит или может приводить к определённым результатам внутри антропного компонента, т.е. к эффектам техногенного воздействия. Эффекты техногенных воздействий относятся к детерминированным и стохастическим и имеют вещественное, энергетическое и сциентное содержание.

Немецкий учёный Г. Фехнер (1801 – 1887), продолжив исследования П. Бугера (1698–1758) и Э. Вебера (1795–1878), предложил следующую формулу:

$$\Delta O = \frac{\Delta R}{R},$$

где O – величина ощущения; R – величина раздражения.

Переход от конечных приращений величин к бесконечно малым преобразует формулу в дифференциальное уравнение следующего вида:

$$dO = \frac{dR}{R}.$$

Уравнение интегрируется в пределах от начальных значений до конечных

$$\int_0^{O_R} dO = \int_{R_0}^{R_t} \frac{dR}{R},$$

где O_R – значение величины ощущения при текущем значении величины раздражения R_t ; R_0 – пороговое значение величины раздражения, не вызывающее ощущения.

Интегрирование приводит к следующему выражению

$$O_R = \ln \frac{R_t}{R_0}.$$

Распространение соотношения Г. Фехнера на определение зависимости эффекта техногенного воздействия от показателя вещественно-энергетического воздействия позволяет сформулировать математическое описание способности технического устройства создавать эффекты техногенного воздействия

$$S_{ЭТВ} = \ln \frac{R_{ТВ}}{R_{ТВ.0}}, \text{ Нп.}$$

где $S_{ЭТВ}$ – способность устройства создавать эффекты техногенного воздействия; $R_{ТВ}$ – показатель техногенного воздействия, приводящего к эффектам; $R_{ТВ.0}$ – пороговое значение показателя воздействия, соответствующее началу возникновения эффектов; Нп – единица относительной логарифмической величины, названная по фамилии шотландского математика Дж. Непера (1550 – 1617).

Показатель техногенного воздействия, приводящего к эффектам, предстаёт дозами, интенсивностью или их производными, в частности параметрами воздействия.

Способность создавать эффекты воздействия обуславливает способность технетической продукции создавать техногенные опасности.

УДК 620.9: 614.8

К.В. ЧЕРНОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

Способность технического устройства создавать детерминированные воздействия

Аннотация. Приводится методика определения способности технического устройства создавать эффекты детерминированного техногенного воздействия.

Ключевые слова: воздействие, технетические процессы, эффекты детерминированных воздействий.

K.V. CHERNOV, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

The ability of a technical device to create deterministic impacts

Abstract. The method of determining the ability of a technical device to create the effects of a deterministic technogenic impact is given.

Key words: impact, technetic processes, effects of deterministic impacts.

Способность технического устройства создавать детерминированные воздействия определяется относительно технетической системы сжатия и нагнетания дутьевого воздуха, представленной элементарным составом с указанием разновидностей вещества и энергии компонентов². Системно-логическая идентификация приводит к выявлению разновидностей энергии, обуславливающих содержание детерминированных воздействий, в том числе вибрационной, звуковой, термической, электромагнитной неионизирующей и световой энергии.

Звуковая энергия в вентиляционной установке создаётся электродвигателем, вследствие сжатия и нагнетания воздуха, преобразованием вибрационной энергии с частотой от 16 Гц и выше при контакте виброактивных компонентов с воздушным массивом.

Вибрационная энергия в вентиляционной установке создаётся магнитными силами и моментами, действующими в зазоре между ротором и статором электродвигателя; вследствие магнитострикции магнитопроводов статора и ротора электродвигателя; подшипниками электродвигателя; вследствие дисбаланса вала с ротором электродвигателя и рабочим колесом вентилятора.

Звуковая энергия в электродвигателе создаётся вследствие вращения вала с ротором, работы встроенного вентилятора. Звуковая энергия при сжатии и нагнетании создаётся при обтекании воздухом лопаток колеса и внутренних поверхностей спирального кожуха, вследствие вращения и вытеснения воздуха, резонансами полостей спирального кожуха и примыкающих воздухопроводов.

Причинами преобразования механической энергии вращения подшипников качения в вибрационную и звуковую энергию являются следующие: разностенность и овальность колец, асимметрия расположения тел качения (шариков), волнистость или износ дорожек качения, овальность шариков, асимметрия сепаратора.

Корректированный уровень звуковой мощности вентиляционной установки, указанный производителем, имеет следующее значение:

$$L_{w,A} = 103 \text{ дБА.}$$

² См. Чернов К.В. Системнологическая идентификация техногенных воздействий.

данному уровню соответствует звуковая мощность

$$W_A = 0,019953 \text{ Вт.}$$

Способность вентиляционной установки создавать эффекты техногенного акустического воздействия³

$$S_{\text{ЭТБ}}^{\text{ак}} = \ln \frac{P_{\text{ТВ}}}{P_{\text{ТВ},0}} = \ln \frac{W_A}{W_0} = \ln \frac{0,019953}{10^{-12}} = 23,717 \text{ Нп.}$$

Предельное среднеквадратичное корректированное значение виброскорости на месте эксплуатации вентилятора составляет 4,5 мм/с, пороговое – $5 \cdot 10^{-5}$ мм/с. Способность вентиляционной установки создавать эффекты техногенного вибрационного воздействия

$$S_{\text{ЭТБ}}^{\text{в}} = \ln \frac{P_{\text{ТВ}}}{P_{\text{ТВ},0}} = \ln \frac{4,5}{5 \cdot 10^{-5}} = 13,017 \text{ Нп.}$$

Носителями аккумулируемой термической энергии в вентиляционной установке являются: передний подшипниковый щит с большим фланцем, подшипником, сальниками и манжетой электродвигателя; корпус статора электродвигателя; клеммная коробка с кабельным вводом электродвигателя; задний подшипниковый щит с подшипником, сальниками и манжетой электродвигателя; кожух встроенного вентилятора с вентиляционными отверстиями электродвигателя; лапы электродвигателя; входной патрубок с фланцем вентилятора; спиральный кожух вентилятора; выходной патрубок вентилятора.

Термическая энергия в электродвигателе создаётся преобразованием электрической и магнитной энергии при электромагнитном взаимодействии статора и ротора и преобразованием механической энергии в подшипниках. Уровень допустимого нагрева электродвигателя зависит от класса нагревостойкости изоляции обмотки. Класс нагревостойкости изоляции – F с допустимой температурой 155°C.

Термическая энергия приводит к детерминированному воздействию инфракрасного излучения. Организм человека имеет приблизительно 16000 тепловых рецепторов, которые реагируют на изменение температуры. Терморецепторы располагаются в коже, во внутренних органах, дыхательных путях, скелетных мышцах и центральной нервной системе (ЦНС). Терморецепторы кожи реагируют на температуру и её изменение. При всякой совместимой с жизнью температуре внешней среды от периферических рецепторов по нервным волокнам в ЦНС поступают импульсы. Стационарные импульсы тепловых рецепторов создаются в диапазоне температур от 20 до 50°C.

Способность электродвигателя создавать эффекты техногенного воздействия инфракрасного излучения

³ См. Чернов К.В. О способности технического устройства создавать техногенные воздействия.

$$S_{ЭТБ}^{ИН.Д} = \ln \frac{P_{ТВ}}{P_{ТВ.0}} = \ln \frac{T^4}{T_0^4} = \ln \frac{(155 + 273,15)^4}{(20 + 273,15)^4} = 1,5152 \text{ Нп.}$$

Термическая энергия в вентиляторе создаётся преобразованием термодинамической энергии сжимаемого и нагнетаемого воздуха, температура которого не превышает 80°C. Способность вентилятора создавать эффекты техногенного воздействия инфракрасного излучения

$$S_{ЭТБ}^{ИН.В} = \ln \frac{P_{ТВ}}{P_{ТВ.0}} = \ln \frac{T^4}{T_0^4} = \ln \frac{(80 + 273,15)^4}{(20 + 273,15)^4} = 0,74483 \text{ Нп.}$$

Способность вентиляционной установки создавать эффекты техногенного воздействия инфракрасного излучения

$$S_{ЭТБ}^{ИН} = \ln(e^{S_{ЭТБ}^{ИН.Д}} + e^{S_{ЭТБ}^{ИН.В}}) = \ln(e^{1,5152} + e^{0,74483}) = 1,8956 \text{ Нп.}$$

Электромагнитное взаимодействие статора и ротора, а также протекание переменного тока по проводникам электрического щита и подводящего кабеля сопровождается образованием магнитного и электрического полей. Уровень техногенного воздействия электромагнитной неионизирующей энергии близок к нулевому, так как источники электромагнитного поля локализованы экранирующими оболочками.

Световая энергия создаётся сигнальной лампой щита вентиляционной установки. Зрительный колбочковый аппарат способен воспринять минимальную яркость 10^{-3} кд/м². Яркость лампы накаливания со светофильтром составляет 130 кд/м². Способность лампы создавать эффекты техногенного светового воздействия

$$S_{ЭТБ}^{СВ} = \ln \frac{P_{ТВ}}{P_{ТВ.0}} = \ln \frac{I}{I_0} = \ln \frac{130}{10^{-3}} = 11,775 \text{ Нп.}$$

Применение показателя способности технического устройства создавать эффекты техногенных воздействий даёт возможность ранжирования этих воздействий в сопоставимых единицах.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

Способность технического устройства создавать стохастические воздействия

Аннотация. Приводится методика определения способности технического устройства создавать эффекты стохастического техногенного воздействия.

Ключевые слова: воздействие, технетические процессы, эффекты стохастических воздействий.

K.V. CHERNOV, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: chernov@bjd.ispu.ru

The ability of a technical device to create stochastic impacts

Abstract. The method of determining the ability of a technical device to create the effects of a stochastic technogenic impact is given.

Key words: impact, technetic processes, effects of stochastic impacts.

Способность технического устройства создавать стохастические воздействия определяется дальше относительно технетической системы сжатия и нагнетания дутьевого воздуха, представленной элементарным составом с указанием разновидностей вещества и энергии⁴. Проведённая системнологическая идентификация приводит к выявлению разновидностей энергии, обуславливающих стохастические воздействия, среди которых термическая энергия, электрическая энергия, энергия дефлаграции.

Термическая энергия возникает в электродвигателе и вентиляторе. Термическая энергия вентиляционной установки приводит к стохастическому термоконтактному воздействию.

Способность электродвигателя создавать эффекты техногенного термоконтактного воздействия⁵ при допустимой температуре не выше 155°С

$$S_{\text{ЭТБ}}^{\text{ТК,Д}} = \ln \frac{P_{\text{ТБ}}}{P_{\text{ТБ,0}}} = \ln \frac{T}{T_0} = \ln \frac{(155 + 273,15)}{(20 + 273,15)} = 0,37879 \text{ Нп.}$$

Термическая энергия в вентиляторе создаётся преобразованием термодинамической энергии сжимаемого и нагнетаемого воздуха, темпе-

⁴ См. Чернов К.В. Системнологическая идентификация техногенных воздействий.

⁵ См. Чернов К.В. О способности технического устройства создавать техногенные воздействия.

ратура которого не превышает 80°C. Способность вентилятора создавать эффекты техногенного термодатного воздействия

$$S_{\text{ТВ}}^{\text{ТК.В}} = \ln \frac{P_{\text{ТВ}}}{P_{\text{ТВ.0}}} = \ln \frac{T}{T_0} = \ln \frac{(80 + 273,15)}{(20 + 273,15)} = 0,1862 \text{ Нп.}$$

Способность вентиляционной установки создавать эффекты техногенного термодатного воздействия

$$S_{\text{ТВ}}^{\text{ТК}} = \ln(e^{S_{\text{ТВ}}^{\text{ТК.Л}}} + e^{S_{\text{ТВ}}^{\text{ТК.В}}}) = \ln(e^{0,37879} + e^{0,1862}) = 0,98027 \text{ Нп.}$$

Электрическая энергия приводит к стохастическому электрическому воздействию переменного тока вследствие косвенного прикосновения. Косвенное электрическое прикосновение – электрический контакт работников с открытыми проводящими частями вентиляционной установки, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции. Открытые проводящие части – доступные прикосновению проводящие части установки, нормально не находящиеся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции.

Электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения, называется ощутимым. Значения ощутимого тока при частоте 50 Гц составляют 0,5 – 1,5 мА. В стандарте ГОСТ 12.1.038-82* [1] приводится значение тока, протекающего через тело человека при неаварийном режиме установки, исходя из реакции ощущения. Это значение не должно превышать 0,1 мА.

Ток, протекающий через тело работника при косвенном прикосновении, оценивается следующим значением:

$$I_h = \frac{U_f}{R_h} \cdot 1000 = \frac{380}{1000} \cdot 1000 = 380 \text{ мА.}$$

Способность вентиляционной установки создавать эффекты техногенного электрического воздействия переменного тока

$$S_{\text{ТВ}}^{\text{ЭТ}} = \ln \frac{P_{\text{ТВ}}}{P_{\text{ТВ.0}}} = \ln \frac{I_h}{I_0} = \ln \frac{380}{0,1} = 8,2428 \text{ Нп.}$$

Токоведущие части электродвигателя изолированы, при этом применяется изоляция проводов, уложенных в пазах статора, используются лакоткани. Горючими веществами являются вещества изоляции кабеля и электродвигателя. Энергия дефлаграции изоляции может приводить к пожарному воздействию, включающему ингаляционное, термодатное и светопоглощающее.

Изоляция кабеля – поливинилхлоридный (ПВХ) пластикат. Состав ПВХ пластиката: полимеризованный хлористый винил (C₂H₃Cl), пластификаторы, дифенилпропан (C₁₅H₁₆), стабилизаторы, пигментные красители, фунгициды, наполнители. Тип проводов с эмалевой изоляцией для обмоток асинхронного двигателя – ПЭТВ (П – провод, Э – эмалированный, В – термостойкий, В – высокопрочный). Лак представляет

собой раствор полиэфирной смолы, получаемой переэтерификацией полиэтилентерефталата $(C_{10}H_8O_4)_n$ в смеси органических растворителей.

В продуктах горения изоляции находятся: оксид углерода – CO, циановодород – HCN, хлороводород – HCl, могут присутствовать, кроме того, оксиды азота – N_xO_y , акролеин – CH_2CHCHO , формальдегид – CH_2O и другие.

Показатель токсичности продуктов горения материала – отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала продукты горения вызывают определенный токсический эффект: гибель 50 % подопытных животных. По показателю токсичности материалы разделяются на 4 категории: 1 категория – малоопасные с величиной показателя не менее 120 г/м³, 2 – умеренно опасные с величиной 40-120 г/м³, 3 – высокоопасные с величиной 13-40 г/м³, 4– чрезвычайно опасные с величиной не более 13 г/м³.

Кабели с ПВХ изоляций относятся к материалам третьей категории. Показатель токсичности для продуктов горения изоляции

$$H_{CL50} = 13 \text{ г/м}^3 .$$

Естественный уровень содержания оксида углерода в атмосферном воздухе – 0,00001 г/м³.

Способность вентиляционной установки создавать эффекты техногенного пожарного ингаляционного воздействия

$$S_{ЭТВ}^{П.ИИГ} = \ln \frac{P_{ТВ}}{P_{ТВ,0}} = \ln \frac{13}{0,00001} = 16,24 \text{ Нп.}$$

Минимальная температура зоны и продуктов горения электродвигателя – 1500 К. Способность вентиляционной установки создавать эффекты техногенного пожарного воздействия инфракрасного излучения

$$S_{ЭТВ}^{ИИ.Б} = \ln \frac{P_{ТВ}}{P_{ТВ,0}} = \ln \frac{T^4}{T_0^4} = \ln \frac{(1500 + 273,15)^4}{(20 + 273,15)^4} = 7,1993 \text{ Нп.}$$

Способность вентиляционной установки создавать эффекты техногенного пожарного термоконтактного воздействия

$$S_{ЭТВ}^{ТК.Б} = \ln \frac{P_{ТВ}}{P_{ТВ,0}} = \ln \frac{T}{T_0} = \ln \frac{(1500 + 273,15)}{(20 + 273,15)} = 1,7998 \text{ Нп.}$$

Показатель способности технического устройства создавать эффекты техногенных воздействий даёт возможность сравнивать эти воздействия по величине, выражаемой в сопоставимых единицах.

Литература

1. ГОСТ 12.1.038-82* Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: Изд-во стандартов, 1987, 7 с.

А.В. КЛИМЕНКО¹, д.т.н., профессор, г.н.с.,
А.Г. ТЕРЁШИН², д.т.н., в.н.сотр,
О.Е. ПРУН^{1,2}, инженер

¹Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
119049 Москва, Ленинский пр-т, 4.

²Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
111250 Москва, Красноказарменная ул., 14
НИЛ глобальных проблем энергетики,
E-mail: nilgpe@mpei.ru

Перспективы достижения углеродной нейтральности экономики России

Аннотация. Методом историко-экстраполяционного анализа исследованы возможности достижения углеродной нейтральности экономики России путем снижения выбросов парниковых газов в энергетике и повышения углеродопоглощающей способности лесов.

Ключевые слова: углеродная нейтральность, парниковые газы, энергетика, лесное хозяйство

A.V. KLIMENKO¹, D.Sc, Prof.
A.G. TERESHIN², D.Sc.,
O.E. PRUN^{1,2}

¹ National Research Technological University "MISIS",
119049 Moscow, Leninsky Ave., 4.

² National Research University "MPEI",
111250 Moscow, Krasnokazarmennaya St., 14
Global Energy Problems Laboratory,
E-mail: nilgpe@mpei.ru

Prospects for Achieving Carbon Neutrality of the Russian Economy

Abstract. The method of historical-extrapolation analysis studies the possibilities of achieving carbon neutrality of the Russian economy by reducing greenhouse gas emissions in the energy sector and increasing the carbon-absorbing capacity of forests.

Key words: carbon neutrality, greenhouse gases, energy, forestry

Несмотря на осложнившуюся геополитическую обстановку, Россия, в последние годы последовательно сокращая свое участие в различных межгосударственных программах, тем не менее, декларирует приверженность декарбонизации своей экономики. В принятой в октябре 2021 г. Стратегии низкоуглеродного развития [1] поставлена цель достичь к 2060 г. углеродной нейтральности национальной экономики, различными научными группами разработаны возможные сценарии снижения выбросов парниковых газов (ПГ) [2-4]. Настоящая работа призвана оценить реальность достижения поставленной цели с точки зрения мирового

исторического опыта и определить возможные пути решения данной задачи.

Для оценки возможностей достижения углеродной нейтральности выполнен сравнительный анализ процессов, происходящих в экономике и, прежде всего, в энергетике ряда стран – как лидеров декарбонизации (ЕС, Япония, США и Канада), так и крупнейших развивающихся экономик, находящихся только в начале пути к заявленной ими углеродной нейтральности (Китай, Индия, Турция).

В сфере энергетики для стран-лидеров характерна смена периода стабилизации удельного (на душу населения) энергопотребления его умеренным снижением, в то время как в развивающихся экономиках (куда входит и Россия) продолжается рост этого показателя. При анализе карбооемкости энергопотребления такого же явного разделения не наблюдается. У большинства стран (ЕС, США, Япония, Китай, Турция) на протяжении последних 50 лет сохраняется тенденция снижения удельных выбросов в энергетике (с трехлетней паузой в Японии, связанной с массовой остановкой АЭС после аварии на Фукусиме в 2011 г.), в Канаде они стабилизировались с 1985 года на беспрецедентно низком уровне в результате широкого использования гидро- и атомной энергии. В России стагнация этого показателя наблюдается с 2008 года на уровне едва ниже среднемирового, а энергетика Индии на всем 50-летнем интервале отличается стабильно высокими показателями в результате устойчивого преобладания угля в национальном энергетическом балансе. Характер изменений удельных выбросов ПГ на душу населения, как и следовало ожидать, в точности соответствует динамике душевого потребления энергии, основного источника ПГ, в зависимости от страны выбросы ПГ могут как уменьшаться, так и увеличиваться.

Климатическая нейтральность достигается в том случае, когда антропогенная эмиссия ПГ уравнивается биосферными стоками в землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве (ЗИЗЛХ), поэтому таким важным является соотношение этих величин. Среди больших стран Россия по этому параметру сегодня является безусловным лидером, поскольку в последнее десятилетие леса поглощали около трети объема выбросов ПГ из антропогенных источников. Важно отметить, что огромное преимущество в этой сфере, которым сейчас располагает Россия, является не постоянным, а **временным** и неизбежно будет утрачено еще до середины нынешнего столетия в результате фундаментальной трансформации национального лесного резервуара углерода.

На основе проведенного анализа разработаны два крайних сценария движения России к климатической нейтральности: оптимистический и реальный, показатели которых приведены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели сценариев декарбонизации экономики России

Показатели	Оптимистичный сценарий	Реальный сценарий
Снижение удельных выбросов ПГ	1% в год (среднее значение для развитых стран мира в 1990-2020 гг.)	0,5% в год (среднее в 1990-2020 гг. в Японии и Канаде)
Лесопользование	полное лесовосстановление после всех сплошных рубок, дополнительная фиксация CO ₂ лесами с учетом благоприятных природных изменений	Потеря стареющими лесами своей биопродуктивности, а в лесном хозяйстве невозможность эффективной борьбы с пожарами и 100 %-ного восстановления растущих площадей вырубок
Борьба с пожарами	50%-ное сокращение площади лесных пожаров к 2030 г. с сохранением этого показателя в дальнейшем	

Расчеты антропогенных выбросов и биотического нетто-стока ПГ в рамках этих двух сценариев декарбонизации приведены на рис. 1 вместе с оценками других авторов.

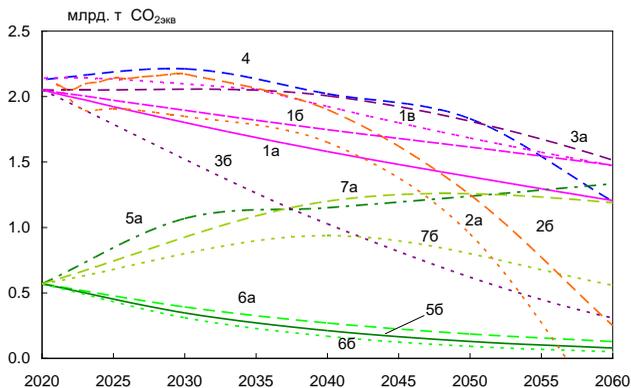


Рис. 1. Сценарии: суммарной эмиссии ПГ (без ЗИЗЛХ) – оптимистичский (1а) и реальный (16) настоящей работы, базовый (2а) и исходный (26) [4], гср4.5 (3а) и гср2.6 (36) [3] и целевой (4) [1]; нетто-стока ЗИЗЛХ – оптимистичский (5а) и реальный (5б) настоящей работы, инерционный (6а) и стратегический (6б) [2], гср4.5 (7а) и гср2.6 (7б) [3]

Выводы. Необходимыми условиями для достижения углеродной нейтральности экономики России к 2060 г. являются многолетнее снижение удельных (на душу населения) антропогенных выбросов ПГ со скоростью 1% в год, полная компенсация лесных вырубок за счет лесовосстановления с одновременным сокращением площадей лесных пожаров не менее чем на 50%, что с точки зрения мирового исторического опыта труднодостижимо.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 22-29-00680).

Литература

1. Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 29.10.2021 г. № 3052-р)
2. Шварц Е.А., Ярошенко А.Ю., Замолотчиков Д.Г., Шматков Н.М. О новой Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года // Устойчивое лесопользование. 2021. № 1 (65). С. 2–6.
3. Денисов С.Н., Елисеев А.В., Мохов И.И. Модельные оценки вклада в глобальные изменения климата в XXI в. естественных и антропогенных эмиссий CO₂ и CH₄ в атмосферу с территории России, Китая, Канады и США // Метеорология и гидрология. 2022. № 10. С. 18–32.
4. Исследование направлений и системы мер по управлению посткризисным восстановлением энергетики России. Отчет о НИР. М.: ИНЭИ РАН, 2022.

УДК 331.45

Ю.М. ОБСЯННИКОВ, ст. преподаватель

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфakovская 34
E-mail: mail@jurik-phys.net

Особенности применения прикладного программного обеспечения при подготовке бакалавров по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Аннотация. В работе обобщён опыт использования прикладного программного обеспечения для расчёта физических параметров световой среды, звукового поля на рабочих местах, который проводился в рамках написания выпускных квалификационных работ бакалавров по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность». Предлагается расширить данный опыт на исследование вопросов электробезопасности с использованием свободного программного обеспечения.

Ключевые слова: техносферная безопасность, бакалавриат, световая среда, звуковое поле, электробезопасность, прикладное программное обеспечение.

Y.M. OVSYANNIKOV, senior lecturer

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: mail@jurik-phys.net

Features of the use of application software in the preparation of bachelors in the direction 20.03.01 «Technospheric safety»

Abstract. The paper summarizes the experience of using application software for calculating the physical parameters of the light environment, the sound field at work-

places, which was carried out as part of the writing of bachelor's final qualification papers in the direction 20.03.01 "Technospheric safety". It is proposed to extend this experience to the study of electrical safety by using free software.

Key words: technosphere safety, bachelor's degree, light environment, sound field, electrical safety, application software.

Выпускники кафедры «Безопасности жизнедеятельности» Ивановского государственного энергетического университета преимущественно устраиваются работать на предприятиях машиностроительного и энергетического профилей на должность специалиста по охране труда.

Отличительными особенностями данных предприятий можно считать наличие существенных воздействий физических факторов на рабочих местах, что определяет необходимость более глубокой подготовки выпускников в данной области знания.

Для решения данной задачи в ходе написания выпускной квалификационной работы на кафедре БЖД в данный момент широко используется следующее прикладное программное обеспечение (ПО):

- DiaLUX от немецкого института прикладной светотехники (DIAL GmbH) – для расчёта системы уличного освещения и искусственного освещения внутри здания [1].

- Эко-Центр «Шум» от группы компаний «ЭКО Центр» – для расчёта уровня шума от систем вентиляции и кондиционирования зданий, от транспортных средств [2].

Возможность многовариантного расчёта систем освещения, учёт различных методов снижения уровня шума позволяет студентам более глубоко изучить особенности рассматриваемых физических факторов, наглядно сравнить эффективность рассматриваемых решений с точки зрения улучшения условий труда и жизнедеятельности.

В качестве расширения набора рассматриваемых факторов, предлагается включить в процесс обучения программное обеспечение, позволяющее моделировать электрические схемы.

Примером такого прикладного ПО может служить связка свободных программных продуктов Qucs-S [3] и Ngspice [4].

Qucs-S представляет собой удобный графический интерфейс пользователя к ряду популярных консольных утилит, непосредственно производящих моделирование электрических схем.

По-умолчанию Qucs-S предлагает использовать одну из таких утилит Ngspice, которая при моделировании электрических схем, может оперировать такими структурными элементами, как резисторы, конденсаторы, индукторы, связанные индукторы, независимые источники напряжения и тока, четыре типа зависимых источников, линии передачи без потерь и с потерями (две различных реализации), ключи, линии с равномерно распределённым затуханием, и т.д [4].

Предполагается, что применение данного ПО позволит:

- исследовать вопросы электробезопасности для различных вариантов электрических сетей (трёх и четырёх проводных трёхфазных сетей) и режимов их работы (нормального и аварийного режимов);

- изучить работу защитного заземления и зануления.

Существующие программные и аппаратные средства изучения электробезопасности уже используются в лабораторном практикуме кафедры БЖД, но данные средства характеризуются существенными ограничениями на вариативность рассматриваемых параметров электрических сетей и способов включения модели человека в цепь. Рассматриваемое ПО позволит обойти данное ограничение.

Расширение использования прикладного ПО соответствует требованиям, федерального образовательного стандарта высшего образования, утверждённый приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 25 мая 2020 г. N 680 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность" (с изменениями и дополнениями) [5], в части выработки общепрофессиональных компетенций:

- ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;

- ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Таким образом, владение навыками работы с прикладным ПО позволит не только углубить знания о воздействующих на работника факторах, способах улучшения условий труда, но и расширить собственные профессиональные компетенции.

Литература

1. DIALux Homepage. URL: <https://www.dial.de/en/dialux-desktop/download/> (дата обращения 05.02.2023).

2. ЭКО Центр. Домашняя страница. URL: <https://eco-c.ru> (дата обращения 07.02.2023).

3. Qucs-S: Quite universal circuit simulator with SPICE URL: https://github.com/ra3xdh/qucs_s (дата обращения 09.02.2023)

4. Ngspice - open source spice simulator URL: <https://ngspice.sourceforge.io> (дата обращения 11.02.2023)

5. Приказ Минобрнауки России от 25 мая 2020 года N 680 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность» (с изменениями и дополнениями).

УДК 331.45

Ю.Ю. РОГОЖНИКОВ к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: jur@bjd.ispu.ru

Разработка программного комплекса «Охрана труда+»

Аннотация. Рассмотрены основные элементы, архитектура и описание основных функций программного комплекса «Охрана труда+».

Ключевые слова: охрана труда, программный комплекс «Охрана труда+».

YU.YU. ROGOZHNIKOV, Candidate of Engineering, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: jur@bjd.ispu.ru

Development of the "Labor Protection+" software package

Abstract. The main elements, architecture and description of the main functions of the "Labor Protection+" software package are.

Key words: labor protection, application software «Labor protection+».

Программный комплекс «Охрана труда+» разрабатывается в Ивановском государственном энергетическом университете (ИГЭУ) и предназначен, в первую очередь, для автоматизации функций систем управления и организации охраны труда предприятия [1]. Программный комплекс автоматизирует операции по следующим направлениям:

- медицинские осмотры и охрана здоровья (планирование, контроль проведения и учет результатов медицинских осмотров; контроль льгот, компенсаций за работы во вредных условиях труда; ведение перечня работ повышенной опасности; формирование списка контингентов, регистрация актов о случаях профессиональных заболеваний и др.);

- несчастные случаи и происшествия (регистрация несчастных случаев (НС), формирование первичной отчетной документации; формирование комиссии по расследованию НС; проведение расследования НС по регламентированной процедуре; контроль сроков расследования и полноты представленной документации и др.);

- специальная оценка условий труда (учёт результатов и контроль проведения специальной оценки условий труда (СОУТ); формирование рабочих мест; формирование карты СОУТ; комплексная оценка состояния условий труда на рабочем месте; формирование отчетности и др.);

- промышленная безопасность (учёт опасных производственных объектов, оборудования; учёт договоров обязательного страхования гражданской ответственности; формирование сообщения об аварии, инциденте; подготовка отчетности в Ростехнадзор и др.);

- пожарная безопасность (учёт объектов защиты, пожарной техники и оборудования, систем защиты, лиц ответственных за пожарную безопасность (ПБ); контроль сроков технического обслуживания средств пожаротушения; планирование и контроль за выполнением мероприятий; учёт проведения противопожарных тренировок и обучения работников по ПБ; учёт и контроль затрат на мероприятия по ПБ и др.);

- спецодежда и средства индивидуальной защиты (формирование норм бесплатной выдачи СИЗ, внутреннего заказа; контроль сроков носки; ведение учета с процентом износа; формирование «Личной карточки учёта выдачи СИЗ» и др.).

Программный комплекс «Охрана труда+» реализуется посредством программной среды «Диагностика+» [2], разработанной в ИГЭУ. Архитектура программного комплекса «Охрана труда+» включает в себя следующие элементы:

- подсистему пользователя;
- подсистему администратора (разработчика);
- подсистему интеграции с внешними системами.

Работа пользователей с программным комплексом осуществляется посредством сети интернет. Функции пользователя реализованы в виде веб-приложения и выполняются на сервере в сценариях с постоянным подключением. На сервере размещаются следующие компоненты программного и информационного обеспечения:

- веб-сервер подсистемы пользователя;
- ядро экспертной системы;
- база данных;
- база знаний.

Ядро экспертной системы содержит машину вывода, интерпретатор языка описания правил и систему формирования протоколов. На компьютерах пользователей должны быть установлены только веб-браузер и MS Office или LibreOffice для просмотра сформированных системой документов/протоколов. Количество рабочих мест и пользователей системы не ограничено. Подсистема администратора (разработчика) представляет двухуровневую систему: на сервере – система управления базами данными (СУБД) и сами базы данных (БД); на клиенте – насыщенные windows-приложения. Подсистема интеграции предназначена для обмена данными с внешними системами. На сервере баз данных размещены базы данных и знаний, работающие под управлением свободно распространяемой СУБД Firebird. База данных содержит следующие элементы:

- информационные объекты;
- деревья объектов с соответствующей иерархией;
- связи объектов с экспертизами;
- типовые запросы для выполнения выборок из базы данных.

База знаний представляет собой базу данных с множеством отдельных знаний для конкретного операционного направления, и каждая такая база знаний содержит следующие элементы:

- параметры экспертиз;
- описание информационной зоны экспертиз;
- правила продукций;
- шаблоны протоколов/документов;
- библиотеку общих функций.

Подсистема пользователя обеспечивает следующие действия:

- ведение данных по разным операционным направлениям;
- учёт данных различных объектов и их контроль;
- представление всех данных в иерархическом и табличном видах;
- просмотр истории изменений;
- проведение экспертиз;
- формирование протоколов;
- редактирование и печать протоколов/документов в формате MS Office и LibreOffice;
- контроль правильности введённых данных;
- формирование произвольных выборок из БД (OLAP-система) и построение по ним диаграмм и графиков.

Работа пользователя с системой осуществляется посредством веб-браузера. Для входа в систему необходимо ввести «Имя пользователя» и «Пароль». При входе в систему загружается страница приложения, на которой пользователь завершил последний сеанс работы. В окне браузера выделяются фрейм меню (меню) и рабочий фрейм (рабочая область, рабочее окно). В меню отображается имя пользователя, список деревьев доступа к функциям подсистем, основные ссылки для работы с системой, область выполненных экспертиз. Рабочая область зависит от типа страницы. Навигация по функциям системы осуществляется с помощью главного дерева доступа. Если в структуре предприятия имеются филиалы, то существует возможность их отображения в структуре главного дерева.

Литература

1. Рогожников, Ю.Ю. Автоматизация функций систем управления и организации охраны труда / Ю.Ю. Рогожников // Материалы Международной научно-технической конференции "Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологий"(XXI Бенардосовские чтения), посвященной 140-летию изобретения сварки Н. Н. Бенардосом, 2-4 июня / в 3 т. ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина", Академия электротехнических наук Российской Федерации ; [редкол. : С. В. Тарарькин и др.]. Иваново. 2021. Т. 1: Электроэнергетика. С. 146-149.

2. «Система оценки состояния электротехнического оборудования «Диагностика+» [Электронный ресурс]. – Иваново: ИГЭУ, 2023. – Режим доступа: <https://transform.ru/diagnostika.shtml>, свободный. – Загл. с экрана.

УДК 378.22

Ю.Ю. РОГОЖНИКОВ к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: jur@bjd.ispu.ru

К вопросу подготовки выпускных квалификационных работ обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» в формате «Стартап как диплом»

Аннотация. Рассмотрены аспекты подготовки и защиты выпускных квалификационных работ обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» в формате «Стартап как диплом».

Ключевые слова: стартап, стартап-проект, паспорт стартап-проекта, выпускная квалификационная работа (ВКР), направление подготовки «Техносферная безопасность».

YU.YU. ROGOZHNIKOV, Candidate of Engineering, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: jur@bjd.ispu.ru

On the issue of preparation of final qualifying works of students in the direction of «Technosphere security» in the format of «Startup as a diploma»

Abstract. Aspects of preparation and protection of final qualifying works of students in the direction of «Technosphere security» in the format of «Startup as a diploma» are considered.

Key words: startup, startup project, passport of a startup project, final qualifying work, the direction of training «Technosphere safety».

Концепция программы «Стартап как диплом» сформулирована в методических рекомендациях [1] Минобрнауки России, в которых обозначены основные моменты, касающиеся требований, критериев, структуры выпускной квалификационной работы (ВКР) и корректировки локальных нормативных актов образовательной организации. В [1] под понятием «стартап» («стартап-проект») понимается бизнес-проект, который направлен на создание нового продукта, технологии или услуги (продуктовой инновации), обладающий потенциалом/перспективами коммерциализации и масштабирования, разработанный и реализуемый в условиях неопределенности в конкурентной среде.

Разработчик стартап-проекта должен обладать компетенциями в профессиональной области проекта и соответствующими бизнес-

компетенциями. Успешные стартап-проекты, как правило, запускаются людьми, которые обладают исчерпывающими знаниями в своей профессиональной области, предпринимательским, проектным и инновационным мышлением. Объём и качество таких знаний достигается, в основном, через много лет профессиональной работы.

Для реализации ВКР в формате «Стартап как диплом» в образовательной организации должна быть создана соответствующая экосистема [1], направленная на развитие практик сопровождения обучающихся, формирование компетенций, необходимых для развития предпринимательского и проектного мышления. У студентов, участвующих в предпринимательской деятельности по развитию университетского стартапа, появляется возможность взять академический отпуск [2], если студент не может одновременно осваивать образовательную программу.

В Ивановском государственном энергетическом университете (ИГЭУ) такая экосистема начала формироваться, благодаря успешно реализованной в 2022 году акселерационной программе «ProEcology» поддержки проектных команд и студенческих инициатив для формирования инновационных продуктов в рамках реализации федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации». По результатам реализованной акселерационной программы «ProEcology» было представлено 75 стартап-проектов. Ряд стартап-проектов были разработаны до уровня MVP (минимально жизнеспособного продукта). В частности, студентами, обучающимися по направлению «Техносферная безопасность», были представлены следующие стартап-проекты:

- информационная система учёта расследования происшествий, несчастных случаев, аварий («ИСУ НС»);
- информационная система учёта спецодежды, средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств («ИСУ СИЗ»);
- информационная система учёта специальной оценки условий труда («ИСУ СОУТ»);
- информационная система учёта медицинских осмотров («ИСУ МО»);
- центр охраны труда.

Паспорта стартап-проектов содержали описание следующей информации:

- название стартап-проекта;
- команда стартап-проекта;
- технологическое направление;
- описание стартап-проекта;
- актуальность стартап-проекта;
- технологические риски;
- потенциальные заказчики;
- бизнес-модель стартап-проекта;

- обоснование идеи технологическому направлению;
- объём финансового обеспечения;
- предполагаемые источники финансирования;
- оценка потенциала «рынка» и рентабельности проекта;
- календарный план стартап-проекта;
- предполагаемая структура уставного капитала компании.

Подготовка ВКР включает комплексное описание разработанного стартап-проекта с фиксацией этапов его разработки. Для защиты выполненной работы обучающемуся необходимо продемонстрировать уровень подготовленности к самостоятельной профессиональной деятельности по направлению «Техносферная безопасность», а также показать знания и навыки предпринимателя. Для оценки бизнес-компетенций выпускника в состав аттестационной комиссии, кроме специалистов предметной области должны входить представители предпринимательского сообщества и потенциальные инвесторы. Состав комиссии регламентируется локальным нормативным актом образовательной организации [1].

Стоит отметить, что сама идея развития предпринимательских компетенций выпускника не так уж и нова. В частности, до массового перехода отечественного высшего образования от специалитета к бакалавриату и магистратуре, в дипломном проектировании, для всех технических специальностей ИГЭУ, были обязательными два раздела: «Безопасность и экологичность проекта» и «Экономическая часть». Для консультирования по этим разделам закреплялись консультанты-специалисты и выделялись необходимые часы. На этапе защиты дипломного проекта в состав комиссий входили также специалисты по безопасности и экономическим вопросам.

В ИГЭУ в мае 2023 года стартует очередная акселерационная программа «ЭнергоГрад», которая продлится до конца декабря 2023 года. В рамках акселерационной программы по направлению «ГрадoБезопасность» заявлены для разработки стартап-проекты в областях обеспечения пожарной безопасности, промышленной безопасности, охраны труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях. Студенты, работая над своими проектами, погружаются в предпринимательство и при желании смогут сформировать ВКР и защитить диплом в форме стартап-проекта.

Литература

1. Письмо Минобрнауки России от 29.09.2022 N МН-11/3030 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями для образовательных организаций высшего образования по формированию экосистемы, направленной на развитие практик сопровождения обучающихся при подготовке и защите выпускных квалификационных работ в формате «Стартап как диплом»).

2. «Методические рекомендации об организации предоставления академического отпуска обучающимся в целях создания университетского стартапа» (утв. Минобрнауки России 14.09.2022) // Официальные документы в образовании, № 32, 2022.

УДК 613.6.02

Е.А. ПЫШНЕНКО, к.т.н.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: elearp@yandex.ru

Особенности оценки профессионального риска при выполнении работ с повышенной опасностью

Аннотация. Рассмотрены критерии отнесения видов производственной деятельности к категории работ с повышенной опасностью и особенности оценки профессионального риска в условиях отсутствия единых требований безопасности для таких работ.

Ключевые слова: профессиональный риск, работы с повышенной опасностью.

E.A. PISHNENKO, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: elearp@yandex.ru

Features of professional risk assessment when performing work with increased danger

Abstract. The criteria for assigning types of production activities to the category of work with increased danger and the features of assessing occupational risk in the absence of uniform safety requirements for such work are considered.

Key words: professional risk, work with increased danger.

Работы с повышенной опасностью – работы, за исключением аварийных ситуаций, до начала выполнения которых необходимо осуществить ряд обязательных организационных и технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работников при выполнении этих работ. К работам с повышенной опасностью относятся работы, при выполнении которых имеется или может возникнуть производственная опасность вне связи с характером выполняемой работы.

При производстве указанных работ, кроме обычных мер безопасности, необходимо выполнение дополнительных мероприятий, разрабатываемых отдельно для каждой конкретной производственной операции. К таким мероприятиям можно отнести, в частности, оформление наряда-допуска, информирование о требованиях безопасности при выполнении работ.

Формальное определение понятия “работы с повышенной опасностью”, можно найти в ГОСТ 12.0.004-2015 [1]. Согласно этому документу, к опасным видам работ относятся те из них, которые характеризуются следующими признаками:

1. Работы выполняются в условиях непрерывного или периодического действия опасных факторов, либо в зонах, где наличие такого влияния является возможным.

2. Влияние таких факторов не имеет непосредственной связи с характером производимой работы;

3. В целях сохранения здоровья и работоспособности исполнителя перед началом выполнения работ необходимо сформировать и реализовать комплекс мероприятий, направленных на обеспечение его безопасности.

В ГОСТ 12.0.004-2015 к работам повышенной опасности отнесены виды деятельности, которые осуществляются в условиях, относящихся к вредным или опасным.

Наличие и состав таких условий определяются согласно Федеральному закону N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 г. Этот документ уточняет, что для целей определения характера работ рассматриваются два основных вида негативных факторов: факторы, характеризующие состояние производственной среды, в условиях которой работник выполняет свои обязанности, и факторы, характеризующие особенности трудового процесса на данной должностной позиции [3].

С 1 января 2021 года было отменено положение Минэкономки ПОТ РО 14000-005-98 «Работы с повышенной опасностью. Организация проведения» от 19.02.1998. В настоящее время отсутствуют общие правила для работ с повышенной опасностью, и соответственно, единый подход к оценке профессионального риска при их выполнении. Поэтому для каждого вида работ применяются требования из отраслевых правил по охране труда, в соответствии с которыми разрабатывают документы, включающие перечень работ с повышенной опасностью и порядок их проведения, которые затем утверждаются приказом работодателя.

Еще до начала выполнения работ с повышенной опасностью необходимо учесть результаты оценки рисков. Результаты оценки рисков оформляются в виде карты оценки рисков и доводятся до работников, разработчиков планов производства работ и выдающих наряд.

Виды профессиональной деятельности, при осуществлении которой выполняются работы с повышенной опасностью можно объединить в несколько основных групп [3]:

- земляные и демонтажные работы;
- монтаж и строительство;
- ремонтные работы;
- транспортировка грузов повышенного веса или объема;
- сварочные работы;
- работы с сосудами под давлением;
- работы, выполняемые с применением агрессивных, сильнодействующих или иных опасных химических соединений;

- работы по обслуживанию электрооборудования на линиях электропередач (ЛЭП);
- работы, связанные с опасностью возникновения пожара или взрыва, в том числе с использованием газового оборудования;
- работы на теплосетях.

В частности, производимые при обслуживании электрооборудования на ЛЭП работы на высоте можно отнести к категории опасных, если они проводятся: без применения инвентарных лесов или подмостей, с применением систем канатного доступа; на нестационарных рабочих местах; в охранных зонах сооружений или коммуникаций, без защитных ограждений, с применением удерживающих, позиционирующих, страховочных систем или систем канатного доступа; на дымовых трубах, на крышах зданий с уклоном и без уклона, при отсутствии ограждений по их периметру, а также, если высота ограждения менее 110 м [4]. И для таких видов работ необходимо проведение идентификации опасных воздействий и оценки профессионального риска.

Литература

1. ГОСТ 12.0.004-2015 "Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения".
2. Работы повышенной опасности // Кадровое дело [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kdelo.ru/art/385287-raboty-povyshennoy-opasnosti-18-m8?ysclid=lfedcodz89373191580>. – Загл. с экрана.
3. М.А. Елагина. На какие группы делят работников при работе на высоте // Справочная система «Промбезопасность» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://1prombez.ru/#/document/86/428006/bssPhr175/?of=copy-5e4a34a33f>. Загл. с экрана.
4. Работы повышенной опасности // Справочник специалиста по охране труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trudohrana.ru/article/103264-qqq-17-m1-10-01-2017-raboty-povyshennoy-opasnosti?ysclid=lfecvsv596j466383387>. – Загл. с экрана.

УДК 613.6.02

Е.А. ПЫШНЕНКО, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: elearp@yandex.ru

Специфика учета микроповреждений и микротравм на предприятиях

Аннотация. Рассмотрены вопросы организации учета микротравм на предприятии и проанализирован алгоритм действий для реализации процедуры учета микроповреждений.

Ключевые слова: микротравма, расследование и учет микроповреждений, мероприятия по охране труда.

E.A. PISHNENKO, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: eleanp@yandex.ru

Specifics of accounting for micro-injuries and microtraumas at enterprises

Abstract. The issues of the organization of microtrauma accounting at the enterprise are considered and the algorithm of actions for the implementation of the micro-injury accounting procedure is analyzed.

Key words: microtrauma, investigation and accounting of micro-injuries, labor protection measures.

Учет микротравм на производстве является важным компонентом риск-ориентированного подхода к выполнению требований охраны труда. Микрповреждения - это индикатор скрытой опасности, игнорирование которой может привести к несчастному случаю.

С 01.03.2022 г. вступил в силу Приказ Минтруда № 632н [1]. Данный документ в первую очередь направлен на реализацию новой редакции статьи 226 Трудового кодекса Российской Федерации в части учета микротравм и выявления причин их вызвавших.

Согласно п.2 приказа ведение учета микротравм – обязанность работодателя, направленная на повышение эффективности в проведении системных мероприятий по управлению профессиональными рисками, связанных с выявлением опасностей, оценкой и снижением уровней профессиональных рисков, обеспечением улучшения условий и охраны труда.

В качестве микротравм можно рассматривать повреждения организма человека (ссадины, кровоподтеки, ушибы мягких тканей, поверхностные раны и другие повреждения), которые могут привести к частичному ограничению его трудоспособности.

Для реализации учета предприятию необходимо осуществить сбор информации и зарегистрировать факты о микрповреждениях. Процедуру сбора информации на предприятии определяет сам работодатель с учетом собственной специфики, с применением современных технологий обработки и хранения информации.

Организация учета микротравм на предприятии предполагает проведение следующих мероприятий:

1. Утверждение локальным нормативным актом порядка учета микрповреждений (микротравм) работников с учетом особенностей организационной структуры предприятия, специфики и характера деятельности с учетом мнения представительного органа работников (при его наличии);
2. Организация ознакомления должностных лиц с порядком учета микротравм;
3. Организация информирования работников о действиях при получении микрповреждений;

4. Организация рассмотрения обстоятельств, выявление причин, приводящих к микротравмам работников, и фиксация результатов;

5. Оформление справки о рассмотрении обстоятельств и причин, приведших к их возникновению;

6. Обеспечение доступности в организации (структурных подразделениях) бланка указанной справки в электронном виде или на бумажном носителе;

7. Организация регистрации произошедших микротравм в журнале учета микроповреждений работников;

8. Определение места и сроков хранения справки и журнала.

Рекомендованный срок хранения этих документов составляет не менее 1 года.

Для реализации процедуры учета микроповреждения (микротравмы) работника необходимо сформировать следующий алгоритм действий:

1. Начальным сигналом к установлению (определению причин) микротравмы является обращение пострадавшего к своему руководителю или его представителю. Если работник сначала обратился в медицинскую организацию, то сразу после оказания медицинской помощи он должен оповестить о случившемся своего непосредственного руководителя.

2. Руководителю работника после получения информации о произошедшем требуется убедиться в том, что пострадавшему оказана необходимая первая помощь и (или) медицинская помощь.

3. Далее руководитель работника должен проинформировать любым общедоступным способом специалиста по охране труда (или иное уполномоченное лицо, назначенное ответственным за организацию расследования микротравм) о микроповреждении работника.

4. Специалист по охране труда (или иное уполномоченное лицо, назначенное ответственным за организацию расследования микротравм) в течение 3 календарных дней должен рассмотреть обстоятельства и причины, приведшие к возникновению микроповреждения (микротравмы).

5. Для достижения целей по установлению причин и обстоятельств случившегося, специалист по охране труда (или уполномоченное лицо, назначенное ответственным за организацию расследования микротравм) запрашивает объяснения от пострадавшего работника; проводит осмотр места происшествия; привлекает при необходимости для рассмотрения руководителя пострадавшего работника; опрашивает очевидцев.

6. Пострадавший работник имеет право на личное участие, либо через своих законных представителей, в рассмотрении причин и обстоятельств произошедшего. К рассмотрению и озناкомлению с результатами также допускаются представители выборного органа первичной профсоюзной организации (при наличии).

7. Специалист по охране труда (или уполномоченное лицо) по результатам проведенного рассмотрения причин и обстоятельств микроповреждения (микротравмы) работника составляет справку; производит

регистрацию микротравмы в журнал; формирует мероприятия по устранению причин, приведших к возникновению случившегося.

При подготовке перечня соответствующих мероприятий специалисту по охране труда (или уполномоченному лицу) рекомендуется учитывать обстоятельства получения микроповреждения, включая используемое оборудование, инструменты, материалы и сырье, приемы работы, условия труда, и возможность их воспроизведения в схожих ситуациях или на других рабочих местах; организационные недостатки в функционировании системы управления охраной труда; физическое состояние работника в момент получения микроповреждения (микротравмы); меры по контролю; механизмы оценки эффективности мер по контролю и реализации профилактических мероприятий.

Литература

1. Приказ Минтруда от 15.09.2021 №632н «Об утверждении рекомендаций по учету микроповреждений (микротравм) работников»

УДК 613.6.02

Е.А. ПЫШНЕНКО, к.т.н., доцент,
О.С. КОСТЮК, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: elearp@yandex.ru, olya.kostyuk.02@mail.ru

Аспекты использования биолюминесцентных тест-систем для мониторинга безопасности компонентов окружающей среды

Аннотация. Рассмотрены аспекты применения биолюминесцентных тест-систем для мониторинга безопасности компонентов окружающей среды.

Ключевые слова: биолюминесценция, мониторинг, тест-система, окружающая среда.

E.A. PISHNENKO, Candidate of Engineering, assistant professor
O.S. KOSTYUK, student

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: elearp@yandex.ru, olya.kostyuk.02@mail.ru

Aspects of the use of bioluminescent test systems for monitoring the safety of environmental components

Abstract. Aspects of the application of bioluminescent test systems for monitoring the safety of environmental components are considered.

Key words: bioluminescence, monitoring, test system, environment.

Биолюминесценция (с греч. «bios» – жизнь, лат. «lumen» – свет и «escent» – суффикс, означающий слабое действие) – это широко распространенное явление в окружающем нас мире, которое представляет собой видимое простым глазом свечение живых организмов различного уровня организации живой материи.

Научные основы биолюминесценции заложил Роберт Бойль. Изучение механизмов органического свечения продолжил Рафаэль Дюбуа, который выделил две фракции, ответственные за возникновение света в присутствии кислорода. Белковую составляющую, которая теряла активность при нагревании (как ферменты), он назвал люциферазой, а термостойчивую низкомолекулярную – люциферин.

Свечение обеспечивается за счет способности живых микроорганизмов выделять энергию в форме света, в том числе в ходе определенных химических реакций. Все растительные, животные и бактериальные клетки, в том числе дрожжи и плесень, содержат аденозинтрифосфат (АТФ). При контакте АТФ с ферментами люциферин/люцифераза происходит выделение света [1].

По современным оценкам, существует около 30 различных биолюминесцентных систем, но на данный момент известны структуры только семи природных люциферинов, последняя из которых была расшифрована 25 лет назад.

Для решения задач мониторинга безопасности компонентов окружающей среды необходимы быстрые и удобные методы анализа токсичности веществ. Биолюминесцентный анализ стал в настоящее время одним из перспективных экспресс-методов биологического мониторинга окружающей среды.

Биолюминесценция бактерий является одной из разновидностей хемилюминесцентной реакции, для осуществления которой необходимы восстановленный мононуклеотид, кислород, длинноцепочечный альдегид и фермент – люцифераза, а конечными продуктами являются жирная кислота, вода и видимый свет.

Свечение бактерий в благоприятных условиях довольно яркое, в слегка затемненном помещении его хорошо видно невооруженным глазом. Бактериальная биолюминесценция обладает высокой чувствительностью к действию различных ингибиторов биологической активности (промышленных ядов, инсектицидов, пестицидов, отравляющих веществ) [2].

Биотесты на светящихся бактериях позволяют количественно оценить токсичность и часто превосходят известные биотесты с применением, например, инфузорий, дафний, по быстрдействию, точности, чувствительности и простоте, что позволяет контролировать одновременно значительное число токсичных веществ.

Методы люминесцентного бактериального теста широко распространены во всех развитых странах в качестве первичного быстрого и количественного лабораторного теста на химическую токсичность и безопасность проб воды и водных вытяжек из различных объектов окружающей

среды. Тест-системы используют для мониторинга загрязнения природных водных источников, промышленных стоков и почв.

В основе этих методов лежит изменение интенсивности люминесценции биопрепаратов после воздействия того или иного анализируемого вещества. Концентрацию анализируемого вещества определяют, измеряя параметры излучения.

Для проведения биолюминесцентного тестирования применяются бактерии двух родов: *Photobacterium* и *Vibrio* (*P.phosphoreum*, *P. leiognathi*, *V.fischeri*, *V.harveyi*).

В России в качестве тест-объекта используются препараты лиофилизированных люминесцентных бактерий или ферментные системы из этих бактерий серии «Эколюм». Биосенсор на их основе обладает очень широким спектром действия на разнообразные химические соединения: тяжелые металлы, пестициды, фенолы, углеводороды и т.д. Сущность метода основана на тушении свечения бактерий загрязнителями различной природы. Уменьшение интенсивности свечения пропорционально токсическому эффекту. Критерием токсического действия является изменение величины интенсивности биолюминесценции тест-объекта в исследуемой пробе по сравнению с контрольной пробой, не содержащей токсических веществ. Количественная оценка параметра тест-реакции выражается в виде безразмерной величины - индекса токсичности.

На эффекте биолюминесценции при контакте АТФ с ферментами люциферин/люцифераза основано действие прибора под названием АТФ-люминометр, который измеряет силу свечения, определяя степень биологического загрязнения образца.

Лабораторией биолюминесцентных биотехнологий Сибирского федерального университета совместно с ИБФ СО РАН создан целый ряд интегральных экспресс-методов для оценки токсичности почвы, воздуха, воды или снега. В них используется биферментная система бактерий, состоящая из люциферазы и оксидоредуктазы. Анализ интенсивности свечения такой системы после добавления в образец позволяет делать выводы о степени его загрязненности [3].

Литература

1. **Деева А.** Микроскопическое свечение космического масштаба. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biomolecula.ru/articles/mikroskopicheskoe-svechenie-kosmicheskogo-masshtaba?ysclid=18ikomfqzn160776302>, свободный. – Загл. с экрана.
2. **Родичева Э.К., Кузнецов А.М., Медведева С.Е.** Биолюминесцентные биотесты на основе светящихся бактерий для экологического мониторинга // Вестник ОГУ. № 5. 2004. С. 96–99. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/biolyuminescentnye-biotesty-na-osnove-svetyaschihsya-bakteriy-dlya-ekologicheskogo-monitoringa/viewer>, свободный.- Загл. с экрана.
3. **Ямпольский И., Дубинный М.** Биолюминесценция: возрождение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biomolecula.ru/articles/bioluminescentsiia-vozrozhdenie>, свободный. - Загл. с экрана.

СЕКЦИЯ 15.

«ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА»

УДК 378.14.014.13

Н.Л. БАБИКОВА, к.т.н., доцент

Уфимский университет науки и технологии, кафедра электромеханики
450076 г. Уфа. Ул. З.Валиди, 32
E-mail: nat.16.01@mail.ru

Актуальность дополнительного образования в области профессионального самоопределения молодёжи

Аннотация. В работе приведены результаты анализа влияния дополнительного образования на профессиональное самоопределение молодых людей в сфере электроэнергетики.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение, дополнительная общеобразовательная программа, электроэнергетика

N.L. BABIKOVA, Ph.D., Associate Professor

Ufa University of Science and Technology, Department of Electromechanics
450005. Ufa. st. Z.Validi, 32
E-mail: nat.16.01@mail.ru

The relevance of additional education in the field of professional self-determination of youth

Annotation. The paper presents the results of an analysis of the impact of additional education on the professional self-determination of young people in the electric power industry.

Key words: professional self-determination, additional general education program, electric power industry

Человечество не может существовать, не потребляя электроэнергию. В ближайшие годы электроэнергетике предстоит масштабная модернизация генерирующих мощностей, переход на цифровые технологии и развитие распределенной и возобновляемой энергетики. Поэтому возникает вопрос: «Достаточно ли хорошо обеспечена отрасль квалифицированными инженерными и техническими кадрами?» Работодатели отвечают по-разному: одни считают, что квалифицированных кадров достаточно, другие, что существует дефицит. Однако все сходится в том, что в настоящее время увеличивается запрос к специальным навыкам и знаниям специалистов, чтобы не пасовать при решении нестандартных и новых задач. Поэтому уже в школьном возрасте обу-

чающимся следует уметь находить эффективные решения, проводить исследования и моделировать процессы.

Профессиональное самоопределение начинается со школьной скамьи. Во время обучения в школе большинство из нас задают впервые себе вопрос «Кем быть?» и «Каким быть?» и не всегда имеют ответы на поставленные вопросы из-за недостаточности необходимой информации, которая бы исходила не только от учителей школы, но и от преподавателей и студентов профильных высших учебных образовательных учреждений, от специалистов, работающих в интересующих сферах деятельности. Поэтому внедрение нового поколения Федеральных Государственных Образовательных Стандартов (ФГОС) общего образования призвано более широко развивать готовность школьников к профессиональному самоопределению. Такая готовность, в терминах новых стандартов, является своеобразным синтезом ряда личностных, метапредметных и предметных результатов образования, достижение которых предусматривает ФГОС. Для ее достижения Стандартами предусмотрен ряд направлений, среди которых - сотрудничество с базовыми предприятиями и учреждениями дополнительного образования (в том числе на базе учреждений высшего образования).

Одной из приоритетных задач, направленных на проведение профориентационных мероприятий, является информирование и консультирование школьников по вопросам профессионального самоопределения и профессионального выбора. Но решение поставленной задачи нередко осложняется из-за сохранившейся слабой вовлеченности работодателей в профориентационную деятельность (особенно в систему работы со школьниками). Даже в тех субъектах федерации, где взаимодействие системы образования и «реальной сферы» уже приобретает масштабный и систематический характер, оно все еще происходит в значительной степени по принципу «проб и ошибок», в форме совместных попыток создать базисные условия для дальнейшей работы и совместно обрисовать механизмы совместной работы. Поэтому, приоритетная задача текущего этапа связана с развитием механизмов и инструментов непрерывного сопровождения профессионального самоопределения обучающихся, с вовлеченностью как работодателей, так и преподавателей-практиков вузов соответствующих направлений.

Работа по профессиональному самоопределению в России осуществляется в форме поэтапного и непрерывного формирования и развития общих и профессиональных компетенций на основе личных возможностей и потребностей. В этой связи все более актуальными становятся вопросы оказания помощи обучающимся в выборе профессии, в поиске ресурсов для самостоятельного формирования собственного образовательно-профессионального формата, а также обучение способам использования этих ресурсов.

Система профессиональной ориентации – это организованная, управляемая деятельность различных государственных и обществен-

ных организаций, предприятий, учреждений и школы, направленная на совершенствование процесса профессионального и социального самоопределения школьников в интересах личности и общества в целом. Составляющими системы могут быть учреждения системы дошкольного образования (детские сады, центры раннего развития); образовательные организации, реализующие программы начального, общего и среднего образования; учреждения системы среднего профессионального и высшего образования; предприятия; общеобразовательные организации; службы занятости населения; семья.

Наиболее эффективной формой реализации дополнительных образовательных программ является взаимодействие между школой (профильными классами), вузом (выпускающими кафедрами) предприятием, обеспечивающим трудоустройство выпускников вузов. В рамках этого взаимодействия происходит более тесное сотрудничество, т.к. университет, являясь посредником между школой и предприятием, может более точно и отчетливо видеть потребности предприятий региона в кадрах и заниматься вопросами профессионального самоопределения и развития научно-технического творчества и инновационной деятельности будущих электроэнергетиков со школьной скамьи. Помимо того, в условиях современного развития школьного образования существует проблема, связанная с образовательной неуспешностью обучающихся. Неуспешность становится серьезной причиной на пути дальнейшего продвижения, проявления способностей, выявления интереса к будущей профессиональной деятельности. Важным фактором, а также ресурсом и поддержкой на пути преодоления этого барьера может стать дополнительное образование. Не вызывает сомнения, что в ряде ситуаций дополнительные образовательные программы, реализуемые в высших учебных заведениях, приводят к заинтересованности обучающихся в творческой деятельности (научной, исследовательской, проектной), а, следовательно, и дают толчок к проявлению интереса к профессиональному самоопределению.

На сегодняшний день допобразование ориентировано на ранее выявление и поддержку талантливых и способных детей как в науке, так и в технике, искусстве и спорте (Университет «Сириус», Технопарк «Кванториум»). Деятельность подобных организаций направлена на стимулирование научно-технического, инженерного и технологического творчества с талантливыми и одаренными детьми в мегаполисах.

Но неуспешные школьники, в том числе из сельской местности, или небольших городов и городских поселений не являются объектом внимания в системе допобразования. И в этом случае мало кто задумывается о том, какими специалистами они будут и в чем смогут проявить свой талант и свои способности. Поэтому следует рассматривать ДОП как важный ресурс преодоления образовательной неуспешности обучающихся, проявление интереса к их жизни, учебе и профессиональному самоопределению как со стороны вузов, так и со стороны предприятий реального сектора экономики.

УДК 620.9:94(470)"1941/1945":930

Г.А. БУДНИК, д.и.н., профессор
Т.Б. КОТЛОВА, д.и.н., профессор
Т.В. КОРОЛЕВА, к.и.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: ktb@ispu.ru, budnik@iif.ispu.ru, kor_tv@mail.ru

Вклад энергетиков в оборону страны в годы Великой Отечественной войны: историографический аспект

Аннотация. В статье анализируется историография по малоизученной проблеме создание и эксплуатация системы электрозаграждений под Москвой, Ленинградом, Сталинградом, Курском и в ряде других мест в годы Великой Отечественной войны. Сделан вывод о роли энергетиков в обороне СССР.

Ключевые слова: Великая Отечественная война, СССР, электроэнергетика, электрозаграждения, историография

G.A. BUDNIK, Doctor of Historical Sciences, Professor
T.B. KOTLOVA, Doctor of Historical Sciences, Professor
T.V. KOROLYOVA, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University,
53003, Ivanovo, Rabfakovskaya str., 34
E-mail: ktb@ispu.ru, budnik@iif.ispu.ru, kor_tv@mail.ru

The contribution of power engineers to the defense of the country during the Great Patriotic War: a historiographical aspect

Abstract. The article analyzes the historiography of the little-studied problem of the creation and operation of a system of electric barriers near Moscow, Leningrad, Stalingrad, Kursk and a number of other places during the Great Patriotic War. The conclusion is made about the role of power engineers in the defense of the USSR.

Key words: The Great Patriotic War, the USSR, electricity, electric barriers, historiography.

Изучая историю энергетики, авторы данной статьи выяснили, что одной из малоизвестных страниц истории Великой Отечественной войны является создание совместными усилиями энергетиков и инженерных войск системы электрозаграждений в местах непосредственных боевых действий под Москвой, Ленинградом, Сталинградом, Курском и в ряде других мест. В связи с этим целью данной публикации является обзор историографии по данной теме.

Было установлено, что первая публикация относится к 1945 году. Это была статья Н.Н. Луценко и М.М. Ческиса в журнале «Электриче-

ство» [1]. Авторы - военные инженеры-электрики, преподаватели и ученые Военно-инженерной академии Рабоче-крестьянской Красной Армии, непосредственно участвовавшие в разработке теоретических и практических основ электроснабжения войск, средств электрификации инженерных работ, электризуемых заграждений и источников электрической энергии. В статье отмечается, что впервые электризуемые препятствия, как возможное средство борьбы с противником, было использовано в русской армии в годы русско-японской войны (1904–1905 гг.). В Первую мировую войну (1914–1918 гг.) электричество, как поражающее средство, применялось почти во всех армиях воюющих стран, в том числе и в русской.

После окончания Первой мировой войны в немецкой и французской армиях работы по совершенствованию электрозаграждений прекратились, так как эффективность их применения военным руководством была недооценена. Немецкая армия только в конце Второй мировой войны стала применять электрозаграждения. В СССР, наоборот, работы по улучшению действия электрозаграждений против войск противника продолжались. Первые боевые испытания электризуемые препятствия успешно выдержали во время советско-финской войны (1939–1940 гг.). Далее в статье рассказывается о строительстве электрозаграждений в годы Великой Отечественной войны.

После вышеназванной публикации почти на сорок лет об истории электрозаграждений почти никто не знал. Поводом для поиска сведений об этой странице истории энергетики стала, по мнению писателя В.Д. Павалева, статья генерала – лейтенанта М.Ф. Иоффе в газете «Ленинское знамя» в январе 1982 года, в которой рассказывалось о вкладе энергетиков в оборону столицы. В последующие годы, пишет Валерий Дмитриевич, во многом благодаря историку Г.Л. Андрееву и Совету ветеранов компании ОАО «МОЭСК», возглавляемого Ю.Н. Вавиловым, удалось найти в архиве Мосэнерго документы о неизвестной ранее инновационной энергозащите столицы [2].

Благодаря введенным в научный оборот энтузиастами историками и ветеранами энергетики архивным документам начинает восстанавливаться история строительства и эксплуатации электрозаграждений вокруг Москвы. «Оказалось, - пишет в вышеназванной статье В.Д. Павалев, что строительство электрозаграждений началось по Постановлению ГКО №373 от 2 августа 1941 года. Оно предписывало Наркоматам обороны и электростанций «немедленно приступить к созданию полос электризации почвы и противопехотных электризуемых заграждений с использованием стационарных силовых установок и линий электропередач». Реализацией строительства занималось Управление специальных работ Западного фронта, которое возглавил М.Ф. Иоффе, в прошлом начальник электротехнического отдела НИИ главного военно-инженерного управления Красной Армии, и начальник штаба – В.К. Харченко, ставший впоследствии маршалом инженерных войск. Обеспечить электричеством много-

километровый рубеж можно было, только используя действующие линии электропередачи Московской энергосистемы. Поэтому, кроме профессиональных военных, в состав отдельного инженерно-строительного батальона вошли сто пятьдесят инженеров и рабочих «Мосэнерго», в том числе несколько бригад электромонтеров со специальным инструментом и автотранспортом. Их возглавили такие общепризнанные авторитеты в области электротехники, как заместитель главного инженера энергосистемы Г.В. Сербиновский, ведущие инженеры высоковольтной сети и релейной защиты: А.А. Кузнецов, Г.С. Сафразбекян, Н.С. Лебедев, М.В. Матюшин и ряд других.

Архивные материалы свидетельствуют, что ближе всего немецкие войска подошли к энергозаяждениям в районе Нахабино. Сохранился журнал боевых действий по включению заяждений в период со 2 по 5 декабря. В частности, 4 декабря отмечены большие скачки тока, по которым можно судить, что немцы пытались неоднократно преодолеть оборонный рубеж. Но их попытки успеха не имели. Мощный натиск пехоты противника в районе деревни Козино (вблизи Волоколамска) привел к тому, что несколько десятков гитлеровцев были смертельно поражены током. В одном из наградных документов на бывшего работника Мосэнерго к награждению медалью «За отвагу» говорится: «Благодаря самоотверженной работе красноармейца Скороварова В.В. препятствия в наиболее ответственные моменты боя на его участке находились под напряжением, в результате чего на них были убиты электрическим током 6 немецких автоматчиков». А обеспечивать готовность установок к отражению врага под непрерывным артиллерийским и миномётным огнем было ой как не просто. Действовали совместно с воинскими частями, порою с авиацией, которая заставляла фашистов отвлекаться от работ ремонтников. В общей системе обороны электрозаяждения сыграли свою положительную роль и помогли защитить столицу от гитлеровских захватчиков. Это новшество застало немецкое командование врасплох, вынудило противника принять незапланированные меры и тем снизило темп его продвижения на Москву. Особенно эффективно действовала эта система в сочетании с миновзрывными установками, в том числе управляемыми по радио».

Интересные материалы, посвященные обороне Москвы в годы войны были размещены на сайте Музея истории Мосэнерго, принявшего первых посетителей в 1989 году [3].

В XXI веке изучение истории строительства и применения электрозаяждений в годы Великой Отечественной войны продолжилось. Появились новые публикации [4]. Подробный анализ истории создания и эксплуатации электрозаяждений содержится в статье В.Б. Груздева [5]. Можно согласиться с автором, что «об электрозаяждениях под Москвой известно многое, чего, к сожалению, не скажешь про оборону Ленинграда». Поэтому несомненный интерес представляют впервые введенные им в научный оборот «Руководящие указания по проектиро-

ванию, приёмке и эксплуатации (так в документе) электропрепятствий» из фондов Музея энергетики Северо-Запада. На основе вышеназванного документа автор утверждает, что «...за два года войны применявшиеся электропрепятствия зарекомендовали себя весьма эффективными невзрывными инженерными сооружениями, сдерживавшими наступательный порыв противника. Как следует из «Краткой легенды электрозаграждений, расположенных по тылам 42-й армии...», оборонявшей Ленинград, и обслуживавшихся 1-й ротой 13 ЭТБ, особенно активным было их применение в трёх районах Ленинграда: Московском, Кировском и Володарском. Эти заграждения представляли собой электризованный проволочный забор и электризованную почву».

В.Б. Груздев приводит также интересные данные о том, как военные инженеры приняли дополнительные меры противодействия противнику, особенно против немецких танков. «Чтобы электрозаграждение было способным противостоять бронированным машинам, было предложено перед ним на земле на расстоянии, равном половине корпуса танка, раскладывать металлическую сетку, в которой был спрятан тротильовый заряд массой 10–15 кг. Один провод от детонатора заряда подключали к заземлителю, а другой — к контактному проводу. При наезде танка на сетку, находившуюся под напряжением, происходило замыкание цепи через корпус на землю, что приводило к взрыву заряда под днищем танка и к его уничтожению».

Кроме научных и научно-популярных публикаций, существенный вклад в изучение истории энергетики вносят воспоминания ветеранов. Так, например, в своём блокадном дневнике директор ленинградской городской ТЭЦ-5 «Красный Октябрь» (ныне Правобережная ТЭЦ ОАО «ТГК-1») А.М. Маринов буквально по дням, начиная с 25 июля 1941 года воссоздает ход разработки и строительства электрозаграждений вокруг Ленинграда, итогом которых стало эффективное их использование в районе города Красногвардейска. Когда немецкие части, перейдя в атаку, попали в полосу «шагового напряжения» и начали валиться с ног, психологический эффект оказался весьма сильным. Это внесло панику в стан врага и ободрило наши измотанные части, находящиеся в обороне. Так нам передавали военные товарищи, наблюдавшие эту картину, и мы испытывали удовлетворение за свой труд», писал в своем дневнике за 24 сентября 1941 года А.М. Маринов [6].

Н.Т. Грицай, полковник в отставке, командир 13-го отдельного электротехнического батальона также оставил интересные воспоминания о защите инженерами энергетиками города на Неве. Он писал, что кроме защиты Ленинграда с суши, здесь создавались и водные электрозаграждения, которые действовали так же, как и сухопутные, но требовали меньшие потенциалы на электроде. Вспоминая о событиях Великой Отечественной войны, он писал: «В декабре 1942 года, когда вновь заработала Ладожская ледовая трасса, мы получили срочное задание — установить на льду Ладожского озера между деревней Ганнибаловкой и

маяком Бугровским электризуемые заграждения протяженностью в 10 км. Диверсионные группы врага не должны были приблизиться к Дороге жизни. Работу поручили третьей роте 13-го электробатальона, которым я командовал в то время. Нам еще не приходилось устанавливать заграждения на льду. Задача осложнялась тем, что кабель должен был проходить по поверхности льда. Решено было для безопасности эксплуатации установить две передвижные электростанции на западном и восточном берегах озера. Это обеспечивало их надежное укрытие и маскировку, исключало возможность затопления станций» [7].

Еще один ветеран энергетики – Н.Я. Турчин вспоминал, что электрозаграждения были сооружены и вокруг Сумгайтской ТЭЦ. Эта станция находилась в довольно удаленном пустынном районе, поэтому для защиты ее на случай нападения вражеского десанта были построены укрепленные огневые точки и электрифицированные заграждения вдоль ограды [8].

В Интернет-материалах имеются сведения о том, что электрическая защита применялась на Курской дуге, в Ясско-Кишиневской операции, в боях у озера Балатон в Венгрии... Наша пехота полюбила электрическое оружие и придумала ему название: «спотыкач», «огненная сетка» [9].

Авторы всех публикаций единодушны в том, что опыт военных действий во время Второй мировой войны свидетельствует, что ни одна из иностранных армий не имела столь совершенных средств электризуемых заграждений. Можно согласиться с одним из участников Форума военной истории в том, что электрозаграждения способствовали не только сдерживанию натиска фашистских войск, но и демонстрировали высокую техническую мысль и поднимали моральный дух нашей армии. Это был один из секретных видов оружия, наряду со знаменитой «Катюшей», с которым столкнулась Германия уже в первые месяцы войны. Всего за период с 1941 по 1944 г. было введено в действие 8800 электрозаграждений [10].

Подводя итоги историографического обзора по теме создания и использования электрозаграждений в годы Великой Отечественной войны, можно сделать следующие выводы:

– история электрозаграждений стала объектом внимания ученых и ветеранов энергетики с конца XX - начала XXI века;

– установлено, что электрозаграждения сыграли важную роль как в обороне городов СССР от фашистских захватчиков, так и в ходе ряда наступательных операций Красной армии;

– создание и применение электрозаграждений - один из ярких примеров эффективного использования достижений инженерной мысли и изобретательства ученых и работников отрасли в годы Великой Отечественной войны;

– большой вклад в сохранение исторической памяти о событиях 1941–1945 годов внесли Министерство энергетики РФ, отраслевые кампании и музеи истории отрасли, в первую очередь Музей истории

Мосэнерго. При их активном участии стали издаваться юбилейные сборники воспоминаний ветеранов, научно-популярные издания, поддерживающие, в том числе, материалы об электрозаграждениях;

– вместе с тем, вклад энергетиков в победу над врагом пока не нашел должного отражения в учебной литературе, в первую очередь в учебных пособиях для обучающихся в энергетических вузах и колледжах.

Литература

1. Луценко Н.Н., Ческис М.М. Военные электрики в Великой Отечественной войне // Электричество. 1945. № 8. С. 4–6.

2. Павалеев В.Д. Никто не забыт? [Электронный ресурс] // Архив Инфо. Режим доступа: Павалеев Валерий Дмитриевич – писатель, Заслуженный деятель искусств РФ (arhivinfo.ru)

3. Электрозаграждения вокруг Москвы в 1941 г. [Электронный ресурс] // Музей истории Мосэнерго. Режим доступа: https://www.mosenergo-museum.ru/History_of_Mosenergo/Historical_Review/8815/

4. Андреев Г.Л., Вавилов Ю.Н. «Электрозаграждения вокруг Москвы в 1941 г. Строительство электрозаграждений. // Энергетик. 2014. № 12. С. 5-11; Энергия Победы. Энергетики России в годы Великой Отечественной войны. Издатель А.С. Акчурина. М., 2005. С. 126-129; Громов В. Энергоармия. Рассказы об истории энергетики России. Екатеринбург: TATLIN, 2018. С. 40-41; Груздев В.Б. Ленинградские энергетики в годы блокады 1941-1944 гг. // Энергосбережение и водоподготовка. 2005. № 2(34). С. 55; Груздев В.Б., Ежов В.А. Подвиг ленинградских энергетиков в годы блокады [Электронный ресурс] // Порталус. Режим доступа: https://portalus.ru/modules/motors/rus_readme.php?subaction=showfull&id=1535198306&archive=&start_from=&ucat=&; Кириллов Ю.Н. Энергетики Мосэнерго в годы Великой Отечественной войны // Электрические станции. 2005. № 5. С. 7-8; Письменный Г.И., Сидоров В.П. Военные энергетики в Великой Отечественной войне // Энергетика и энергетики в годы Великой Отечественной войны 1941-1945. 70 лет Победы. М., 2015. С. 20-21.4.

5. Груздев В.Б. Электрические заграждения. История применения [Электронный ресурс] // Военно - исторический журнал Министерства обороны Российской Федерации. 2021. 20 октября. Режим доступа: gis.mil.ru

6. Маринов А.М. 28 записей. Интернет-ресурс: // Прожито. Европейский университет в Санкт-Петербурге <https://prozhito.org/notes?date=%221941-01-0101%22&diaries=%5B2245%5D>

7. Грицай Н.Т. В бою – электрозаграждения [Электронный ресурс] // Сайт Военная литература. Мемуары. Режим доступа: http://militera.lib.ru/memo/russian/sb_inzhvoyska_goroda_fronta/25.html

8. Турчин Н.Я. От Баку до Сталинграда // Энергетики в Великой Отечественной войне: Воспоминания старейших энергетиков: сб. статей / сост. А.М. Маринов [и др.]. М.: Энергоатомиздат, 1985. С. 67.

9. Бей немца электротоком! [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://dzen.ru/a/WsNTsgQitGpS4sLm>

10. Электрозаграждения Лужского рубежа [Электронный ресурс] // Форум военной истории. Режим доступа: <https://istorya.pro/elektrotehnika-na-vooruzhenii-riikka-perioda-vov-t.html>

УДК 355.23: [37.016:008]

Н.В. ВЕРЕМЬЁВА, к.пед.н., доцент,
В.О. ВЕРЕМЬЁВ, старший преподаватель,
О.А. ВЕРЕМЬЁВ, преподаватель

Военная академия войсковой противовоздушной обороны
Вооруженных Сил Российской Федерации
имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского,
214027, Смоленск, ул. Котовского, д. 2
weremjow@yandex.ru

Воинские традиции как компонент воспитания будущих офицеров

Аннотация. В статье рассматривается значение воинских традиций в духовно-нравственном воспитании будущих офицеров.

Ключевые слова: военная культура, воспитание, воинские традиции.

N.V. VEREMYOVA, Ph.D in Pedagogic, Associate Professor
V.O. VEREMYOV, senior lecturer,
O.A. VEREMYOV, lecturer

Military Academy of Military Air Defense
of the Armed Forces of the Russian Federation
named after Marshal of the Soviet Union A.M. Vasilevsky
214027, Smolensk, Kotovsky str., 2
weremjow@yandex.ru

Military traditions as a component of the education of future officers

Annotation. The article examines the place and role of military traditions in the education of future officers.

Key words: military culture, upbringing, military traditions.

Культурные традиции народа играют огромную роль в становлении и развитии личности защитника Отечества, его духовно-нравственном воспитании [1]. Воинские традиции, как проявления культуры, являются мощным фактором воспитания у воинов патриотизма, верности воинскому долгу, мужества, готовности защищать свою Родину. Традиции связывают с устойчивым, передающимся от поколения к поколению социальным опытом, нормами поведения, обычаями, идеями и ценностными ориентирами. Воинские традиции понимают как исторически сложившиеся в армии и на флоте, передающиеся последующим поколениям идеи, правила, обычаи, нормы, другие общественные установления военной организации, связанные с выполнением боевых задач, воинской службой, с обучением и подготовкой личного состава, с бытом

военнослужащих. В армейской действительности традиции являются важным средством воспитания.

Воинские традиции далеко не однородны. Условия деятельности воинских коллективов также влияют на формирование и проявление воинских традиций. Следует отметить, что боевые традиции в общей системе воинских традиций занимают особое место, выступая в качестве их ядра. Поэтому очень часто боевые традиции отождествляют с воинскими традициями в целом.

Важнейшими традициями отечественных армии и флота являются [2]:

- самоотверженность и самопожертвование в бою ради достижения общей победы;
- массовый героизм мужество и стойкость в период, когда решается судьба Отечества;
- воинская доблесть и уверенность в победе;
- верность Военной присяге и воинскому долгу, умение стойко переносить трудности военной службы;
- верность Боевому Знамени части, Военно-морскому флагу корабля, сохранение его в бою;
- войсковое товарищество и коллективизм;
- уважение к командиру и защита его в бою;
- любовь к своей части, кораблю, воинской специальности;
- своевременное отдавание воинских почестей, погибшим в бою и награждение отличившихся;
- гуманное отношение к поверженному врагу, населению зарубежных стран и пленным.

В тяжелых испытаниях родилась и крепла традиция героизма, мужества и стойкости в период, когда решается судьба Отечества.

Издrevле добровольная сдача крепости на Руси считалась величайшим позором. «Этих людей легче перебить, чем победить.» – так отзывался Фридрих II о русских. До Семилетней войны 1756-1763 гг. он считал прусскую армию непобедимой, но после сражений с нашими полками был вынужден признать, что «ни один солдат в мире не сравнится с русским гренадером».

Начальник Генерального штаба Русской армии генерал от инфантерии Н. П. Михневич приводит интересные факты о стойкости русских войск, несмотря на понесенные ими потери в бою. В европейских странах XVIII-XIX вв. армия считалась несломленной морально, если потери в сражениях не превышали 20 процентов. Русская армия намного превосходила по этому показателю зарубежные войска. «Стоило только когда-либо какой-нибудь европейской армии претендовать на звание «первой в мире» как всякий раз на своем пути она встречала неунывающие русские полки – и становилась «второй в мире».

К числу наиболее давних воинских традиций русской армии и флота относится верность Боевому знамени, Военно-морскому флагу, сохранение его в бою. Знамя издавна олицетворяло собой веру, преданность

царю и Отечеству. Оно объединяло и вдохновляло воинов, придавало им организованность и силу. В старой воинской памятке было сказано: «Знамя есть священная хоругвь, под которой соединяются верные своему долгу воины. Знамя – слава, честь и жизнь служащих под ним. Честный, храбрый солдат умрет со знаменем в руках, а не отдаст его на поругание неприятелю». Со времен Петра I родилась замечательная флотская традиция – ни при каких обстоятельствах не спускать Военно-морского флага перед врагом. «Все воинские корабли Российские не должны ни перед кем спускать флаги, вымпелы и марсели под страхом лишения живота.» – было записано в Морском уставе 1720 года. Традицию поклонения и верности Боевому Знамени, Военно-морскому флагу русские воины свято пронесли через века и нынешнее поколение защитников Отечества остается верным ей.

Важной воинской традицией армии и флота являются войсковое товарищество и коллективизм. Еще со времен А.В. Суворова заповедью русского солдата стало крылатое выражение: «Сам погибай, а товарища выручай». Трудно переоценить значение фронтовой дружбы – она самая крепкая. В этом сумело убедиться не одно поколение российских солдат.

Для каждого военнослужащего быть преданным славным воинским традициям прежде всего значит:

- точно соблюдать требования законов, Военной присяги, уставов, приказов и распоряжений;
- быть всегда готовым вступить в бой и выполнить свой долг;
- настойчиво совершенствовать свое боевое мастерство, умело владеть оружием и боевой техникой;
- по-боевому действовать на учениях и маневрах, полетах, морских и океанских походах, не допуская упрощенчества и послаблений;
- строго хранить военную и государственную тайну, проявлять бдительность;
- дорожить дружбой и войсковым товариществом;
- помогать командирам в укреплении воинской дисциплины, поддержании организованности и порядка, в сплочении воинского коллектива.

Литература

1. Веремьева Н.В. Личностное развитие будущих офицеров средствами изучения учебной дисциплины "Культурология"/ Аксиологические проблемы педагогики. 2021. № 12. С. 21 – 28.
2. Культурология: Учебник. В двух томах. / Под общ. ред. Б.В. Воробьева. – М.: Военный университет, 2015.

УДК 316.014

И.В.ЖУРАВЛЕВА, к.социол.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: zhuravleva_irina@mail.ru

Толерантность современной студенческой молодежи: социологический анализ

Аннотация. В статье анализируется уровень толерантности современных студентов, рассматриваются отношения молодежи к представителям иных наций, религий, культур.

Ключевые слова: толерантность, индекс толерантности, интолерантность.

I.V. ZHURAVLEVA, Ph.D of Sociology, Associate Professor

Ivanovo State Power University
153003, Ivanovo, st. Rabfakovskaya, 34
E-mail: zhuravleva_irina@mail.ru

Tolerance of modern student youth: a sociological analysis

Annotation. The article analyzes the level of tolerance of modern students, considered the attitudes of young people to representatives of other nations, religions, cultures.

Key words: tolerance, tolerance index, intolerance.

Начиная с эпохи английского либерализма XVIII в., трактовка термина «толерантность» претерпевала значительные изменения. В российский научный обиход постсоветского периода это понятие вошло в конце 90-х и прочно закрепилось в начале 2000-х в связи с утверждением в 2001 г. федеральной целевой программы «Формирование установок толерантного сознания и профилактика экстремизма в российском обществе» [1].

Формирование толерантности, затрагивающей все сферы межличностного общения, на сегодняшний день остается актуальной проблемой становления молодежи. Гетерогенность общества может быть вызвана различиями в этнической, культурной, лингвистической, религиозной, образовательной и прочих средах, в которых формируется личность. Идея толерантного взаимодействия затрагивает принятие человеком и уважение права на сосуществование различающихся взглядов на одно и то же явление. Понятие толерантности широко используется во многих областях человеческой жизни: в политике, медицине, искусстве, религии и других. И именно межличностная толерантность является гарантом успешного взаимодействия и диалога современных людей.

В 2021-2022 гг. нами было проведено социологическое исследование среди студентов ИГЭУ, посвященное в том числе изучению уровня толерантности современного студента ($n=265$ человек). Для оценивания сформированности толерантного сознания сегодняшней молодежи мы опирались на методические разработки, предложенные В.С. Магун с соавторами [2]. В частности, нами были использованы суждения, позволяющие выявить толерантность к представителям иных наций, других культур, иных религий, Согласно с суждениями оценивалось по шкале от 1 до 5, где 1 означало «не согласен совсем», 5 – «полностью согласен». При перекодировании в базе данных за оценку соответствующего утверждения респондент получал определённый балл в диапазоне от -2 (отсутствие толерантности) до +2 (абсолютная терпимость) (при этом в ответах на «прямые» вопросы знак не менялся; а в ответах на «обратные» вопросы знак менялся на противоположный). Путём сложения баллов с учётом знака мы получили итоговые индексы толерантности современной студенческой молодежи. Согласно применяемой методике интерпретация полученных индексов проводится следующим образом: баллы в диапазоне от -20 до -10 отражают высокий уровень развития интолерантности (абсолютная нетерпимость), от -10 до 0 – средний уровень интолерантности, от 0 до +10 – средний уровень толерантности и от +10 до +20 – высокий уровень толерантности.

Судя по полученным результатам, студенты демонстрируют достаточно высокий уровень толерантности: ни один из них не «попал» в диапазон абсолютно интолерантных (от -20 до -10) и лишь около 5% демонстрируют относительно невысокий уровень интолерантности, остальные же в той или иной степени терпимы представителям другой нации, расы, веры, культуры (табл.1). При этом совокупный индекс толерантности среднестатистического студента ИГЭУ составил 8,7 балла (с диапазоном значений от минимально наблюдаемого по всей выборке -6 балла до максимально наблюдаемого +20 баллов), что свидетельствует о достаточно высоком уровне толерантности.

Таблица 1. **Уровни толерантности/интолерантности студентов, %**

Уровень толерантности/интолерантности	%
Средняя интолерантность (диапазон от -10 до 0)	4,8
Средняя толерантность (диапазон от 0 до +10)	50,2
Высокая толерантность (диапазон от +10 о +20)	45,0

Религиозная, этническая и прочие принадлежности человека не являются маркерами его личностных качеств – в этом уверено абсолютное большинство студентов. Так, например, более 80% студентов не испытывают предубеждений относительно дружбы с людьми другой расы и/или другой веры, полагают, что человека надо оценивать только по его моральным и деловым качествам, а не по его национальности

(табл. 2. Для наглядности мы объединили группы «полностью согласен» и «скорее согласен», а также группы «скорее не согласен» и «не согласен совсем»). Хотя при этом уровень толерантности несколько снижается, когда речь идет о построении семьи с человеком другой национальности (табл.2).

Таблица 2. **Согласие/несогласие с суждениями, %**

Суждение	Согласны	Ни то, ни другое	Не согласны
Люди с другим цветом кожи (другой расы) могут быть нормальными людьми, но в друзья я предпочел бы их не брать	5,3	12,2	82,5
Человека надо оценивать только по его моральным и деловым качествам, а не по его национальности	89,7	4,2	6,1
Мужа (жену) лучше выбирать среди людей своей национальности	29,1	24,0	46,9
Истинной может быть только одна религия	7,6	10,7	81,7
Мне трудно представить, что моим другом станет человек другой веры	7,5	8,0	84,5
Многие проблемы будут решены, если мы избавимся от психически больных людей	27,6	32,2	40,2

Кроме того, каждый третий из числа молодежи пока не знает, как относиться к людям с психическими заболеваниями, а чуть больше четверти студентов прямо утверждают, что многие проблемы в обществе будут решены, если оно избавится от психически нездоровых людей (табл. 2).

Таким образом, проведенный социологический опрос свидетельствует о весьма высоком уровне толерантности современной студенческой молодежи, об индивидуальной приемлемости несовпадающих этнических, расовых и религиозных статусов.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 25 августа 2001 г. N 629 "О федеральной целевой программе «Формирование установок толерантного сознания и профилактика экстремизма в российском обществе (2001 - 2005 годы)» [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/1586359/> (дата обращения 14.03.2023).
2. Магун В.С., Жамкочьян М.С., Магура М.М. Оценка эффективности тренинга толерантности как средства воздействия на сознание старшеклассников // На пути к толерантному сознанию. Под ред. А.Г. Асмолова. М.: Смысл. 2000.- С.240-254.

Ивановский государственный университет, Кафедра НППО
153025 г. Иваново, Ермака 39
E-mail: kornevbox@mail.ru

Глубокое доверие как экзистенциальная опора в совладании со страхом смерти в период пандемии

Аннотация. В работе приведен теоретический обзор, посвященный теме экзистенциального феномена глубокого доверия, который напрямую и первостепенно влияет на другие экзистенциальные данности, в частности на страх смерти.

Ключевые слова: доверие, страх смерти, социальное взаимодействие, экзистенциальный взгляд, пандемия.

S.A. KORNEV, Ph.D of Psychology, Associate Professor

Ivanovo State University, Department of NPPO
153025 Ivanovo, Ermaka 39
E-mail: kornevbox@mail.ru

Deep trust as an existential support in cooperation with the fear of death during a pandemic

Annotation. The paper provides a theoretical review on the topic of the existential phenomenon of deep trust, which directly and primarily affects other existential givens, in particular, the fear of death.

Key words: trust, fear of death, social interaction, existential view, pandemic.

В 90-е годы стремительно возрос интерес к феномену доверия как социальному и психологическому явлению. «Доверие называют «социальным капиталом», «скрепами общества», указывая на исключительную важность этой неуловимой, неосязаемой, неформализуемой составляющей человеческой жизни, – отмечает П.Н. Шихирев [5]. В общественных науках доверие как объект исследования выходит на одно из первых мест. Исследование доверия становится модой и показателем современного уровня развития социальных наук». Не только мировое, но теперь и российское сообщество гуманитариев осознало, что дефицит доверия ведет к большим проблемам, но достигать его становится все труднее и труднее. Это связано с постоянными изменениями во всех сферах жизни, с вызовами этих изменений, которые предъявляются современному человеку: тенденции к разобщенности общества, социальное отчуждение, экзистенциальное одиночество, утрата жизненных смыслов, неразвитость навыка и непоследовательность в выстраивании взаимоотношений и в целом социальных взаимодействий.

Роль коммуникации, социального взаимодействия и самопонимания человека в условиях современного мира и особенно в условиях пандемии в настоящий момент невероятно высока. В то же время понимание этой роли невозможно без комплексного представления о феномене доверия в целом и аспектах его проявления, без обращения к опыту изучения доверия в отечественной и зарубежной психологии.

Анализ работ отечественных и зарубежных авторов, проведенный Т.П. Скрипкиной, позволил сделать вывод, что в различных направлениях психологической науки речь шла о трех отдельных компонентах, где доверие чаще всего выступало условием существования какого-либо другого явления: это доверие к миру, доверие к другому и доверие к себе. Скрипкина также определяет доверие как субъективное личностное отношение к другим [4]. В другой интерпретации доверие также принято рассматривать как составляющую различных видов отношений, как внутреннее состояние готовности быть зависимым от других (по Е.С. Яхонтовой) [6]. К категории самостоятельного явления доверие относят позднее, например, В.П. Зинченко называет доверие социальной эмоцией [2], а И.В. Антоненко функциональным органом [1], но и в этом случае оно не наделяется собственными психологическими характеристиками. В.С. Сафонов выделяет доверие как вид общения. В зарубежной социальной психологии доверие трактуется как установка или система установок по отношению к социальному миру и к самому себе. Такой подход характерен для работ Т. Говира, Дж. Роттера, Т. Ямагиши, Р. Моргана, Ш. Ханта.

Из всего вышесказанного следует вывод о том, что доверие в отечественной психологии не представляется как самостоятельный социально-психологический феномен. А в зарубежных исследованиях доверие изучалось во взаимосвязи с другими явлениями межличностного взаимодействия, оставляя за рамками анализа психологические характеристики доверия как самостоятельного социально-психологического явления. «Различные аспекты, фрагменты доверия как в отечественной, так и в зарубежной психологии изучались обособленно, – резюмирует Т.П. Скрипкина, – доверие к другому было включено в социально-психологический анализ; доверие к себе выступало предметом психотерапевтических и психокоррекционных процедур; доверие к миру рассматривалось как базовая установка личности». Системный подход к изучению феномена доверия будет отражен и в нашей работе с целью проследить влияние нарушения компонентов доверия на другие экзистенциальные данности человека.

Обратимся к экзистенциальному взгляду на феномен доверия, который иллюстрирует выводы Т.П. Скрипкиной. А. Лэнгле сообщает о том, что «Доверие – это (чаще всего бессознательный) совершенный акт предоставления себя опоре в здесь-бытии, которую ощущают как «последнюю» – предоставления себя тому, что явило и показывает себя человеку как «основа бытия» [3, с. 395].

Следовательно, в основе фундаментального доверия (доверия к миру) лежит чувство (основанное на опыте), что всегда есть что-то, что удерживает нас в целостности, придает опору, ощущение, что даже при всех внешних влияниях (в частности нынешняя мировая пандемия), мы остаемся внутри некоего организованного порядка. И то, что нас поддерживает, продолжает существовать и сохранять внутреннюю структуру и собственную целостность, так как оно обладает постоянством само по себе – и этот закон также может служить человеку опорой. Речь идет не о вере, а о собственном переживании личностью ощущения «я хорошо и правильно в этом устроен», и это чувство может превратиться в веру. Здесь речь идет о принципе устройства мира. Это постоянный опыт жизни: всегда есть что-то устроенное, есть порядок, который передает спокойствие. Такое переживание глобальнее и шире, чем переживание двух других компонентов доверия: безусловная верность себе (доверие к себе) и первичное доверие (доверие к другим).

Как писал А. Лэнгле: «...Фундаментальное доверие можно обрести в тишине, в горах, в собственной интимности; но найти его можно только самому – этого мне не может сказать никто...» [3, с. 395]. Мы говорим здесь о глубоком духовном процессе, который нередко запускается сложными, тяжелыми, ужасными жизненными ситуациями, примером которых может служить нынешняя мировая пандемия.

Нарушение компонентов глубокого доверия в условиях мировой пандемии

На основании выше сказанного мы можем сделать вывод о том, что страх может подвести к глубокому ощущению того, что в человеке есть что-то, что не может быть уничтожено. Эта точка зрения имеет одну предпосылку – она возможна только при условии принятия факта смерти. Потому что бытие может проявить себя, только если человек позволяет ему быть. Но если происходит то, что человек не может принять (позволить), то для человека заканчивается (субъективно) все бытие. Однако, когда человек находит себя, снова и снова, даже при враждебных обстоятельствах жизни, и может продолжать делать то, что для него важно, тогда он имеет основу экзистенции. Это ощущение, основанное на том, что есть нечто намного большее, в чем человек находится и принимает участие: вера, порядок, эволюция, что-то, что включает в себя смерть как неотъемлемую часть и выдерживает ее.

Итак, страху смерти противостоит опора глубокого доверия, на которую нам указывает страх. Существует три самых глубоких источника опоры: безусловная верность себе, первичное доверие и фундаментальное доверие (доверие к миру). Рассмотрим каждый компонент и примеры того, как нынешние условия мировой пандемии на него влияют.

Безусловная верность себе (по А. Лэнгле): «надежность интимного, внутреннего – мочь-стоять-перед-самим-собой. Это – верность себе,

которая становится результатом решения в свою пользу и приводит к твердому убеждению: «Я никогда не позволяю бросать себя на произвол – даже в крайних обстоятельствах, и я иду с собой до конца! Я могу на себя положиться, даже когда у меня плохо идут дела. Я есть здесь. Я нахожусь в сохранности у самого себя, в хороших руках у самого себя» [3, с. 394]. В период пандемии человек может утрачивать верность себе в связи с неопределенностью и угрозой вирусной инфекции, которая постоянно ставит под вопрос убежденность человека в своем внутреннем благополучии и здоровье. Также нарушенные перспективы жизни (утрата работы, сложные условия существования, неопределенность будущего) могут подорвать веру человека в свои силы и свою способность преодолевать обстоятельства реальности. Такое влияние может отражаться в актуализации глубинных переживаний и страхов, в частности страха смерти. В то же время социум транслирует необходимость эффективной самореализации в условиях самоизоляции, продвигаются идеи «продуктивного карантина», упуская из поля зрения тот факт, что биологические потребности, которые лежат в основании благополучной жизнедеятельности, оказываются под угрозой. В случае, когда базовые потребности человека в ощущении безопасности не удовлетворены, доступ к потребностям, лежащим выше в иерархии потребностей (по Маслоу), оказывается невозможен. Таким образом, человек не ощущает возможности продуктивно действовать и переживает разрыв доверия не только с самим собой, который может выражаться в прокрастинации, отказе действовать и выдерживать данность реальности, и дальнейшей аутоагрессии, но и на уровне первичного доверия (доверия к социуму).

Первичное доверие (по А. Лэнгле): «чувство, что когда я в ком-то нуждаюсь, тогда для меня кто-то найдется. Когда-то это была моя мать, а сейчас – чувство, которое, как нечто парящее, проносится через жизнь: «Для меня есть люди, которые меня держат». Первичное (базовое) доверие вобрало в себя весь опыт верности, начиная от «первичной-верности» матери до нерушимости нынешних отношений» [3, с. 394]. В условиях мировой пандемии, когда вводятся карантинные и изоляционные условия жизни, утрачивается ощущение возможности опоры на других людей. Необходимость выдерживать изоляцию, отдельность от привычного социального окружения могут разрушать опору человека на первичное доверие и негативно отражаться на способности человека выдерживать этот вызов реальности. При недостаточной опоре на других, собственная социальная значимость также может ставиться под сомнение и вызывать актуализацию тревожных состояний.

Фундаментальное доверие (доверие к миру) (по А. Лэнгле): «вера в то, что мы, в конце концов, находимся внутри огромного порядка, который превосходит нас. Фундаментальное доверие переходит в трансцендентное доверие, поскольку что-то, во что здесь в конечном итоге верят, превосходит любое понимание и признание. Поскольку только от

того, что оно больше отдельного человеческого бытия собственного здесь-бытия, оно может его нести и служить ему опорой» [3, с. 394].

Пандемия в настоящий момент отражается как на каждом отдельном человеке, так и на социуме в целом, на мировой ситуации. Мир в глазах человека может выглядеть ненадежным, утратившим собственную внутреннюю структуру, порядок и систему, которая показала себя хрупкой и также подверженной внешним обстоятельствам реальности, как индивидуальная система человека. Понимание возможно только при упорядоченности, при состоятельности определенных законов и устройства, на которые система опирается. Неопределенность ситуации, в которой оказался мир, встретивший вызов современности в виде пандемии, отражается как на глобальных процессах мироустройства, так и на субъективной реальности членов социума. То, на чем основывается фундаментальное доверие, этот самый глубокий слой – это основа бытия.

Основа бытия имеет психологическую значимость, потому что она определяет чувство абсолютного, всеохватывающего спокойствия. В психологическом переживании основа бытия в любом случае дает безопасность. Благодаря опыту основы бытия человек может принимать бытие как единое целое, потому что возникает чувство принадлежности ему, тогда человек может принимать все это как данность и выдерживать трудности. Если мы задумываемся об этом, продвигаемся в этом направлении, значит, страх выполнил свою задачу, потому что он научил нас смотреть глубже, определять глубинные личные смыслы собственного бытия. Ведь задача жизни состоит в том, чтобы проживать то, что для нас важно, и выдерживать все вызовы реальности.

Современные условия жизни предъявляют человеку сложные личностные вызовы, которые обращены к самой сути человеческой экзистенции. Человек, дезадаптированный ситуацией мировой пандемии, может быть подвержен нарушениям фундаментальных экзистенциальных категорий, которые, находясь в неразрывной взаимосвязи, затрагивают в той или иной степени всю структуру личности. Утрата компонентов глубокого доверия, спокойствия, смысла жизни и проявления переживания страха смерти нарушают способность индивида выполнять свои социальные функции и лишают его ощущения субъективного благополучия. Исследование влияния нарушения компонентов глубокого доверия на страх смерти, является актуальной проблемой для нынешнего периода времени. Успешное осмысление собственной экзистенции и преодоление патологического страха смерти позволит человеку снова адаптироваться к реальности.

По нашему мнению, высшей направленностью человеческой жизни является переживание бытия и нахождение смысла во всех аспектах реальности, особенно в условиях социальных и личностных вызовов современности. На наш взгляд, экзистенциальный феномен глубокого доверия напрямую и первостепенно влияет на другие экзистенцио-

нальные данности, в частности на страх. Поэтому целью дальнейшего эмпирического исследования мы ставим изучение взаимосвязи доверия с переживанием страха смерти в условия мировой пандемии, как элементов системы экзистенциальных данностей личности.

Литература

1. Антоненко И.В. Социально-психологическая концепция доверия. М.: Флинта; Наука, 2006. – 480 с.
2. Зинченко В.П. Психология доверия. Самара: Изд-во СИОКПП, 2001. – 104 с.
3. Лэнгле А. Воплощенная экзистенция. Развитие, применение и концепты экзистенциального анализа. Материалы для психотерапии, консультирования, коучинга / Пер. с нем. – Х.: «Гуманитарный центр» при участии Коченгина А.В, 2019. – 462 с.
4. Скрипкина Т.П. Психология доверия. Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2000. - 264 с.
5. Шихирев П.Н. Природа социального капитала: социально-психологический подход // Общественные науки и современность. 2003. № 2.
6. Яхонтова Е.С. Доверие в управлении персоналом. Зарубежные подходы и отечественный опыт оценки // Социологические исследования. 2004. № 4. – С. 19 – 25.

УДК 328.185

К.А. КОТОВА, к.полит.н., доцент
С.Ю. ЛISOVA, к.полит.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003, Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail:ktv.ksusha@rambler.ru

Истоки коррупции (по материалам пилотажного исследования)

Аннотация. В данной статье рассмотрены исторические корни феномена коррупции. По материалам проведенного пилотажного исследования дана оценка приведенным ситуациям и представлены соответствующие выводы.

Ключевые слова. Коррупция, уголовная ответственность за преступления коррупционной направленности, борьба с коррупцией, взятка, история коррупции.

K.A. KOTOVA, Ph.D., Associate Professor
S.Y. LISOVA, Ph.D., Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin,
34 Rabfakovskaya str., Ivanovo, 153003
E-mail:ktv.ksusha@rambler.ru

The origins of corruption (based on the materials of the pilot study)

Annotation. This article examines the historical roots of the phenomenon of corruption. Based on the materials of the conducted pilot study, the assessment of the above situations is given and the corresponding conclusions are presented.

Key words. Corruption, criminal liability for corruption-related crimes, fight against corruption, bribery, history of corruption

На протяжении всей истории современной России при постоянно меняющихся характеристиках политической и социально-экономической ситуации неизменным остается коррупционный фактор и его активное внедрение во многие сферы государственной и общественной жизни. В течение последних тридцати лет развивалось антикоррупционное законодательство, осуществлено множество научных исследований, проведена масса научно-практических мероприятий, разработаны рекомендации по противодействию коррупционным проявлениям. Однако публичное обсуждение проблем взяточничества, злоупотребления служебным положением, протекционизма во власти и т.п. ни на шаг не продвигает российское общество на пути реальной борьбы с коррупцией и ее негативными последствиями. Об этом могут свидетельствовать растущие показатели преступлений в данной сфере [5]. Согласно судебной статистике, за 2021 г. Количество обвинительных приговоров по составам преступлений коррупционной направленности в целом (статьи 141.1, 184, 188, 204-204.2, 285-286, 290-291.2 УК РФ) составило 15162, что более чем в два раза превысило показатели предыдущего года [6].

Многими специалистами и представителями общественности отмечается, что коррупция приобретает системный характер и трансформируется в значимое социально-политическое явление, создающее угрозу развитию нашего государства [3]. Демократическое правовое государство должно действовать в интересах всех слоев населения и быть нейтральным регулятором социальных процессов. Вместе с тем в основе коррупции лежит нарушение норм поведения лицами, наделенными властью. Т.е. власть становится средством достижения интересов отдельных субъектов, а не общества в целом. Иными словами, сама власть выступает стабилизирующим фактором, сохраняющим неизменность коррупционной ситуации. Что же обеспечивает коррупционную атмосферу в России и ее регионах? Какие факторы препятствуют эффективной антикоррупционной политики?

Обратимся к истории. Первые упоминания о своеобразном аналоге современной коррупции мы находим еще в Киевской Руси [1]. В IX веке Древнерусским государством была заимствована византийская система «кормления от дел», представляющая собой особый способ содержания должностных лиц за счет местного населения. Князь назначал в провинцию наместников, которые не получали государственного жалования, а население было обязано их содержать – «кормить» в течение всего периода службы. «Любит подьячий принос горячий», – гласит русская пословица. В пору становления Русского государства «принос» вошел в обыденную практику, поскольку наказание для чиновника следовало лишь за казнокрадство. Для определения видов взятки существовало несколько юридических названий: почести (предварительный

подкуп должностного лица), поминки (подарок за результат действия должностного лица) и посулы (взятка за освобождение от наказания). При этом первые два действия считались вполне законными. Подобная система просуществовала вплоть до начала XVIII в. [4], закрепив в сознании русского человека отношение ко взяткам как обыденному явлению. Этим объясняется живучесть коррупции и невозможность ее полного искоренения.

В целях выявления уровня терпимости к коррупции со стороны самого общества в марте-апреле 2022 г. Был проведен опрос, в котором приняли участие 202 чел. В возрасте от 16 до 59 лет (73% – мужчин, 27% – женщины). Респондентам была предложена анкета с описанием определенных ситуаций, им необходимо было дать оценку и выразить собственное отношение. После опроса были получены следующие результаты.

Ситуация 1. «Выписываясь из больницы, пациент в качестве благодарности за успешную операцию передает лечащему врачу дорогой алкоголь. Рассматриваете ли Вы эту ситуацию как дачу взятки?» В данной ситуации 87 % респондентов не видят коррупционной составляющей в передаче медработнику дорогого подарка и с наибольшей вероятностью «отблагодарят» лечащего врача.

Ситуация 2. «Перед операцией пациент передает лечащему врачу определенную денежную сумму. Рассматриваете ли Вы эту ситуацию как дачу взятки?» В случае передачи врачу денежной суммы 80 % опрошенных квалифицируют ее как взятку и с наименьшей вероятностью будут совершать подобные действия. При этом 13 % не считают описанную ситуацию взяткой.

Ситуация 3. «Подозреваемый в совершении преступления в обмен на закрытие дела оказывает спонсорскую помощь отделению полиции. Рассматриваете ли Вы эту ситуацию как дачу взятки?» Спонсорская помощь полиции в обмен на закрытие уголовного дела не рассматривается как взятка лишь 5 % опрошенных, при этом количество лиц, поступающих всегда аналогичным образом равно 6 %.

Ситуация 4. Нетрезвый водитель предлагает сотрудникам полиции денежную сумму. Рассматриваете ли Вы эту ситуацию как дачу взятки?»

Еще более принципиальна позиция респондентов в ситуации с пьяным водителем, предлагающим деньги сотрудникам ДПС. 99 % называют это взяткой. Однако всегда готовы предложить взятку в подобных случаях 6 % опрошенных.

Ситуация 5. «По окончании учебного года классный руководитель получает от выпускников денежную сумму. Рассматриваете ли Вы эту ситуацию как дачу взятки?»

Ситуация 6. «По окончании колледжа/вуза выпускники передают на кафедру ноутбук. Рассматриваете ли Вы эту ситуацию как дачу взятки?»

В случае передачи денежных средств и дорогостоящих подарков представителям системы образования (ситуации 5 и 6) абсолютное

большинство опрошенных не расценивают это как взятку и велика вероятность совершения аналогичных поступков. С другой стороны, доля тех, кто никогда не будет участвовать в сборе средств «благодарности» после окончания учебного заведения также велика (24 % – в ситуации 5 и 20 % – в ситуации 6).

Ситуация 7. «В качестве вознаграждения за услугу гражданка Н. обещала пригласить должностное лицо в лучший ресторан города. Рассматриваете ли Вы эту ситуацию как дачу взятки?»

Наиболее неоднозначной оказалась трактовка обещания взятки. Мнения респондентов разделились практически поровну: 49 % расценили обещание пригласить в дорогой ресторан должностное лицо, от которого зависит принятие решения, как взятку; 48 % – не усмотрели в подобных действиях коррупционного характера. Вместе с тем 65 % опрошенных выразили твердую уверенность в неприемлемости подобных действий для себя.

В тех случаях, когда респонденты в большинстве своем усматривали криминальную составляющую «благодарности», был высоким и процент тех, кто «никогда не поступает аналогичным образом» (ситуации 2-4 и 7). Однако, следует отметить, что столь высокий показатель возможно связан с абстрактностью предложенных кейсов. Если бы они непосредственно столкнулись с такого рода ситуациями, скорее всего их ответы были другими. Данное предположение основано на результатах других исследований, согласно которым более 70 % населения для решения своих проблем наиболее эффективным средством считают подкуп должностных лиц [2].

Итак, материалы анкетирования позволяют сделать следующие выводы:

- коррупция как любое социальное явление имеет свои источники, причины возникновения, расширения/свертывания и обусловлена не только социально-экономическими и политическими факторами, но и установками массового сознания;
- у большинства населения нет четкого понимания феномена коррупции и ее негативных последствий;
- укоренение в массовом сознании коррупции как основы отношений в обществе и наиболее эффективной модели поведения имеет глубокие исторические корни;
- к бытовой коррупции отношение населения представляется более лояльным, нежели к административной;
- отчасти коррупция представляет собой моральное явление, поскольку отдельные виды взятки одобряется большинством общества, что свидетельствует о деформации гражданского и правового сознания населения. Граждане предпочитают не бороться за свои права и отстаивать интересы, а приспособливаться к навязанным правилам.

Коррупция – это объективное социальное и криминологическое явление. Противодействие ему должно носить комплексный характер и

быть направлено, прежде всего, на формирование нетерпимого отношения социума к различным видам коррупционного поведения.

Литература

1. Двинская уставная грамота 1397—1398 гг. // Российское законодательство X-XX веков: в 9 т. Т. 3. – М.: Юридическая литература, 1985. — С. 181, 185; Псковская Судная грамота 1397 г. // Российское законодательство X-XX веков: в 9 т. Т. 1. – М.: Юридическая литература, 1984. – С. 332, 337.
2. Дзущев Х.В. Коррупция как угроза социально-экономической и политической стабильности Северной Осетии. – М.: ИСПИ РАН, 2007. – С. 48.
3. Платов Е.В. Коррупция как социальное явление в обществе // Наука. Общество. Государство. – 2019. – Т. 7. – № 2 (26). – URL: https://esj.pnzgu.ru/files/esj.pnzgu.ru/platov_ev_2019_2_13.pdf (дата обращения 02.03.2023); Добренёв В.И., Исправникова Н.Р. Коррупция: современные подходы к исследованию. – М.: Альма Матер, 2009.
4. Указ Петра I «О воспрещении взяток и посулов» 1714 г. // Законодательство Петра I; отв. ред.: А.А. Преображенский, Т.Е. Новицкая. – М.: Юридическая литература, 1997. – С. 749 – 750.
5. URL: http://crimestat.ru/offenses_map (дата обращения 02.02.2022)
6. URL: <http://www.cdep.ru/index.php?id=150> (дата обращения 03.02.2020)

УДК 159.9

Т.Б. КРЮКОВА, к. психол.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфakovская, д. 34
E-mail: tanya183@yandex.ru

Психологическая устойчивость личности как фактор противодействия социокультурным угрозам

Аннотация. Обострение социальных проблем снижает адаптационный потенциал личности. Рассмотрение проблемы психологической устойчивости личности является одним из направлений в деятельности по противодействию социокультурным угрозам. Выделены подходы к изучению психологической устойчивости к современным вызовам.

Ключевые слова. психологическая устойчивость, цифровая трансформация общества, социокультурные угрозы, молодёжь, противодействие, морально-нравственное воспитание, развитие субъектности

T.B. KRYUKOVA, Ph.D. in Psychology, Associate Professor

Ivanovo State Power University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya str., 34
E-mail: tanya183@yandex.ru

Psychological stability of personality as a factor of countering sociocultural threats

Abstract. The aggravation of social problems reduces the adaptive potential of the individual. Consideration of the problem of psychological stability of the individual is one of the directions in the activities to counteract socio-cultural threats. The approaches to the study of psychological resistance to modern challenges are highlighted.

Key words: psychological stability, digital transformation of society, sociocultural threats, youth, counteraction, moral education, development of subjectivity

В современной быстроменяющейся действительности, где на человека и его психику воздействует множество рисков и угроз особую актуальность приобретают вопросы безопасности и устойчивости личности. Особую роль в обострении социальных проблем безопасности личности играет цифровая трансформация общества.

Сегодня новые информационно-коммуникационные технологии становятся ведущими культурными средствами развития и социализации человека. С помощью них не только формируется картина мира, но и происходит освоение норм и ценностей. Т.Д. Марцинковская подчёркивает, что «современная культура является информационной, а само представление о мире и о себе как никогда зависит от информационного воздействия различных СМИ и СМК» [1]. Тревогу вызывают факты информационного воздействия на молодёжную аудиторию. Интернет и социальные сети для 18-24-летних являются доминирующими и в некоторой степени единственными каналами получения информации и средствами коммуникации. А.С. Чунин [2] отмечает, что Интернет и социальные сети – это привлекательная площадка для распространения социокультурных угроз для личности, общества и государства, в том числе идеологии экстремизма и терроризма. Важно понимать, что подобные угрозы полностью исключить из реальной, а тем более виртуальной действительности невозможно. В силу этого одним из направлений в противодействии социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму является воспитание и культивирование у молодёжи психологической устойчивости к подобным угрозам.

Первоначально «устойчивость» рассматривалось в рамках технических наук, и трактовалась как «способность некой системы испытывать внешние воздействия без разрушения» [3, с. 19]. В психологии проблема устойчивости впервые была поставлена в 1966 г. в докладе Л.И. Божович на Психологическом конгрессе. Психологическая устойчивость и её различные аспекты сегодня становятся предметом исследования многих отраслей психологического знания – инженерной психологии и психологии труда, спортивной и педагогической психологии, возрастной и клинической психологии. Раскрытие феномена психологической устойчивости личности связано с исследованиями эмоциональной, нравственной, моральной устойчивости, устойчивости в напряжённых и экстремальных условиях, устойчивости к аддикциям, устойчивости форм поведения и др.

В настоящее время проблема дефиниции психологической устойчивости остаётся нерешённой. Отечественные исследователи определяют психологическую устойчивость такими аспектами, как стабильность,

уравновешенность, сопротивляемость, самоконтроль, стойкость, стрессоустойчивость, устойчивость к неопределённости и др. Это позволяет индивиду противостоять неблагоприятным обстоятельствам и различным трудностям.

О.Б. Дарвиш установила, что «проявлять устойчивость означает определённым образом реагировать на внешние воздействия, избирательно относиться к внешним влияниям, сопоставлять мнения и поступки других людей, а также собственные поступки с усвоенными нормами и принципами и в соответствии с ними намечать и реализовывать определённую линию поведения» [4, с. 369]. В определении подчёркивается проявление устойчивости с учётом индивидуальных особенностей личности и её активной самоорганизации.

Л.В. Куликов [5] рассматривает психологическую устойчивость как гармоничное единство постоянства и изменчивости личности, статичности и динамичности. В этом случае постоянство проявляется в жизненных принципах и целях, доминирующих мотивах, способах поведения, а изменчивость – в появлении новых способов поведения, в выработке новых форм реагирования на ситуацию, в динамике мотивов поведения.

А.А. Кузьмина и Б.Б. Величковский подводя итог в рассмотрении основных подходов понятия психологической устойчивости, подчёркивают, что «исследование вопросов в области психологической устойчивости акцентирует внимание на интегрированные ситуационно-зависимые величины с учётом системы индивидуальных особенностей, личностных состояний и качеств, самоорганизации, социализации. Психологическая устойчивость определяется как целый комплекс взаимосвязанных компонентов психики: совокупность адаптационных процессов, интегрированность личности, стабильность изменений и т.д.» [6, с. 47].

Анализ работ П.А. Кислякова и др. [7, 8] позволяет выделить несколько направлений в исследовании феномена психологической устойчивости к современным социокультурным угрозам и негативному информационному воздействию:

Первое направление – это раскрытие феномена психологической устойчивости в морально-нравственной перспективе. Так для противодействия современным вызовам индивид должен иметь обладать сформированной системой взглядов, принципов, жизненной позицией, ориентированной на социально значимые цели и ценности, а также духовными ценностями, определяющие его интеллектуальное и эмоциональное отношение к окружающей действительности.

Второе направление – это раскрытие психологической устойчивости в социально-психологической перспективе. Ведущую роль в развитии психологической устойчивости в данной перспективе отводится развитию субъектности, активности индивида и в стремлении выявить у себя личностный потенциал и использовать его в жизни. Противодействие социокультурным угрозам определяется через способность индивида выступать субъектом активности, гибко реагирующим на измене-

ния внешней и внутренней среды, индивидуальным, аутентичным способом организации собственной жизнедеятельности.

Третье направление – это раскрытие психологической устойчивости в системно-деятельностной перспективе. Психологическая устойчивость обеспечивается концентрацией на реализации актуальных задач в настоящем и наличием значимых целей в будущем.

П.А. Кисляков, А.Л.С. Меерсон, П.А. Егорова выделяют «инвариантные показатели, детерминирующие психологическую устойчивость личности в различных контекстах противодействия социокультурным угрозам и негативному цифровому воздействию:

- социокультурная идентичность, основанная на взглядах, убеждениях, установках, согласованных с моральными нормами и духовными ценностями;

- мотивация личности на самоактуализацию, достижение успеха, на открытость и приверженность социуму;

- субъективное благополучие и жизнестойкость;

- критичность мышления и способность к прогнозированию рисков и угроз;

- владение конструктивными копинг-стратегиями;

- адаптационный личностный потенциал, выраженный в овладении методами саморегуляции, обеспечивающими успешность адаптации к изменяющейся социокультурной среде» [7].

Таким образом, психологическая устойчивость личности понимается как сложный многофакторный и многогранный феномен, обеспечивающий адаптацию к новым реалиям при одновременной самоактуализации, которая проявляется в реализации уникального способа организации своей жизни. Психологическая устойчивость личности к социокультурным угрозам формируется в процессах воспитания и развития. Информация о себе как о личности, актуализация жизненных ценностей, освоение психологических механизмов саморегуляции являются необходимым инструментом для развития и формирования психологической устойчивости личности к современным социокультурным вызовам и угрозам.

Литература

1. Голубева Н.А. Информационная социализация: психологический подход / Н.А. Голубева Т.Д. Марцинковская // Психологические исследования: электрон. науч. журн. – 2011. – № 6(20). – С. 2. – DOI: <https://doi.org/10.54359/ps.v4i20.808>

2. Чунин А.С. Сетевые факторы формирования экстремистских установок в молодежной среде / А.С. Чунин // Обзор.НЦПТИ. – 2018. – №1 (12). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/setevye-factory-formirovaniya-ekstremistskih-ustanovok-v-molodezhnoy-srede> (дата обращения: 24.03.2023).

3. Фаустова А.Г. Психологическая устойчивость и феноменологически близкие категории / А. Г. Фаустова, А. Э. Афанасьева, И. С. Виноградова // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. – 2021. – Т. 9. – № 1(32). – С. 18-27. – DOI 10.23888/humJ2021118-27.

4. Дарвиш О.Б. Психологическая устойчивость как базовая характеристика личности / О. Б. Дарвиш // Сибирский педагогический журнал. – 2008. – № 7. – С. 362-370.

5. Куликов Л.В. Психогигиена личности. Вопросы психологической устойчивости и психопрофилактики: учебное пособие / Л.В. Куликов. – СПб.: Питер, 2004. – 464 с.

6. Кузьмина А.А. Основные подходы к исследованию понятия "психологическая устойчивость" / А. А. Кузьмина, Б. Б. Величковский // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 55-8. – С. 44-48. – DOI 10.18411/lj-10-2019-155.

7. Кисляков П.А. Показатели психологической устойчивости личности к социокультурным угрозам и негативному информационному воздействию / П.А. Кисляков, А. Л. С. Меерсон, П. А. Егорова // Вестник Мининского университета. – 2020. – Т. 8. – № 2(31). – С. 11. – DOI 10.26795/2307-1281-2020-8-2-11.

8. Кисляков П.А. Устойчивость личности к социокультурным угрозам в условиях цифровой трансформации общества / П.А. Кисляков, А.Л.С. Меерсон, Е.А. Шмелева, М. О. Александрович // Образование и наука. – 2021. – Т. 23 – № 9. – С. 142–168. – DOI: 10.17853/1994-5639-2021-9-142-168.

УДК 303.688

А.Ю. МЯГКОВ, д-р социол. наук, профессор

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
Кафедра истории, философии и права
153003, г. Иваново, ул. Рабфakovская, 34
E-mail: myagkov@rambler.ru

К вопросу об аналитических возможностях номинативной техники в сенситивных исследованиях

Аннотация. Обсуждается проблема эффективности номинативной техники в преодолении социальной желательности в ответах респондентов на сенситивные вопросы социологов. Приводятся результаты специальных исследований, позволяющие обнаружить ограничения данного метода и наметить условия для его надежного применения.

Ключевые слова. Номинативная техника, социологический опрос, сенситивные вопросы, респонденты, искренность ответов.

A.Yu. MYAGKOV, Doctor of Sociology, Professor

Ivanovo State Power Engineering University,
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya, 34
E-mail: myagkov@rambler.ru

On the question of the analytical capabilities of nominative technique in sensitive research

Abstract. The problem of the effectiveness of nominative technique in overcoming social desirability in the responses of respondents to sensitive questions of sociologists is discussed. The results of special studies are presented, which make it possible

to detect the limitations of this method and outline the conditions for its reliable application.

Key words. Nominative technique, sociological survey, sensitive questions, respondents, sincerity of answers.

Номинативная техника – относительно новый и мало изученный метод сбора данных по сенситивной проблематике. В наиболее законченном и развернутом виде он был представлен американской исследовательницей Дж. Миллер в начале 1980-х гг. в качестве альтернативы RRT и предназначен для контроля социальной желательности и повышения искренности ответов респондентов на деликатные вопросы социологов [1; 2]. Важнейшая функция номинативной техники состоит в том, чтобы минимизировать отрицание респондентами их причастности к социально нежелательным видам поведения.

В теоретическом плане метод опирается на концепцию «сетевой» («теневой») выборки, ранее сформулированную М. Сиркеном [3].

Главная идея номинативной техники, благодаря которой участникам опроса гарантируется конфиденциальность ответов, состоит в том, что респондентов спрашивают не об их собственных действиях (например, об употреблении наркотиков), а о поведении их близких родственников или знакомых. Тем самым полностью исключается использование прямого вопроса о причастности опрашиваемых к изучаемому виду девиантного или трансгрессивного поведения. При этом допускается, что они вполне могут быть «достоверными информантами» относительно мнений, намерений и поступков «третьих лиц», поскольку им многое дополнительно известно об образе жизни и привычках своих друзей.

Согласно общей логике метода, респондентам в ходе исследования задаются два взаимосвязанных вопроса [2, р. 107].

1). «О скольких Ваших близких друзьях Вам доподлинно известно, что они когда-либо употребляли героин? Просто подсчитайте тех, о которых Вы точно знаете, что они его употребляли».

Если ответ равен или больше 1, тогда о каждом из употребляющих героин друзей респондента задается второй вопрос.

2). «Сколько других близких друзей этого человека (кроме Вас) знают, что он (или она) употребляет героин?».

Второй вопрос в данном случае нужен для того, чтобы определить соответствующий «весовой коэффициент» для коррекции дубликации ответов респондентов. Ведь очевидно, что каждый потребитель героина с учетом социальных сетей может быть известен нескольким респондентам, а с другой стороны, каждый респондент может сообщать о нескольких потребителях. Показатель «веса» позволяет скорректировать тот факт, что потребитель героина может быть назван двумя, тремя, четырьмя и более близкими друзьями респондента [2, р. 108].

Статистическая логика и развернутый математический аппарат для получения несмещенных номинативных оценок с учетом дубликаций

номинантов подробно представлены в работах Дж. Миллер [2], а также А. Чаудхури и Т. Христофидеса [4].

В специальной литературе нередко можно встретить комплиментарные оценки номинативной техники. Считается, что данный метод представляет собой эффективный инструмент для получения надежных оценок сенситивного поведения. Судя по данным ряда исследований, проведенных в США, Малави, Камбодже, Лаосе и др. странах, техника хорошо зарекомендовала себя при изучении различных стигматизированных вопросов и тем (от нелегального потребления продуктов дикой природы до рискованного сексуального поведения) [2; 5–7].

Между тем более пристальный анализ исследовательских данных позволяет усомниться в однозначности сделанных ранее выводов. В частности, валидационные тесты, проведенные Дж. Миллер, показывают, что полученные ею результаты отнюдь не идеальны. С одной стороны, номинативные оценки наркопотребления не во всех исследуемых случаях *существенно* превышают соответствующие показатели самоотчетов [2, р. 113, 115]. С другой стороны, приводимые автором данные свидетельствуют лишь о дескриптивных различиях в пользу нового метода, но без учета уровней их статистической значимости.

Кроме того, в более поздних исследованиях других авторов были получены результаты, кардинально «выбивающиеся» из общего тренда позитивных оценок номинативной техники. Так, например, исследование Э. Дэвис и ее коллег, проведенное в 2019 г. в Лаосе ($n=179$), не подтвердило сделанный ранее вывод о явных преимуществах тестируемого метода. Домашнее потребление медвежьих дериватов в ходе обычных персональных интервью признали 23,5% опрошенных, в то время как номинативные оценки оказались в два раза ниже –11,3% [8, р. 286]. Анализ полученных данных, проведенный авторами, показал, что неудача номинативной техники связана прежде всего с особенностями восприятия изучаемой темы респондентами и спецификой социальных отношений в лаосском обществе. Бытовое потребление продуктов дикой природы в Лаосе имеет широкое распространение среди населения, не стигматизировано в массовом сознании, а потому сама эта тема не воспринимается опрашиваемыми как устрашающая [8, р. 286]. Высокая степень сенситивности обсуждаемых в опросе видов поведения, по мнению авторов исследования – главное условие надежного применения номинативной техники.

Для окончательного решения вопроса о ее эффективности необходимы дополнительные валидационные испытания.

Литература

1. Miller J.D. A New Survey Technique for Studying Deviant Behavior. Ph.D. thesis. Washington, D.C.: The George Washington University, 1984.
2. Miller J.D. The Nominative Technique: A New Method of Estimating Heroin Prevalence. Self-Report Methods of Estimating Drug Use: Meeting Current Challenges to Validity / Ed. by Rouse B.A. et al. Nida Research Monograph 57, 1985. P. 104–

124. – URL: <https://www.ojp.gov/ncjrs/virtual-library/abstracts/self-report-methods-estimating-drug-use-meeting-current-challenges>.

3. Sirken M. Evaluation and Critique of Household Surveys of Substance Use . Alcohol and Other Drugs Use and Abuse in the State of Michigan. Lansing: Michigan Department of Public Health, 1975. P. 1 – 35.

4. Chaudhury A., Christofides T.C. Indirect Questioning in Sample Surveys. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.

5. Yeatmen S., Trinitapoli J. Best-Friend Reports: A Tool for Measuring the Prevalence of Sensitive Behaviors // American Journal of Public Health. 2011. Vol. 101. No. 9. P. 1666–1667.

6. Davis E.O., Crudge B., Lim T. et al. Understanding the Prevalence of Bear Part Consumption in Cambodia: A Comparison of Specialized Questioning Techniques // PLOS ONE. 2019. Vol. 14. No. 2. P. 1 – 17. – URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0211544>.

7. Davis E.O., Glikman J.A. An Assessment of Wildlife Use by Northern Laos Nationals // Animals. 2020. Vol. 10. No. 685. P. 1 – 13.

8. Davis E.O., Crudge B., Glikman J.A. The Nominative Technique: A Simple Tool of Assessing Illegal Wildlife Consumption // Oryx. 2022. Vol. 56. No. 2. P. 284 – 287.

УДК621.311.24:621.313.12

М.Е.РАСКУМАНДРИНА, к.психол.н., доцент

Ивановский государственный университет,
153025 г. Иваново, ул. Ермака, д.39
E-mail: raskym@mail.ru

Воспитательные позиции родителей в семьях с наркозависимыми подростками

Аннотация. В работе приведены результаты исследования особенностей детско-родительских отношений в семьях наркозависимых подростков по сравнению с семьями без наркозависимости.

Ключевые слова: аддиктивное поведение, гиперопека, воспитательная конфронтация, гиперпротекция, созависимость.

M.E. RASKUMANDRINA, Ph.D. in Psychology, Associate Professor

Ivanovo State University,
Russia, 153025 Ivanovo city, Ermaka street, 39
E-mail: raskym@mail.ru

Educative positions of parents in families with drug addict adolescents

Abstract. This work demonstrates investigation results of child-parent relationship peculiar properties in families with drug addict adolescents according to families without drug addiction.

Key words: addictive behavior, hyperprotection, educative confrontation, overprotectiveness, codependence

Решение вопросов о механизмах формирования наркотической зависимости у подростков неизбежно выводит на тему детско-родительских отношений. Нередко неблагоприятные отношения с родителями являются одним из пусковых механизмов формирования зависимости или облегчают дебют употребления наркотиков.

Проведённое нами исследование взаимосвязи особенностей детско-родительских отношений и формирования социально-психологических качеств подростков без наркозависимости показало наличие прямой связи возникновения склонности к аддиктивному поведению подростков с восприятием ими матери как требовательной и контролирующей. Такая мать ожидает высокого уровня ответственности от своего ребёнка, проявляет мелочную опеку, навязчивость, ограниченность. [3] Ситуация высокой ответственности, ограничений, критики без принятия и поддержки является стрессовой для подростков. Вследствие невозможности справиться со стрессом, а также под влиянием социального окружения они могут уходить в аддиктивные формы поведения. Обратная связь обнаружена между склонностью к аддиктивному поведению и воспитательной последовательностью отца, которая предполагает стабильность требований, постоянство в отношении к ребёнку, в критериях применения поощрений и наказаний. Это создаёт для подростка ситуацию психологической безопасности и определённости.

Отношение родителей к ребёнку может сильно меняться после обнаружения его наркозависимости. При этом не только её возникновение, но и преодоление во многом зависит именно от качества этого отношения, особенностей взаимодействия между родителями и ребёнком.

Сравнительное исследование воспитательных позиций родителей в семьях с наркозависимыми подростками и подростками без наркозависимости, проведённое совместно с И. Ломыга с использованием методики «Взаимодействие родитель – ребенок» И.М. Марковской, опросника «Анализ семейных взаимоотношений» Э.Г. Эйдемиллера (АСВ), опросника детско-родительских отношений А.Я. Варга, В.В. Столина, «Шкалы семейного окружения» С.Ю. Куприянова показало наличие значимых различий между родителями двух групп. Математическая обработка данных была проведена с помощью критерия Манна-Уитни.

Выборку исследования составили две группы: родители наркозависимых подростков и родители подростков без наркозависимости (по 20 матерей и 20 отцов в каждой группе). Возраст испытуемых от 30 до 40 лет, их детей – от 13 до 16 лет.

Родители наркозависимыми подростками значимо ниже оценивают своё принятие ребёнка, степень сотрудничества с ним, удовлетворённости отношениями. При этом у них значительно выше оценки воспитательной конфронтации в семье, своей родительской последовательности, контроля, строгости и требовательности. Матери обнаруживают значительно более высокую тревожность за своего ребёнка

по сравнению с родителями другой группы и отцами наркозависимых. При этом оба родителя наркозависимых подростков отмечают высокую степень эмоциональной близости с ребёнком, которая проявляется в постоянном внимании к его поведению и эмоциональному состоянию. От наркозависимого подростка, не имеющего достаточных ресурсов для решения актуальных проблем, практически зависит эмоциональное состояние родителей. При этом ему не оказывают продуктивной помощи. Высокая концентрация на ребёнке при низкой степени его принятия и сотрудничества с ним приводит к травматичности отношений для всех участников. Сосредоточенность на ребёнке способствует остановке в личностном развитии родителей, невозможности решить свои возрастные задачи. Это вызывает формирование такого дисфункционального состояния, как созависимость, являющаяся дополнительным источником страданий. Наркозависимость ребёнка является сильным стрессом для всех членов семьи, предъявляет высокие требования к их зрелости, ответственности, воспитательному мастерству, мудрости. Однако нередко эмоциональная травма вызывает у родителей растерянность, регресс к незрелым, шаблонным, непродуктивным формам поведения, желание перенести ответственность за случившееся на социальные институты, на самого ребёнка. В то время, когда ему требуется максимальная поддержка со стороны родителей, их ресурса, воспитательных умений на это не хватает. [1]

Обнаружено, что родители наркозависимых в максимальной степени воспринимают своего ребёнка как несостоятельного, инфантильного, не способного решать свои проблемы, беспомощного, ведомого. Они обесценивают его интересы, увлечения, формы активности, не видят в нём положительного потенциала. Низко оценивают его способности, личностные качества. Испытывают по отношению к нему досаду, злость, раздражение, обиду. С одной стороны, это вполне объяснимо. Наркозависимый подросток не может управлять своим поведением, требует внешнего контроля. С другой стороны, полное лишение его самостоятельности, веры в свои возможности не позволяет формировать активную позицию по отношению к своей жизни.

Отмечается наличие гиперопеки в отношении детей со стороны обоих родителей наркозависимых подростков и матерей подростков без наркозависимости. Это может иметь негативные последствия для воспитания детей. Даже при воспитании подростка с наркозависимостью брать всю ответственность за его жизнь на себя, не представлять ему никакой самостоятельности, не давать ни ему, ни себе возможности проживать свою жизнь – значит вызвать много других проблем. [4] У матерей наркозависимых наряду с высоким уровнем требований – запретов сильно выражено потворствование ребёнку, удовлетворение большого числа его потребностей. Такая противоречивая позиция матери усиливает беспомощность ребёнка, дезориенти-

рует его. При этом у отцов наркозависимых сильно выражена чрезмерность санкций. Они демонстрируют жёсткий стиль воспитания, склонность к строгим наказаниям. Это, особенно при низком принятии ребёнка, с большой степенью вероятности может привести к протестным реакциям и ухудшению ситуации.

Полученные в исследовании данные позволяют нам сделать вывод о том, что воспитательные позиции родителей наркозависимых подростков, способы их взаимодействия с детьми не являются продуктивными.

В целом воспитательную позицию родителей наркозависимых подростков можно определить как доминирующую гиперпротекцию, которая характеризуется тем, что ребенок находится в центре внимания родителей, которые отдают ему много сил и времени, но в то же время лишают его самостоятельности, ставя многочисленные ограничения и запреты, не принимают его, не сотрудничают с ним. Это приводит к усугублению нарушений отношений с ребёнком, истощению ресурсов родителей, неосознанной трансляции ребёнку деструктивной установки «не живи». [2]

Результаты исследования говорят о необходимости проведения систематического психологического просвещения родителей, направленного на повышение их осведомлённости об особенностях современных подростков, эффективных способах взаимодействия с ними, продуктивных родительских позициях. Полезным представляется также проведение тренингов родительской эффективности, психологических мастер-классов, направленных на профилактику и разрешение проблем, возникающих во взаимоотношении с детьми в современных семьях. Родителям наркозависимых подростков требуются квалифицированная психологическая помощь и поддержка не только в плане формирования продуктивных детско-родительских отношений, но и для решения задач собственного возрастного развития.

Литература

1. Алёшина Ю.Е. Индивидуальное и семейное психологическое консультирование. – М.: Независимая фирма «Класс», 2000. – 208 с.
2. Линде Н.Д. Психологическое консультирование: Теория и практика: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: ЗАО Издательство «Аспект Пресс», 2013. – 272 с.
3. Марковская И.М. Тренинг взаимодействия родителей с детьми. – СПб.: Речь, 2005. – 150 с.
4. Эйдемиллер Э.Г., Добряков И.В., Никольская И.М. Семейный диагноз и семейная психотерапия. Учебное пособие для врачей и психологов. – СПб.: Речь, 2005. – 336 с.

Ивановский государственный университет,
153025 г. Иваново, ул. Ермака, 39
E-mail: revyakinevgeni@rambler.ru

Национальный состав населения Ивановской области (по материалам всероссийских переписей населения)

Аннотация. В работе на основе переписей рассмотрен национальный состав населения Ивановской области, проанализированы тенденции его изменения за последние три десятилетия.

Ключевые слова: национальный состав населения, перепись населения, национальность.

E.S. REVYAKIN, Ph.D., Associate Professor

Ivanovo State University,
153025 Ivanovo, Ermak Street, 39
E-mail: revyakinevgeni@rambler.ru

National composition of the population Ivanovo region (based on the materials of the All-Russian population censuses)

Abstract. In the work, based on the censuses, the national composition of the population of the Ivanovo region is considered, the trends of its change over the past three decades are analyzed.

Key words: national composition of the population, population census, nationality.

Ивановская область относится к регионам, для которых характерен однонациональный состав населения. По данным всероссийской переписи 2010 года русские составили в области 95,57 % от общей численности населения, указавшего национальную принадлежность [2]. Регион, в котором на один этнос приходится более 90 % населения, считается мононациональным [1]. При этом в области проживают представители более ста национальностей. Однако доля в населении ни одной из них не достигает уровня одного процента. Наиболее крупными диаспорами являются: 1) украинцы (7684 чел., 0,76 %); 2) татары (6696 чел., 0,67 %); 3) армяне (4645 чел., 0,46 %); 4) азербайджанцы (3545 чел., 0,35 %). Численность представителей всех других национальностей составила в области 21980, то есть 2,18 % от общей численности населения. Это: белорусы (2379 чел.), цыгане (2283 чел.), узбеки (1399 чел.), мордва (1243 чел.), чувашаи (1240 чел.), молдаване (1181 чел.). Численность представителей остальных национальностей составила менее тысячи. Это грузины, таджики, немцы, чеченцы, киргизы, удмурты, корейцы и другие [2].

При этом за последние 30 лет существенных изменений в этнической структуре населения области не произошло. По данным переписей 1989 и 2002 года доля русских в населении данного региона также составляла около 95 % [2]. Всероссийская перепись населения 2020 года тоже подтвердила одноплеменный характер населения области. Из всех лиц, указавших национальность, русскими себя назвали 95,97 % [3]. При этом русским языком владеют и используют его в повседневной жизни более 99 % жителей региона [4].

В то же время за период с 1989 года численность украинцев и белорусов, проживающих в области уменьшилась почти в два раза, а численность армян и азербайджанцев возросла в несколько раз [2]. Однако эти изменения не являются существенными так как численность представителей этих национальностей в области очень мала.

Национальный состав населения города Иванова мало отличается от национального состава населения области в целом. Доля русских здесь составила в 2010 году 94,52 %, что несколько ниже областного уровня. В крупных районных центрах, например, в Кинешме, Вичуге, Шуе, она достигает уровня 97 % [2]. При этом в областном центре проживают представители более 70 национальностей. Среди них: азербайджанцы (1938 чел.), армяне (2513 чел.), белорусы (1067 чел.), татары (3843 чел.), украинцы (2914 чел.) [2]. В то же время в каждом районе области, в том числе и в райцентрах, проживают представители около 20 национальностей.

Кроме того, в ходе переписи 2010 года было выявлено, что свыше 95 % населения области независимо от национальности владеет русским языком [2]. При этом родным русский язык считают 72 % украинцев, 56 % татар, 21 % армян, 17 % азербайджанцев. Из лиц, указавших в ходе переписи национальную принадлежность, родным русский язык назвали 99,85 % [2].

Национальные отношения в области в целом являются благоприятными и носят мирный характер. В 2008 году в областном центре было создано бюджетное учреждение «Ивановский дом национальностей», которое стало третьим после создания подобных учреждений в Москве и Санкт-Петербурге. Кроме того, в области существуют около 30 национальных общественных объединений и Ивановское региональное отделение Ассамблеи народов России.

Деятельность национальных общественных объединений направлена на дальнейшее совершенствование и развитие межнационального диалога, сохранение культуры и языков всех народов, проживающих в области. Общественные объединения занимаются благотворительной деятельностью, организуют фестивали национальных культур, проводят творческие вечера, круглые столы, концерты, отмечают национальные праздники и т.д.

При этом в области имеют место такие негативные явления как незаконная миграция, негативные стереотипы в отношении некоторых

национальностей у части населения. С советских времен область является центром трудовой и учебной миграции. В учебных заведениях г. Иванова обучаются студенты из стран Азии и Африки, из республик бывшего Советского Союза, в том числе из стран Средней Азии и Закавказья, а также представители кавказских республик Российской Федерации. В связи с этим сфера национальных отношений в области требует большого внимания со стороны государственных и общественных организаций. Национальная политика в регионе должна быть направлена на дальнейшее совершенствование межнациональных отношений, развитие и сохранение культуры различных народов, предупреждение возникновения возможных конфликтов на национальной почве.

Литература

1. Демография / под ред. В.Г. Глушковой. – М.: КНОРУС. 2002.
2. Итоги Всероссийской переписи населения на 14 октября 2010 года. Т.5. Национальный состав и владение языком, гражданство населения Ивановской области. – Иваново: Иваново-стат. 2013.
3. Итоги Всероссийской переписи населения 2020. Т.5. Национальный состав и владение языками. Таблица 1. Национальный состав населения. [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Tom5_tab1_VPN-2020.xlsx (дата обращения: 18.03.23).
4. Итоги Всероссийской переписи населения 2020. Т.5. Таблица 3. Население по национальной принадлежности, владению русским языком и его использованию. [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Tom5_tab3_VPN-2020.xlsx (дата обращения: 18,03,23).

УДК 378

А.Т. РОМАНОВА, бизнес-аналитик,
И.К. ШАФИГУЛЛИН, к.ф.-м.н., директор по методологии в обучении

ООО «ГИКБРЕИНС»
125167, г. Москва, Ленинградский пр-кт, д. 39, стр. 79
E-mail: alexandratomoriyn@gmail.com

Образовательные онлайн-платформы: принципы, опыт, проблемы (на примере компании ООО «Гикбреинс»)

Аннотация. Данная статья посвящена образовательным онлайн-платформам на примере компании Geekbrains. В статье описываются принципы работы компании, ее опыт и достижения за время существования, а также рассматриваются основные проблемы, с которыми сталкиваются онлайн-платформы в сфере образования.

Ключевые слова. Образовательные онлайн-платформы, принципы, опыт, проблемы, рынок онлайн образования, динамика рынка, перспективы развития, курсы.

A.T. ROMANOVA, business-analyst,
I.K. SHAFIGULLIN, candidate of physical-mathematical sciences,
Director of Methodology in Education

«GEEKBRAINS» LLC
125167, Moscow, Leningradsky Prospekt 39, bld. 79
E-mail: alexandratomoriyn@gmail.com

Educational online platforms: principles, experience, problems (on the example of the company "Geekbrains" LLC)

Abstract. This article is devoted to educational online platforms using the example of Geekbrains. The article describes the principles of the company's work, its experience and achievements during its existence, and also discusses the main problems faced by online platforms in the field of education.

Key words. Educational online platforms, principles, experience, problems, online education market, market dynamics, development prospects, and courses.

Российский рынок онлайн-образования демонстрирует стабильный рост в течение последних нескольких лет. Так, по оценке Smart Ranking рынок онлайн-образования в 2019 году составил 13,5 млрд. руб., в 2020 - 30,9 млрд. руб., в 2021 – 74,8 млрд. руб., и в 2022 году – 87,8 млрд. руб. За 4 года объём рынка увеличился в 6,5 раз или на 550%.

На мировом уровне также наблюдается положительная динамика роста рынка онлайн-образования (для релевантности данных показатели взяты только по сектору «образовательные онлайн-платформы»). По данным Statista в 2019 году рынок составил 37,1 млрд. долл., в 2020 – 50,4 млрд. долл., в 2021- 57,1 млрд. долл., и в 2022 году – 56,69 млрд. долл. Таким образом, за 4 года рынок вырос в 1,52 раза или на 53%.

Стоит отметить, что пандемия COVID-19 сыграла немаловажную роль в развитии рынка онлайн-образования. В частности, популяризации и распространении онлайн-платформ как в России, так и в мире.

Наиболее популярными онлайн-платформами для обучения в мире являются Coursera, Udemy, LinkedIn Learning, edX, Skillshare и Pluralsight. В России популярными являются такие платформы, как Geekbrains, Skillbox, Яндекс.Практикум, и Netology.

В этой статье мы рассмотрим принципы, проблемы и опыт использования образовательных онлайн-платформ на примере компании Geekbrains.

К основным принципам работы компании относятся:

1. *Доступность.* Одной из основных миссий компании является сделать образование доступным для всех желающих. На платформе Geekbrains обучаются студенты в возрасте от 6 до 55+ лет, проживающие более чем в 100 странах и обладающие разным уровнем знаний.

2. *Персонализация.* Каждый пользователь может самостоятельно выбрать траекторию обучения, срок, темп, подобрать индивидуальные параметры в зависимости от своих целей, воспользовавшись конструктором на платформе или же обратившись за помощью к консультанту.

3. *Качество образования.* В компании используются современные методики обучения, к преподаванию привлечены действующие практики. Деятельность компании ведётся на основании государственной лицензии №040485, что позволяет студентам по окончании обучения получить лицензированные диплом или удостоверение.

4. *Инновационность.* Компания Geekbrains всегда ищет новые подходы к обучению и развитию, используя передовые технологии и методики. Это позволяет компании предоставлять пользователю наиболее эффективные и современные решения.

5. *Открытость и прозрачность.* Компания Geekbrains открыта для общения с пользователем и всегда готова выслушать его мнение и предложения. Также компания стремится держать информацию о своей деятельности и бизнес-процессах в открытом доступе для своих пользователей и партнёров.

6. *Развитие сообщества.* Компания Geekbrains создает и поддерживает сообщество единомышленников, которые разделяют её ценности и принципы. С помощью регулярных мероприятий и общения с пользователями компания стимулирует развитие сообщества и взаимную помощь между его участниками.

7. *Гибкость и адаптивность.* Компания Geekbrains готова адаптироваться к изменяющимся требованиям рынка и пользователям, предлагая новые продукты и сервисы.

8. *Интерактивность.* Участники курсов могут задавать вопросы и получать ответы от преподавателей, а также общаться друг с другом в специальных чатах и форумах.

9. *Практичность.* Обучение на Geekbrains строится на практических заданиях и проектах, которые позволяют участникам применять полученные знания на практике.

Проблемы онлайн-образования на Geekbrains:

1. *Цены на услуги.* Некоторые программы обучения могут быть слишком дорогими для большинства пользователей, что может стать препятствием для обучения на платформе. Однако, пользователи могут также воспользоваться бесплатными курсами и материалами, которые Geekbrains держит в открытом доступе. Более того, компания предлагает различные тарифы, скидки, рассрочки и прочие выгодные условия.

2. *Конкуренция на рынке онлайн-образования.* С развитием рынка образования увеличивается и количество онлайн-платформ, которые предлагают схожие, либо аналогичные услуги. Это означает, что компания должна бороться за внимание и лояльность потенциальных студентов, чтобы привлекать больше клиентов и удерживать их.

3. *Проблемы с технической поддержкой.* Некоторые пользователи

платформы жалуются на проблемы с технической поддержкой. Например, длительные сроки ответа на запросы или отсутствие чётких инструкций по использованию платформы.

4. *Формат обучения.* Не всем студентам может подходить видеоформат обучения. В связи с этим в компании были внедрены онлайн-семинары и лекции, трансляции с разбором домашних заданий для того, чтобы студенты имели возможность задать вопрос напрямую преподавателю в реальный момент времени.

5. *Поддержание мотивации студентов на протяжении всего процесса обучения.* Особое внимание должно уделяться подбору учебного материала, методам обучения, наличию интерактивности, обеспечению поддержки и обратной связи для студентов, грамотному планированию занятий.

6. *Технические неполадки, ограничения в использовании ПО, вызванные санкциями.* По устранению возможных проблем, связанных с технической частью необходимо регулярно проводить техническое обслуживание и мониторинг своих систем и ресурсов, искать альтернативные ресурсы и инструменты, которые могут быть использованы в случае ограничений на использование некоторых технологий.

В целом, опыт использования образовательных онлайн-платформ, включая Geekbrains, показывает, что онлайн-образование является эффективным и удобным способом для обучения новым навыкам и получения знаний.

Компания Geekbrains была основана в 2010 году, и за время своего существования она смогла стать одной из самых известных онлайн-платформ образования в России.

Такому успеху способствовали:

1. *Концентрация на практических навыках.* Geekbrains сосредотачивается на обучении практическим навыкам, которые могут быть применены в реальной жизни. Этот подход позволяет компании создавать более интересные и полезные курсы для своих пользователей, которые могут помочь им в карьере и повысить свою квалификацию.

2. *Использование экспертов-практиков.* Geekbrains приглашает ведущих экспертов-практиков в различных областях, чтобы создавать курсы, которые отвечают потребностям пользователей. Этот подход позволяет компании сохранять актуальность контента и предлагать новейшие знания и навыки в разных сферах.

3. *Привлечение студентов и специалистов.* Geekbrains активно привлекает студентов и специалистов. Это позволяет создать более интересные курсы и обеспечивает разнообразие взглядов и опыта, что обогащает образовательный процесс.

4. *Инновации и постоянное развитие.* Geekbrains продолжает инвестировать в развитие платформы и добавление новых функций и возможностей для пользователей. Компания постоянно работает над улучшением качества контента, технической поддержки и удобства

использования, чтобы оставаться конкурентоспособной на рынке онлайн-образования.

Литература

1. Edtechs. Рейтинг крупнейших компаний в сфере онлайн-образования по оценке Smart Ranking. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://edtechs.ru/>.
2. Анализ цифрового рынка. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.statista.com/outlook/dmo/eservices/online-education/worldwide#revenue>
3. Geekbrains. – URL: <https://gb.ru/>
4. Книга о Geekbrains. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gbcndn.mrgcdn.ru/uploads/staticpage/363/asset/34cf20fe747d454cd5245644c56a9c8e.pdf>

УДК 316.6

Н.Р. РОМАНОВА, к.психол.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: nromanova@mail.ru

Психологическое исследование глубинных цивилизационных предпочтений молодёжи

Аннотация. Рассматривается понятие цивилизационного выбора. Анализируются детерминанты цивилизационного выбора студенческой молодёжи РФ. Приводятся результаты исследований актуальных цивилизационных предпочтений студентов.

Ключевые слова. Цивилизация, цивилизационный выбор, глубинные предпочтения, семантический дифференциал.

N.R. ROMANOVA, Ph.D of Psychology, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University,
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya, 34
E-mail: nromanova@mail.ru

Psychological study of the deep civilizational preferences of youth

Annotation. The study examine the concept of civilizational choice, analyze the determinants of the civilizational choice of student youth in Russia and provide the results of research of actual civilizational preferences of students.

Key words. Civilization, civilizational choice, deep preferences, semantic differential

Термин «цивилизация» возник во Франции в XVIII в. и изначально обозначал всеобщий прогресс и развитие культуры общества. По мере использования в научных дискуссиях его содержание менялось и наполнялось новыми значениями и смыслами, становясь то недоста-

жимой идеализированной ценностью, то нормативным измерением общества [2]. Психологию интересуют не столько научные трактовки термина «цивилизация», сколько его субъективное содержание, сформировавшееся в массовом сознании; а также глубинные имплицитные представления масс о цивилизации. Особенно актуально выявление представлений о цивилизации, сформировавшихся в сознании современной молодёжи.

По мнению Самюэля Хантингтона, которое он выразил в 1996 году в своем труде «Столкновение цивилизаций» Запад «... ещё долгие годы будет оставаться самой могущественной цивилизацией» [5, С. 25]. Но мир динамично меняется. Существующие цивилизации перешли от кратковременного состояния взаимодополнения к состоянию столкновения. Какая цивилизация станет лидирующей в XXI веке – во многом зависит от цивилизационного выбора масс и, прежде всего, молодёжи.

Цивилизационный выбор – исторически обусловленный выбор обществом пути развития, а именно: религии, ценностей, норм, мировоззрения, принадлежности, способа существования и взаимодействия с внешними обществами. Цивилизационный выбор не сводится к цивилизационной идентичности. Идентичность касается, в основном, факта принадлежности к тому или иному сообществу, а выбор – направления развития. То, какой выбор сделает общество и элита, его представляющая, определяется многими факторами. С позиций психологии, это не только сознательные детерминанты, но также и глубинные, зачастую неосознанные предпочтения масс. Причём, если уровень сознания достаточно плотно контролируется подчинёнными элите СМИ, то уровень глубинных установок и предпочтений менее доступен контролю. Исследовать его важнее, так как именно этот слой коллективного разума (включающий сознание и бессознательное) определяет поведение масс, часто вопреки конформным установкам, навязанным массовому сознанию властью.

Термин «предпочтение» в филологии определяется как признание преимущества перед кем-либо или чем-либо другим. Это не просто выбор. Это выбор с множеством альтернатив и оценкой вектора последствий сделанного выбора. Сознательно или интуитивно взвешиваются все выигрыши и издержки предполагаемого выбора и устанавливается система преимущественных выборов. Это своего рода последовательность попарных сравнений, а не просто иерархизация вариантов.

Под цивилизационными предпочтениями мы будем понимать сложившуюся в массовом менталитете систему оценок существующих цивилизаций. Отметим, что понятие «менталитет» в данном случае наиболее уместно, так как включает в себя как осознаваемые рациональные, так и неосознаваемые мотивационно-эмоциональные компоненты. Этот вывод основывается на этимологии слова «менталитет», происходящего от латинского *mentis* – душа, дух, ум. Ёмкость этих понятий шире понятия «сознание».

Арнольд Тойнби и Самюэль Хантингтон описали следующие цивилизации: западную, индустриальную, православную, конфуцианскую, японскую, исламскую, латиноамериканскую и африканскую [3, 4, 5]. Однако С. Хантингтон довольно гибко наполнял содержание понятия «цивилизация». Национальные государства он рассматривал как «основных игроков», своеобразные цивилизации, которые группируются вокруг ведущих (стержневых) стран своих цивилизаций [5, С.16]. Сегодня, с учётом реалий, правомее выделять не православную цивилизацию, а так называемый «Русский мир», центром которого является Россия (РФ) – многоконфессиональное, социально-ориентированное общество, пропитанное ценностями и капитализма, и социализма, и коммунизма. Конфуцианскую цивилизацию, отождествляемую в XXI веке преимущественно с Китаем, правомее на данном этапе развития обозначать как китайскую, впитавшую в себя и конфуцианство, и идеи коммунизма. Близость Китая и России как цивилизаций как раз и объясняется этой пропитанностью и опытом совместного строительства «общества будущего». Наши исследования, проводимые с 2011 по 2023 год показали, что из так называемого Запада (западного мира, западной цивилизации) правомее выделить американскую и европейскую цивилизации. Отличие менталитета Западной Европы и США отмечал в своё время Збигнев Бжезинский [1]. На данном историческом этапе различия этих двух разновидностей одной Западной цивилизации становятся заметны всё меньше, в силу подчинённого положения ЕС по отношению к США. Но длинный исторический путь совместного развития стран Европы позволяет оценивать вероятность цивилизационного развода с США в средней исторической перспективе как высокую.

Учитывая, что для молодёжи РФ наиболее близкими географически, ментально и материально являются Россия, Китай, Евросоюз (ЕС) и США, отношение именно к этим странам-цивилизациям мы и положили в основу нашего исследования. Россию и Китай мы рассматриваем как ведущие страны-цивилизации, словами С. Хантингтона «бросающие вызов» Западной цивилизации, к которой относятся Евросою и США [5, С.162]. От того, какой выбор сделает подрастающее поколение зависит исход этого противостояния. Выбор молодёжи определяется многими факторами: опытом взаимодействия с тем или иным обществом (цивилизацией); образом цивилизации, созданным в СМИ, СМК, искусстве; глубинными предпочтениями, сформированными на основе цивилизационной самоидентификации и др.

В феврале 2023 года мы провели исследование глубинных цивилизационных предпочтений студенческой молодёжи России. В качестве инструментария применялся метод сематического дифференциала (СД). База исследования – ИГЭУ. Испытуемыми являлись студенты 1 – 3 курсов. Выборка составила 94 студента. Из них 17 девушек, 73 юноши и 4 студента, не указавших свой пол. Возраст варьировал от 18 до 25 лет.

Применялся вариант СД, предложенный В.Ф. Петренко, включающий шкалы «эмоциональная оценка», «сложность», «активность», «сила», «упорядоченность» и «комфортность». Именно по этим параметрам и выявлялись цивилизационные предпочтения. Как показало исследование наиболее важными имплицитными критериями являлись «эмоциональная оценка», «активность», «сила» и «комфортность».

Подсчитывались средние показатели по шкалам СД по всей выборке, по выборкам девушек и юношей.

Получены следующие результаты. По сумме эмоциональных шкал («эмоциональная оценка» и «комфортность») оказалось, что 23,4 % всех испытуемых отдали предпочтение России, 21,62% – Китаю, 12,78% – Евросоюзу и только 6,38% выбрали США. Около 40% принявших участие в исследовании студентов не отдали предпочтение никому. Они критично, нейтрально, слабо-положительно или же противоречиво отнеслись как к РФ, так и к США, ЕС и Китаю. По фактору «сила» статистически значимо лидирует РФ. Среднее по всей выборке равняется 5,596 (в диапазоне от -9 до +9). У Китая этот показатель составил 4,757, а у США равнялся 4,489. Различия по выборкам США и РФ достоверны на 1% уровне значимости ($t_f = 2,841$, при $t_{кр} = 2.58$). Евросоюз студенты оценили как недостаточно сильную цивилизацию (среднее значение составило 2,606). Разница достоверна со всеми сравниваемыми цивилизациями. В частности, различия ЕС по силе в сравнении с РФ достоверны на 0,1% уровне ($t_f = 6,773$, при $t_{кр} = 3,29$). А вот по фактору «активность» к России у студентов есть немало претензий. Среднее составило 3,106, в то время как у США 5,745 ($t_f = 3,992$, при $t_{кр} = 3,29$, различия достоверны на 0,1% уровне значимости). У Китая оценка за активность 6,473 ($t_f = 4,732$ при $t_{кр} = 3,29$). Активность Евросоюза оценивалась в 3,096, то есть на уровне РФ.

Таким образом Китайская цивилизация на глубинном уровне молодёжного сознания оценивается как привлекательная, наиболее активная и достаточно сильная, а кроме того ещё и более сложноорганизованная и упорядоченная. По совокупности параметров именно ей в 2023 году студенты отдали предпочтение даже в сравнении с Россией.

Мы также провели сравнительный анализ средних значений по выборкам юношей и девушек. Ожидалось что, обеспокоенные ситуацией СВО, студенты мужского пола будут более критичны к РФ, чем девушки, для которых вероятность оказаться в зоне СВО по призыву стремится к нулю. Действительно, симпатии девушек к РФ более выражены по сравнению с мужской выборкой (у девушек среднее по фактору «эмоциональная оценка» составило 3,353 а у парней 1,329, различия близки к достоверным).

Мы также проанализировали динамику изменения отношений к странам-цивилизациям с 2018 года. В исследованиях 2018 – 2019 годов выборка была ограниченной (34 чел.). Но для статистического анализа достаточной. Сравнение средних по 2018 и 2023 годам показало, что

эмоциональная оценка России статистически не изменилась. Среднее по выборке 2018 года составило 1,567, а в 2023 подросло и равнялось 1,787. А вот оценка комфортности, вопреки нашей гипотезе, изменилась существенно. Так в 2018 году по шкале «комфортность» Россия ушла в минус, набрав -1,133, а в 2023 году этот показатель составил 0,117. Различия близки к достоверным. Этот факт ещё предстоит осмыслить. Выросло также эмоциональное неприятие США, что вполне закономерно в условиях СВО (в 2018 среднее составило -0,133, а в 2023 уже -1,043). Показатель комфортности США изменился незначительно (с -1,967 до -2,128). Оценка силы России с 2018 года стабильно держится на высоком уровне (5,5 в 2018 и 5,596 в 2023), а вот оценка силы США выросла с 3,5 до 4,489 (различия существенные, близки к достоверным). Мы объясняем это сложностями проведения СВО и приписываемым США неофициальным участием в противостоянии ВСУ и ВС РФ. Активность США в сравнении с РФ оценивалась выше и в 2023 и в 2018 годах. Так в 2018 оценка активности США составляла 5,567, а в 2023 этот показатель равен 5,745. Активность РФ изменилась с 1,27 до 3,106 (различия достоверны на 5% уровне). Это также объясняется повышением политической активности РФ с декабря 2021 (февраля 2022) года.

Стоит отметить следующий факт. В коллективном разуме студентов (прежде всего в его глубинных слоях) Россия и Русский Мир не тождественны, как и понятия «Коллективный Запад» и США и(или) ЕС. В 2019 году, применяя методику СД, мы выявляли глубинное отношение к так называемому Коллективному Западу и Русскому Миру. Выборка составила 40 человек. Выявилось, что Русский Мир по сравнению с Россией – это для студентов 2019 года аморфное образование. Все показатели Русского Мира были ниже по сравнению с РФ. Коллективный Запад в оценках студентов тоже проигрывал конкретным западным странам-цивилизациям (союзам). По сравнению с Русским Миром так называемый Коллективный Запад проигрывал в привлекательности и силе, но выигрывал в активности и упорядоченности. Различия средних по этим факторам Русского Мира и Коллективного Запада достоверны. Так по фактору активности среднее Запада составило 0,981, а Русского Мира 0,225 ($t_f = 2,685$ при $t_{кр} = 2,66$ на 1% уровне значимости). По фактору упорядоченности средние составили соответственно 0,912 и 0,175 ($t_f = 2,188$ при $t_{кр} = 2,00$ на 5% уровне значимости).

Подводя итоги, отметим следующее. На глубинном уровне отражения молодёжным сознанием реальности взаимодействия ведущих цивилизаций XXI века западные цивилизации расцениваются как менее привлекательные и слабеющие, Россия как цивилизация стабильно признается сильнейшей, но недостаточно активной. А китайская цивилизация по сумме параметров оценивается как наиболее перспективная, но пока ещё уступающая по силе российской.

Литература

1. Бжезинский З. Великая шахматная доска. М.: Международные отношения. 2000. – 256 с.
2. Мчедлова М.М. Понятие «цивилизация»: история и методология // Философия и общество, 1999, №1. – С. 149 – 164. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-tsivilizatsiya-istoriya-i-metodologiya/>.
3. Русинова Д.П. «Столкновение цивилизаций» Хантингтона как основа современного анализа геополитических процессов // Молодой ученый. – 2020. – № 20 (310). – С. 376 – 378. – URL: <https://moluch.ru/archive/310/70187/>.
4. Тойнби, А.Дж., Хантингтон, С.Ф. Вызовы и ответы. Как гибнут цивилизации – М.: Алгоритм, 2016. – 288 с.
5. Хантингтон С. Столкновение цивилизаций. – М.: АСТ, 2022. – 640 с.

УДК 93/94

А.С. ХРИПУНОВ, к.и.н., заведующий музеем истории и развития ИГЭУ
Д.С. ЛУГОВКИН, студент

Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: andrei-hripunov@mail.ru, lugovkin.dima@yandex.ru

Достижения земского самоуправления в России на рубеже XIX-XX вв. (на примере уездов Владимирской губернии)

Аннотация: В работе отражены основные достижения земского самоуправления Владимирской губернии в области благоустройства и здравоохранения в конце XIX – начале XX вв.

Ключевые слова: Российская империя, земство, самоуправление

A.S. KHRIPUNOV, Ph.D. of Historical Sciences,
Head of the Museum of History and Development of IGEU,
D.S. LUGOVKIN, student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya st., 34
E-mail: andrei-hripunov@mail.ru, lugovkin.dima@yandex.ru

Achievements of zemstvo in Russia at the turn of the XIX-XX centuries (on example of counties of the Vladimir province)

Abstract. The article deals with the main achievements of the zemstvo self-government of the Vladimir province in the field of improvement and healthcare in the late of XIX – early XX centuries.

Key words: Russian Empire, zemstvo, self-government

Земская реформа 1864 года является одной из «великих» реформ императора Александра II. По своей важности для развития посткрепостнической России она, на наш взгляд, стоит на первом месте. Создаваемые органы местного самоуправления – земские учреждения (собрания и управы) работали в интересах самой массовой категории населения – крестьянства. Они осуществляли свою деятельность прежде всего в сельской местности.

В деятельности земств можно выделить следующие направления: ведение статистики о социально-экономическом развитии уездов и губерний, благоустройство местности, образование, медицина и др. Несмотря на административный надзор со стороны губернаторов, земства пользовались определенной самостоятельностью – их бюджет формировался за счет особых земских сборов – налогов с местного населения на «земские нужды». Земские учреждения вводились в губерниях с преимущественно русским (православным) населением. К 1914 году земства были введены в 43 губерниях, где проживало около 65% населения России [1]. Тем не менее за свое полувековое существование земства добились внушительных результатов в развитии народного быта, образования и здравоохранения.

Губернские земства формировались из представителей уездных земств. Во Владимире первое губернское земское собрание прошло в мае 1866 года. В данной статье мы сравним количественные и качественные показатели работы уездных земств Владимирской губернии на рубеже XIX-XX вв. по нескольким направлениям.

Земский бюджет. Рост поступлений земских сборов является объективным показателем развития той или иной местности. Его можно трактовать с двух сторон. Во-первых, рост сборов свидетельствует о росте благосостояния местного населения, о положительной демографии. Во-вторых, постоянное увеличение расходной сметы земств говорит о поступательно увеличивающемся охвате вовлеченного в сферу деятельности земских учреждений населения.

Так, с 1877 по 1903 г. совокупная смета уездных земств Владимирской губернии выросла с 777,9 тыс. рублей до 1 990, 3 тыс. рублей, т.е. более чем в 2,5 раза за четверть века. Причем самых внушительных абсолютных показателей добился Шуйский уезд – его земские расходы выросли со 106, 9 тыс. рублей до 302, 6 тыс. рублей (рост в 2,8 раз). За все года собранной статистики с 1866 по 1914 г. Шуйский уезд занимал первое место по расходам в губернии. Это объясняется крайне высокой концентрацией здесь промышленности, которая и обеспечивала высокие доходы земства. В частности, именно в Шуйском уезде находился крупнейший индустриальный центр всей Владимирской губернии – город Иваново-Вознесенск. В то же время в процентных показателях более значительный рост показали другие уезды: Вязниковский (с 62,5 тыс. рублей до 230,3 тыс. рублей) и Ковровский (52,8 тыс. рублей до 233,1 тыс. рублей). Наихудшие показатели роста были у Суз-

дальского уезда (с 53,5 тыс. рублей в 1877 году до 88,2 тыс. рублей в 1903 году) [2].

Важно учитывать, что не все деньги тратились непосредственно на нужды населения. В 1877 году примерно 2/3 всех земских доходов во Владимирской губернии шло на «обязательные расходы» (например, содержание тюрем) и собственное содержание. К 1901 году эти расходы за счет роста бюджетов составляли уже в среднем по губернии около 1/4.

Благоустройство. К этой сфере деятельности земств по смете относились следующие статьи: «Дорожная повинность» и «Экономические мероприятия». Все уездные земства в среднем тратили по этим статьям расходов около 6%. Причем процентная доля расходов со временем также снижалась. Более 10% на эти нужды в начале XX века тратили Ковровское, Муромское и Шуйское земства [3].

Здравоохранение. Эта сфера деятельности являлась приоритетной для местного самоуправления. Крестьяне особенно сильно страдали от нехватки квалифицированной медицинской помощи. Бедность и малограмотность усугубляли ситуацию. Так, например, в начале XX века Владимирская губерния занимала одно из первых мест среди земских губерний по уровню младенческой смертности – более 30% всех новорожденных не доживали до 1 года [4].

Земства старались исправить эту ситуацию. В 1901 году более 1/3 всех земских расходов в губернии шло на здравоохранение. Некоторые уезды, например, Юрьевский, тратили на это более 40% своего бюджета. Если обратить внимание на динамику роста расходов с 1877 по 1903 гг., то можно отметить, что расходы на медицинскую помощь выросли примерно вдвое в процентном соотношении. Так, в Шуйском уезде в 1877 году на здравоохранение тратили 11% земского бюджета, в 1903 – уже 21, в Покровском 14% и 31% соответственно. Если принять во внимание общий рост сметы в течение указанного периода, то финансирование здравоохранения со стороны земств выросло значительно.

Земская организация здравоохранения с 1880-х годов стала работать через участковую систему: уезды стали делиться на врачебные участки. В каждом таком участке обязательно должна была амбулатория с врачом. Во Владимирской губернии к концу XIX века в каждом уезде было в среднем по 4-5 участков [5]. Лидером в этом плане был Шуйский уезд. В 1900 году здесь было 6 участков, в 1912 году – 8. В среднем на один участок приходилось около 16 тыс. человек. Доступность медицинской помощи для многих оставалась проблематичной. Во всех уездах губернии во всех участках были населенные пункты, находящиеся в 10-15 верстах от амбулатории, встречались и худшие показатели удаленности – 25 верст. Поэтому медицинская помощь все еще оставалась малодоступной для населения в то время. В то же время ситуация постепенно улучшалась. Вместе с ростом расходов и участков

в губернии появлялось больше квалифицированных врачей. В самом богатом уезде губернии (Шуйском) в 1866 году был 1 земский врач, в 1876 – 4, в 1900 – 6, в 1914 – 12.

Таким образом, статистические данные о деятельности земств Владимирской губернии говорят, что «вспомоществование населению» было одной из важнейших задач самоуправления. На примере финансовых показателей, деятельности по благоустройству и здравоохранению видно постепенное эволюционное развитие этих сфер. Опыт земств конца XIX-XX вв. дает нам лучшие примеры самоорганизации населения для улучшения своего благосостояния.

Литература

1. Статистический ежегодник России 1913 г. СПб., 1914. С. 33-62.
2. Веселовский Б.Б. История земства за сорок лет. СПб, 1909. Т.1. С. 631.
3. Веселовский Б.Б. История земства за сорок лет. СПб, 1909. Т.1. С. 674.
4. Журналы экстренного и очередного Шуйского уездного земского собрания 1910 года. Шуя, 1911. С. 292.
5. Труды XII съезда членов и представителей земских учреждений по врачебно-санитарной части во Владимирской губернии. Владимир, 1907. – С. 8; С. 46; С. 63.

СЕКЦИЯ 16.

«СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА»

УДК 330

А.И. БАНДЮК, аспирант
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: jvilgina@mail.ru, bandjuk.artem@gmail.com

Актуальные проблемы коммерциализации инноваций на рынке медицинской техники

Аннотация. Данная статья рассматривает текущие проблемы коммерциализации инноваций на рынке медицинской техники. Отсутствие возможности параллельного импорта медицинских изделий, рынок подвержен сильному влиянию со стороны государства, санкционные действия других государств, а также ограниченность ресурсов предприятия для инновационной деятельности в текущих условиях.

Ключевые слова: рынок медицинской техники, проблемы коммерциализации инноваций, коммерциализация инноваций, медицинское оборудование.

A.I. BANDIUK, postgraduate student
J.V. VYLGINA, PhD in Economics

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya str. 34
E-mail: jvilgina@mail.ru, bandjuk.artem@gmail.com

Actual problems of innovations commercialization in the market of medical equipment

Abstract. This article examines the current problems of commercialization of innovations in the medical equipment market. The lack of the possibility of parallel imports of medical devices, the market is strongly influenced by the state, the sanctions of other states, as well as the limited resources of the enterprise for innovative activities in the current conditions.

Key words: market of medical equipment, problems of commercialization of innovations, commercialization of innovations, medical equipment.

Экономика страны все больше уделяет внимание инновационной составляющей как основы для развития страны. Рынки с каждым годом предъявляют все больше требований к продуктам, услугам, поэтому, требуется их качественная модернизация. Сказанное относится и к рынку медицинской техники одной из важных отраслей экономики страны.

Инновации часто называют основной жизненной силой организации, дающую возможность для удержания, развития и повышения товарооборота компании и времени ее жизни на рынке. Истинная ценность инноваций проявляется в возможности применения инновации на практики, в том числе, в коммерциализации ее продуктов. В сложившихся экономических условиях коммерциализация инновации является важным аспектом деятельности предприятий, включающим стратегические, управленческие, информационные и мотивационные направления деятельности, способные ввести инновации в бизнес наиболее эффективным способом в нужное время. Таким образом, исследование проблем коммерциализации инновационной продукции является актуальным направлением [1].

Важность рассмотрения проблем коммерциализации инноваций на рынке медицинской техники обуславливается следующими факторами:

Во-первых, текущая ситуация в Российской Федерации связана с введенными экономическими и торговыми санкциями. Стоит отметить, что рынок медицинской техники в РФ характеризовался высоким уровнем проникновения медицинских приборов иностранных производителей. Доля иностранных медицинских приборов от года к году колебалась от 70 до 80%. Уменьшение торгового оборота в связи с введенными санкциями приводит к дефициту импортной медицинской техники и снижению количества ее присутствия на рынке в РФ. В ответ на введенные санкции 6 марта 2022 года в России был введен временный запрет на вывоз из страны иностранных медицинских изделий. Постановление об этом подписал Председатель Правительства М. Мишустин. В данном постановлении говорится о медицинских изделиях, которые были поставлены из государств, присоединившихся к санкциям, и сейчас находятся на складах импортёров или проходят таможенные процедуры. Это решение было направлено на то, чтобы не допустить дефицита медицинских изделий на территории России из-за введенных ограничительных мер со стороны недружественных государств. Также в указе президента № 100 от 8 марта 2022 (срок действия указа был продлен до конца 2023 года) [2] введены существенные ограничения как на экспорт определенных видов товаров и сырья, так и на их импорт. В этот список также попали медицинские приборы и медицинская техника.

Во-вторых, развитие протекционистской политики и федеральных программ, направленных на повышение технологического уровня производства российских предприятий медицинской промышленности и постановку их на путь инновационного развития. Государственная политика нацелена на развитие местного (российского) производства на базе полного инновационного цикла, что при дальнейшем развитии должно создать возможность эффективного импортозамещения. Государство выделяет субсидии на развитие НИКОР в данной области в виде грантов, софинансирует интересные проекты, создает региональ-

ную инновационную инфраструктуру, направленную на формирование благоприятной среды для участников рынка.

В-третьих, одним из следствий применения санкционной политики государств в отношении Российской Федерации, является ограничение доступа к продуктам высокотехнологичного производства и различного рода электронным компонентам. Медицинская техника должна быть высокоточной, для ее производства используются микросхемы, микрочипы и другие электронные компоненты, что создает значительную угрозу и возможность дефицита комплектующих для российских предприятий.

В-четвертых, высокий уровень контроля государства на рынке медицинской техники. Стоит отметить, что вывод медицинского изделия на рынок, сопровождается обязательными регистрационными действиями, когда медицинского изделие проходит испытания в лабораториях и подтверждает свою эффективность, что сильно также сильно отражается на экономической составляющей затрат в инновационном проекте.

Всё это повышает критичность решения выбора правильного пути развития, какие продукты будут следующим драйвером роста и источником экономического благополучия предприятия, что естественным образом поднимает вопрос о способах, методах и инструментах, с помощью которых будут приниматься решения о коммерциализации инноваций в будущие продукты [3]. Если продукт не будет успешен на рынке, то минимальными потерями будут дополнительные затраты на доработку и адаптацию продукта к условиям рынка и ухудшению экономических показателей инновационного проекта в первые годы его реализации, а максимальными - проект будет заморожен, что приведет к отрицательному экономическому эффекту от инновационной деятельности его разработчика [4].

Литература

1. Вылгина, Ю. В. Вопросы формирования коммерческой перспективности инноваций / Ю. В. Вылгина, А. С. Шишова // Современные тенденции в развитии экономики энергетики: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Белорусского национального технического университета, Минск, 03 декабря 2020 года / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – С. 22-24. – EDN UEODNL.
2. «О применении в целях обеспечения безопасности Российской Федерации специальных экономических мер в сфере внешнеэкономической деятельности» Указ Президента РФ от 08.03.2022 N 100 (ред. от 29.12.2022) // Собрание законодательства РФ. – 2022.
3. Захаров Д. В. Цифровизация экономики: проблемы и перспективы // Развитие науки, национальной инновационной системы и технологий: сборник науч. трудов по материалам Международной научно-практической конференции 13 мая 2020г.: Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований

(АПНИ), 2020. С. 102-107. URL: <https://apni.ru/article/679-tsifrovizatsiya-ekonomiki-problemi-i-perspekt>

4. Демидова О.Н. Методы анализа инновационной составляющей инвестиционных мультипроектов: дисс. канд. экон. наук: 08.00.05 / с.: РГБ, 2008 – 155с.

УДК 331.103.6

Л.В.ГОЛУБЕВА, к.э. н.
К.А. БУШУЕВ, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: golube_va@mail.ru, k.a.bushuev1191@gmail.com

Методы и инструменты управления командой проекта

Аннотация. В работе рассмотрены методы и инструменты управления командой, процесс формирования команды.

Ключевые слова: команда, планирование команды, процесс формирования, риски.

L.V.GOLUBEVA, Candidate of Economics ,
K.A. BUSHUEV, student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya st., 34
E-mail: golube_va@mail.ru, k.a.bushuev1191@gmail.com

Project team management methods and tools

Abstract. The paper discusses methods and tools of team management, the process of team formation.

Key words: team, team planning, formation process, risks.

Команда проекта является инструментом, позволяющим эффективно управлять проектом и наилучшим образом достигать его целей. От того, насколько грамотно сформирована команда, зависит эффективность всей последующей работы в проекте, результативность руководства и качество принятия решений, синергия от сотрудничества членов команды.

Выделяют четыре наиболее распространенных подхода к формированию команды проекта:

1) проблемно-ориентированный подход - подразумевает организацию предварительно спланированных встреч со специалистами в рамках команды с общими организационными отношениями и целями. Этот подход также направлен на поэтапное развитие процедур решения командных задач и последующее достижение основной цели;

2) ролевой подход - позволяет грамотно распределить роли командных игроков с учетом их частичного дублирования. Поведение команды может меняться в зависимости от поведения ее членов и их субъективного восприятия своих ролей;

3) межличностный подход - основан на создании благоприятных отношений в команде и том постулате, что межличностная коммуникация способствует эффективной командной деятельности. Задача подхода состоит в увеличении группового доверия, поощрении совместной работы и взаимовыручки;

4) целеполагающий подход – базируется на целях проекта и способствует лучшей ориентации членов команды в деятельности по достижению основного результата.

Процесс формирования команды.

1. Планирование командной работы следует начинать до начала финансирования проекта.

Основной задачей на этапе планирования команды проекта является определение оптимального количественного и качественного соотношения командного состава и исполнительного персонала.

Для успешной командной работы требуется не жесткое закрепление выполняемых функций, а грамотное распределение обязанностей и ответственности за решение поставленных задач. Эффективная организация команды предполагает:

- четкое распределение ролей и обязанностей;
- понимание участниками команды поставленных стратегических целей и текущих тактических задач;
- учет профессиональных и личностных качеств, навыков, компетенций членов команды;
- внимание руководителей проекта к установлению позитивной рабочей атмосферы в команде.

2. В процессе организации деятельности команды проектный менеджер должен контролировать выполнение поставленных задач, координировать действия членов команды и обязательно вести соответствующую документацию. Она помогает отслеживать результаты, корректировать графики работы проекта, распределять сферы ответственности, делегировать полномочия, распределять обязанности, доносить до каждого участника команды общее видение проекта и путей достижения поставленных целей.

3. Развитие проектной команды требует от ее руководства таких навыков межличностного взаимодействия, как способность оказывать влияние, умение сопереживать, творческий подход к работе. Управляя настроением внутри коллектива и формируя доверительную и уважительную атмосферу, менеджер проекта может до минимума сократить число потенциальных рисков и наладить продуктивную коммуникацию между членами команды.

К числу методов и инструментов, необходимых для слияния команды в целостный организм, можно отнести специализированные командообразующие тренинги, систематические обсуждения хода проекта, совместную работу по определению и выполнению плановых задач, неформальные коллективные мероприятия. Перспективным направлением в системном управлении командами в настоящее время представляется использование методов искусственного интеллекта. [2]

При этом для снижения вероятности недопониманий и конфликтов в команде требуется комплекс формальных правил и принципов совместной работы. Принципы могут затрагивать такие пункты, как командировки, дополнительное обучение, повышение квалификации, сверхурочная работа, свободный график, а также такой обязательный инструмент развития команды как система поощрения и стимулирования.

При этом ни одна команда не избавлена от риска возникновения конфликтов между ее членами, соответственно, руководитель определенно должен уметь работать с конфликтными ситуациями.

Кроме того, риски, связанные с командной работой в проекте, могут возникать при подборе сотрудников, не отвечающих требованиям проекта, при потере ключевых сотрудников команды, при утечке информации и т.п.

Методы управления любыми, в том числе и командными, рисками сводятся к тому, чтобы сделать риски максимально контролируемыми и добиться такого положения, при котором ни один риск не станет неожиданностью, а решения по уменьшению его последствий будут продуманными и обоснованными. [3]

Одним из инструментов командообразования является автоматизация, влияющая на рабочие места на производстве. Но все ключевые операции, такие как написание программ, синхронизация их в единую систему для эффективной работы, все равно останется прерогативой человека.

Таким образом, в процессе совместной деятельности выявляются наиболее актуальные командные проблемы, грамотное решение которых руководителями проекта позволяет команде с течением времени и по мере получения опыта прийти к сбалансированному состоянию, генерирующему высокую степень личного участия членов команды и продуктивного общекорпоративного климата.

Литература

1. Белбин Р. М. Типы ролей в командах менеджеров. - М.: НИППО, 2003.
2. Масюк Н.Н., Кирьянов А.Е., Бушуева М.А., Шакуев Д.А. Искусственный интеллект как ключевой элемент цифровой трансформации экономики // Фундаментальные исследования. - 2021. № 10. - С. 49-54.
3. Ерофей Эсперауз, «Китай открыл первую в истории фабрику без людей», <https://www.mk.ru/science/2015/07/30/kitay-otkryl-pervuyu-v-istorii-fabriku-bez-lyudeybrakodelov.html>
4. Чернышева Е.Г. Как сформировать команду победителей? Опыт использования теста Р.М. Белбина // Управление развитием персонала. 2020. № 2. С. 158-168.

УДК 331.108.2

Л.В.ГОЛУБЕВА, к.э.н.
Н.В. ЗУБОВ, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: golube_va@mail.ru, zubovnichola@yandex.ru

Пути совершенствования HR-практик в госкорпорации «Росатом»

Аннотация. Анализируются существующие HR-практики в госкорпорации «Росатом», приводятся возможные пути их совершенствования.

Ключевые слова: Госкорпорация «Росатом», HR-системы, HR-практики, корпоративное обучение.

L.V.GOLUBEVA, Candidate of Economic Sciences
N.V. ZUBOV, student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya st., 34
E-mail: golube_va@mail.ru, zubovnichola@yandex.ru

Ways to improve HR practices in the Rosatom State Corporation

Abstract. The existing HR practices in Rosatom State Corporation are analyzed, possible ways of their improvement are given

Key words: Rosatom State Corporation, HR systems, HR practices, corporate training.

На сегодняшний момент бизнес-организации являются важнейшими социальными институтами. Без них невозможно развитие экономики и социального благополучия общества. В свою очередь бизнес-организации невозможны без наемных работников, что обеспечивают ее нормальное функционирование. Согласно опросу аналитического центра НАФИ в 2022 году 52% россиян были недовольны своим текущим местом работы. В некоторой мере недовольство сотрудников связано с несовершенством HR-практик организаций.

Госкорпорация «Росатом» - крупнейшая российская госкорпорация, ведущий работодатель России. На начало 2023 года в госкорпорации работает свыше 260 тысяч человек. По рейтингу ведущего российского HR-портала HeadHunter госкорпорация входит в топ-5 лучших работодателей страны.

HR-практики - это целенаправленные воздействия на работников с целью обеспечения выполнения ими трудовых функций и эффективно использования человеческого потенциала [1, с.439].

К наиболее важным практикам можно отнести:

- найм и подбор персонала;
- оценка и аттестация работников;
- вознаграждение;

- обучение (в том числе повышение квалификации и профессиональная переподготовка).

Выделяют следующие системы:

- системы, ориентированные на контроль. В таких системах преобладают HR-практики высокого уровня исполнения работы;
- системы, в которых преобладают HR-практики, ориентированные на вовлечение работников в работу.

В госкорпорации «Росатом» используется HR-система ориентированная на контроль, поскольку госкорпорация отвечает за ядерную промышленность и ядерные технологии, решает некоторые вопросы обеспечения обеспечения национальной безопасности.

В госкорпорации «Росатом» Подбор персонала осуществляется в 3 этапа [2]:

1. Отправка резюме.

Резюме можно отправить как через сайт HeadHunter, так и через Единый карьерный портал Госкорпорации «Росатом».

2. Онлайн тестирование.

Онлайн тестирование осуществляется психометрическими тестами на оценку интеллектуальных способностей. На один вопрос, где может быть до 25 вариантов ответа, отводится по 1 минуте. Данные тесты предоставляют HR-менеджеру много интересной информации о кандидате. Однако в настоящее время на данные тесты можно найти правильные ответы и объяснение решений в сети интернет.

3. Собеседование и личный опросник. После часового собеседования с кандидатом заполняется опросник на 200 вопросов.

Осуществляется оценка: кандидатов на должность, кандидатов в кадровый резерв, знаний после обучения, знаний ценностей ГК «Росатом». Оценка производится регулярно, или по запросу предприятий или заказчиков.

Аттестация производится в 2 этапа 1 раз в 3 года. Первый этап - очное тестирование без использования гаджетов. Второй этап - интервью с комиссией. При успешной сдаче выдается свидетельство о прохождении.

За обучение сотрудников госкорпорации отвечают Корпоративная и Техническая академия.

Корпоративная академия проводит тренинги, мастер классы, реализует краткосрочные программы повышения квалификации по программам «менеджмент», «информационные системы и технологии» «английский язык».

Техническая академия реализует программы повышения квалификации по техническим и экономическим специальностям, программы профессиональной переподготовки инструкторов оперативного персонала АЭС по направлениям «начальник смены блока», «начальник смены цеха», «общая подготовка».

Пройти программы профессиональной переподготовки невозможно без высшего технического образования и хорошего знания английского языка.

Возможные пути совершенствования HR-практик

1. При подборе персонала следует либо полностью отказаться от онлайн-тестирования, поскольку невозможно точно определить честность полученных ответов ввиду наличия правильных ответов, либо заменить существующие вопросы новыми.

2. Снижение требования для слушателей программ профессиональной подготовки позволит многим специалистам без технического образования получить необходимые технические компетенции и знания в короткий срок. Сплав компетенций из различных сфер деятельности позволит работникам госкорпорации стать более конкурентоспособными перед работниками других компаний.

Литература

1. Балабанова, Е. С. Организационное поведение: учебник / Е.С. Балабанова. Москва: ИНФРА-М, 2022. 592 с..

2. Росатом: как устроится, пройти тесты и собеседование [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://hrlider.ru/posts/rosatom/>

3. Опрос: удовлетворенных работой россиян стало больше [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ftimes.ru/302197-opros-udovletvorenykh-rabotoj-rossiyan-stalo-bolshe.html>

УДК 658.64

Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент
М.Ю. СЕМАКОВ, доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: jvilgina@mail.ru, mikhail.semakoff@gmail.com

Цифровая геймификация в деятельности объектов общественного питания

Аннотация. В работе приведен анализ использования подходов геймификации в объектах ресторанного бизнеса.

Ключевые слова: геймификация, маркетинг ресторанного бизнеса, цифровизация бизнеса.

J.V. VYLGINA, PhD in Economics
M.YU.SEMAKOV, Associate professor

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya st., 34
E-mail: jvilgina@mal.ru, mikhail.semakoff@gmail.com

Digital gamification in marketing food service

Annotation. The paper analyzes the use of gamification approaches in restaurant business objects.

Key words: gamification, restaurant business marketing, business digitalization.

Цифровой мир продолжает активно влиять на различные сферы деятельности человека, существенно перестраивая отношение к ним. Вопросы внедрения цифровых технологий, цифровизации, реализации цифровых решений, внедрение искусственного интеллекта и подобные направления широко обсуждаются на различных площадках. Цифровизация затрагивает все основные рынки, которые существуют на данный момент, также способствует появлению новых рынков, большинство из которых будет иметь сетевую природу [1].

Благодаря новым технологиям, инновациям и социальным тенденциям, цифровизация экономики меняет модель поведения экономических агентов. В то время как конечные продукты не сильно изменились, цифровые технологии и новые бизнес-модели изменяют способ доставки и потребления товаров и услуг [2].

Вопросы изменения взглядов на ведение маркетинговой деятельности объектов ресторанного бизнеса в последнее время встало особо остро. Авторы видят возможности повышения конкурентоспособности и увеличения продаж в объекте общественного питания в реализации маркетинговых решений на основе принципов геймификации или игрофикации процессов взаимодействия с клиентами.

Под принципами геймификации авторы понимают внедрение принципов игры в неигровые процессы деятельности ресторанов. Важность реализации данного решения может быть обосновано тем фактом, что современный человек, являясь потребителем разного рода услуг объектов ресторанного рынка, все больше и больше пользуется смартфоном для решения своих потребностей. Играть любят все, не только дети. Воспользовавшись этим фактом, объекты сферы общественного питания могут существенно изменить свое отношение к предоставлению услуги. Заметим, что сам основной процесс приготовление пищи и сервис при этом остается главенствующим, а меняется маркетинговая «надстройка», ориентированная на поддержку потребности клиента в игре. Подтверждением данной гипотезы может являться тот факт, что в 2020 году 65,2 миллиона игроков в России потратили в общей сложности 1,7 миллиарда долларов, что делает ее 11-м крупнейшим рынком игр в мире. В онлайн-населении 60% мужчин и 39% женщин играют в компьютерные игры, а 21% мужчин и 13% женщин играют в консольные игры. Большинство (81%) платящих геймеров потратили деньги на игровые предметы или виртуальные товары, при этом 36% мужчин и 42% женщин покупают бонусы [3].

Игра – это действие, мотивированное не только результатом, но и самим процессом. Для привлечения внимания, игровой процесс должен восприниматься как новый или позитивный опыт, который непременно соответствует нескольким критериям: безвозмездность, предвкушение

профита и веселье (потенциальная виральность). Непреодолимая мотивация соревноваться, побеждать, повышать уровень и получать вознаграждение обеспечивает участие каждого. Геймификация – это применение игровых элементов в неигровом контексте, таком как лояльность клиентов. Он использует дизайн, ориентированный на человека, а не на функциональность, который задействует основные человеческие побуждения для мотивации определенного поведения. Некоторые примеры этого в программе лояльности включают уровни, задачи, таблицу результатов пользователей, ленту новостей, значки, систему баллов, интерактивные игры и многое другое.

Приведенные результаты исследований показывают мировой тренд и доказывают эффективность применения инструментов геймификации в различных отраслях и сферах деятельности. Кампании с геймификацией «выстреливают» в основном из-за эмоционального опыта, который дает игровая механика. В геймификации огромную роль начинает играть стала играть эмпатия: чтобы добиться высоких результатов в геймификации, необходимо задействовать эмоции; материальные вознаграждения проигрывают по сравнению с позитивными эмоциями.

Геймификация – эффективный бизнес-инструмент имеющий большой потенциал. На рынке геймификации наблюдается активный рост, к 2025 году объем рынка составит 30,7 млн долл США показывая при этом ежегодный рост на уровне 27,4%, по другим данным рост составит 24, 2% в год с 2020-2030 года. Организации разных сфер деятельности готовы покупать продукты и услуги, основанные на играх, наибольшее внимание заслуживают услуги по разработке программного продукта на заказ (47,5%), инструментов и платформ для разработки (39,3%) и упакованных розничных игр (31,7%).

Существуют различные классификации игровизации. Авторы книги «Вовлекай и властвуй. Игровое мышление на службе бизнеса» выделяют следующие три вида игровизации [4]: внутреннюю, внешнюю и меняющую поведение. Выделяют три метода геймификации — вовлечение при помощи технологий, продвижение через соцсети, сохранение активности людей. Основным инструментом геймификации – игра [5]. Таким образом, геймификация в ресторане - это один из способов реагировать на изменяющийся потребности клиента, вовлекая его процесс игры, которую он формирует сам.

Таким образом, внедрение принципов геймификации поможет увеличить продажи ресторана, потребитель получает дополнительное удовлетворение от её использования. Для того чтобы технология работала, необходимо использовать её основные принципы [6]:

– мотивация: участники не должны переставать играть, нужна определенная цель.

– соревнование: в людях заложены дух соперничества и желание быть первым. Стремление обойти конкурента, получить более высокий рейтинг также способствует повышению мотивации.

– статус: технология геймификации подразумевает, что участники будут стремиться повысить свой статус.

– вознаграждение: один из главных принципов геймификации – чем выше уровень, тем более высокое поощрение.

Цифровая экономика очень повлияла на привычные подходы к ведению бизнеса. На рынке появились новые формы, в которых базовые активы становятся не нужны. Таким образом, в условиях дальнейшей цифровизации экономики, роста инновационной активности объективно возрастает роль маркетингового сопровождения деятельности. Проводимые исследования позволяют утверждать, что игровые методы работают во всех сферах жизни. Геймификация маркетинговых процессов ресторана позволит создать более высокую вовлеченность клиентов, а значит, приведет к росту выручки и прибыли. Поэтому элементы геймификации уже используют передовые компании и начинают внедрять во многих индустриях.

Литература

1. Захаров Д. В. Цифровизация экономики: проблемы и перспективы // Развитие науки, национальной инновационной системы и технологий: сборник науч. трудов по материалам Международной научно-практической конференции 13 мая 2020 г. Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. С. 102-107. URL: <https://apni.ru/article/679-tsifrovizatsiya-ekonomiki-problemi-i-perspekt>

2. В.Г. Минашкин, П.Э. Прохоров Статистический анализ использования цифровых технологий в организациях: региональный аспект. Статистика и экономика. Т. 15. № 5. 2018, стр. 51-62

3. Russia Games Market URL:<https://newzoo.com/insights/infographics/russia-games-market> (дата обращения: 01.03.2023).

4. К.Вербах, Д.Хантер. Вовлекай и властвуй. Игровое мышление на службе бизнеса. Манн, Иванов и Фербер, 2015 г., 224 с.

5. Кулагина Е. Геймификация в бизнесе: как повысить эффективность управления персоналом. URL: <https://www.hr-director.ru/article/65676-geymifikatsiya-v-biznese-19-m2> (дата обращения: 03.03.2023).

6. Дмитриева И. Что такое геймификация: как это работает в бизнесе, образовании. URL: <https://picktech.ru/blog/tips/geymifikatsiya-kak-rabotaet-v-biznese-obrazovanii/> (дата обращения: 03.03.2023).

УДК 378.1

Е. О. ГРУБОВ, к.э.н., доцент,
Ю.В. ГАЛЬЦЕВ, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: egrubov@yandex.ru, 1@onfd.ru

Влияние заинтересованных сторон на выбор стратегии поставщика медицинского оборудования

Аннотация. В статье на основе известных теорий рассматриваются ключевые заинтересованные стороны, влияющие на выбор стратегии организации, занимающейся продажей медицинской техники в Российской Федерации. Заинтересованными сторонами является широкий спектр лиц и организаций, каждая из которых имеет влияние на выбор, принятие и реализацию стратегии компании. При игнорировании интересов заинтересованных сторон компания и её менеджмент несёт разную степень рисков и угроз, прогнозирование которых составляет значимую часть работы руководителя.

Ключевые слова: заинтересованные стороны, стратегия организации, поставщик медицинского оборудования, медицинское оборудование, прогнозирование рисков и угроз компании

E.O. GRUBOV, PhD in Economics,
Y.V. GALTSEV, postgraduate student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya street 34
E-mail: egrubov@yandex.ru, 1@onfd.ru

Stakeholder impact on the medical equipment supplier strategy selection

Abstract. Based on generally accepted theories, the paper examines key stakeholders influencing on strategy selection for a company which deals with medical equipment supply in the Russian Federation. Stakeholders include a wide range of companies and personalities each of whom has its own impact on the choice, acceptance and realization of company's strategy. Neglecting the interests of each group leads to different level of risks and dangers for the company and its management, defining and predicting of which makes an important responsibility for company executives.

Key words: stakeholders, business strategy, supplier of medical equipment, medical equipment, company risks and dangers prediction

Существуют две фундаментальные для менеджмента теории: теория акционеров и теория заинтересованных сторон. Принято считать, что это теории-антагонисты: первая утверждает, что первичная задача коммерческой организации – приносить прибыль своим владельцам, тогда остальные заинтересованные стороны будут удовлетворены автоматически. Вторая настаивает на необходимости учитывать инте-

рессы, потребности, убеждения и ценности всех заинтересованных сторон (ЗС), включая акционеров. Для этого необходимо объединить коллективные ожидания в четко сформулированной миссии компании, реализация которой и является предназначением и критерием успешности коммерческого предприятия.

Согласно Э. Фримену, (Freeman, 1984) заинтересованная сторона – это любая группа или индивид, которые могут повлиять или на которые влияет достижение целей организации [1]. Выделим ключевые заинтересованные стороны организации – поставщика медицинского оборудования и их интересы.

Учредители (акционеры) – это собственники организации: на рынке медицинского оборудования в России это почти всегда физические лица. Основной интерес – получение прибыли, в том числе в краткосрочной перспективе.

Сотрудники компании. Основные интересы – стабильная заработная плата, возможность высокого заработка (при сдельной системе оплаты труда), выполнение работодателем социальных гарантий, поддержка в трудных ситуациях, профессиональное развитие и рост, социальная значимость работы, получение полезных контактов.

Покупатели медицинской техники предстают для поставщика в нескольких ролях. Обычно это учреждение здравоохранения в лице отдела закупок или главного врача, посредник и врач, который станет конечным потребителем оборудования. Все они имеют разные потребности и ожидания. Для администрации больниц важно четкое соответствие параметров оборудования техническому заданию, подтверждённое документацией, закупка оборудования в строгом соответствии кодам вида медицинского изделия, утверждённым к закупке, соблюдение всех сроков и формальностей при проведении процедур закупки и прочих. Посредникам важно в срок поставить продукт согласно требованиям заказчика и при этом получить ожидаемый уровень прибыли. Врачам же, как правило, важны качество оборудования, обучение, техническая и методическая поддержка, наличие расходных материалов.

Производители, дистрибьюторы оборудования. Основной интерес – максимизация продаж оборудования поставщиком, качество обслуживания, продвижение бренда. Они обладают очень высокой властью, так как в технических заданиях на поставку чаще всего прописывается конкретная модель оборудования, и найти полный аналог крайне сложно.

Руководители учреждений здравоохранения: выполнение требований по оснащению, качество оборудования, обслуживание, «красивая» имиджевая составляющая: «оснащены самым современным оборудованием, потратили много денег на оснащение, для наших пациентов всё самое лучшее» и т.д.

Министерство здравоохранения РФ – отвечает за работу системы здравоохранения в стране в целом, в том числе определяет политику в

области поставки оборудования через регистрацию медицинских изделий (Росздравнадзор), программы оснащения, нормативные акты.

Региональные департаменты (министерства) здравоохранения – отвечают за общую организацию работы системы здравоохранения в регионе, реализацию федеральных и региональных программ. Интерес – надежный пул поставщиков, в том числе для реализации масштабных проектов.

Общественные организации – профессиональные объединения врачей. К их интересам следует отнести финансовую поддержку работы со стороны участников рынка, доступность медицинского оборудования.

Налоговая служба заинтересована в росте налоговых поступлений. Большинство медицинского оборудования не облагается НДС, часть расходных материалов и сопутствующие услуги (например, монтаж оборудования) – облагаются. Выбор используемой системы налогообложения между УСН и ОСНО будет существенно влиять как минимум на ценообразование и выбор поставщиков.

Сообщество пациентов – например, страдающих редким заболеванием и нуждающихся в очень специфических лекарственных средствах или оборудовании, доступность которого может быть им жизненно необходима.

Конкуренты – поставщики аналогичного оборудования, ориентированные на развитие собственных продаж, но даже в условиях сильной конкуренции они заинтересованы в создании доверительных союзов для реализации ряда проектов, где не допускается «монополия» на оборудовании единственного производителя.

Как видно даже из поверхностного обзора интересов заинтересованных сторон, они гораздо шире, чем просто получение прибыли собственниками компании. Для того, чтобы сформулировать успешную бизнес-стратегию, просчитать риски реализации или своевременно скорректировать её, необходимо провести анализ заинтересованных сторон поставщика. Опираясь на модель заинтересованных сторон, необходимо определить интересы и потребности участников, а также риски их игнорирования. Классификация заинтересованных сторон по Аргенти поможет нам выявить первичные и вторичные стороны. Основываясь на понятии значимости требований заинтересованных сторон Агла, мы сможем оценить степень их влияния на принятие решений, оценить ресурсную зависимость компании от заинтересованных сторон [2]. Можно применить различные подходы к ранжированию и учёту интересов заинтересованных сторон, например, в первую очередь учитывать наличие ресурсной зависимости, её возможное влияние и риск игнорирования интересов.

Полученные данные позволят нам разработать модель принятия решений для выбора или корректировки стратегии поставщика медицинского оборудования.

Литература

1. Freeman R.E. Strategic Management: A Stakeholder Approach. Boston, 1984.
2. Вайни Х. Организация: заинтересованные стороны, предназначение и ответственность. Кн. 4: Учеб. пособие / Пер. с англ. Жуковский: МИМ ЛИНК, 20

УДК 338.24

Е.О. ГРУБОВ, к.э.н., доцент,
В.И. МУХИН, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: egrubov@yandex.ru, v.i.mukhin7@gmail.com

Анализ понятийного аппарата в области цифровой трансформации бизнеса

Аннотация. В работе сформирована актуальность проблем цифровизации бизнеса, проведен сравнительный анализ понятий «цифровой продукт», «цифровое решение», «цифровая экосистема».

Ключевые слова: цифровизация, цифровая экономика, цифровой продукт, цифровое решение, цифровая экосистема

E.O. GRUBOV, PhD in Economics,
V.I. MUKHIN, postgraduate student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya street 34
E-mail: egrubov@yandex.ru, v.i.mukhin7@gmail.com

Analysis of terminology in the sphere of business digital transformation

Abstract. The paper highlights the relevance of business digitalization problems and provides an analysis of the concepts of digital product, digital solution, and digital ecosystem.

Key words: digitalization, digital economy, digital product, digital solution, digital ecosystem

Современный мир создает условия появления новых тенденций экономического развития, одной из которых стало повсеместное проникновение в жизнь человека цифровых технологий и формирование устойчивого стремления оцифровать и бытовую сферу, и бизнес. Сегодня новые цифровые технологии – основной источник изменений в бизнесе, именно они меняют поведение потребителей, предпочтения, методы поиска информации, способы оценки и приобретения товаров или услуг, оплаты и доставки. Цифровизация побуждает компании

переходить от цепочек создания добавленной стоимости к экосистемам и достигать более глубокого понимания потребностей конечных потребителей. При этом *именно* в цифровую эпоху выживание бизнеса напрямую зависит от его способности быстро адаптироваться под запросы клиентов, а изменения нужны даже там, где всё и так хорошо. В результате происходят серьёзные изменения в построении бизнес-моделей – они быстро устаревают, не позволяя компаниям стабильно зарабатывать прибыль или лишая её возможности сохранить денежный поток в среднесрочной перспективе.

Процесс преобразования бизнеса под влиянием новых технологий называют цифровой трансформацией. Это многогранный термин, подразумевающий совокупность взаимосвязанных изменений всех сфер человеческой жизни под влиянием цифровых технологий и влияния ее механизмов на бизнес-процессы [1]. Цифровая трансформация предполагает перенесение в цифровую среду всей стратегии развития бизнеса; полное или частичное перенесение в цифровую среду товаров и услуг компании; переход на новый уровень взаимодействия с клиентами; глобальное переобучение сотрудников; цифровизацию корпоративной культуры. Необходимость цифровой трансформации не вызывает сомнений – вопрос только в том, когда и как её осуществить, чтобы сохранить бизнес и развивать его на должном уровне.

В контексте мировых трендов и тенденций Россия несколько отстает по уровню интеграции цифровых технологий в бизнес, при этом сохраняя стремительное развитие. Так, за последнее десятилетие сектор ИКТ вырос больше чем на 17%, почти в 2 раза опередив рост ВВП [2]. При этом интерес государства к развитию цифровых технологий растёт – к примеру, в 2018 году были утверждены «дорожные карты» Национальной программы «Цифровая экономика» и выделены более 3 млрд. рублей на их реализацию. В рамках этой программы к 2024 году планируется обеспечить до 97% домохозяйств широкополосным доступом к интернету, развивать устойчивую и безопасную информационно-телекоммуникационную инфраструктуру для передачи, обработки и хранения больших объемов данных, а также перевести госорганы, органы местного самоуправления и организации на отечественное программное обеспечение.

Интерес бизнеса к цифровым технологиям растёт в геометрической прогрессии, ведь это предоставляет возможность развития и сохранения конкурентоспособности. Современные компании трансформируются путем внедрения в бизнес-процессы digital-технологий, преобразования своей структуры, перехода на новый уровень создания продуктов и услуг, а также изменения схем отношений с клиентами. Так, для агрегированной оценки динамики цифровой трансформации экономики и жизни общества институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ разработан индекс цифровизации отраслей экономики и социальной сферы, демонстрирующий положительную динамику [3].

В бизнесе сформировались базовые понятия, в которых необходимо ориентироваться для успешной интеграции цифровых технологий – цифровой продукт, цифровое решение и цифровая экосистема.

Мнения разных авторов относительно понятия «цифровой продукт» расходятся – одни утверждают, что он ориентирован на цифровой контент и способ его трансляции пользователю, другие формулируют определение цифрового продукта как функциональной возможности для пользователя. По нашему мнению, «цифровой продукт» – это продукт, который в своей основе использует цифровую технологию и данные пользователя, в том числе фокусируется на взаимодействии пользователей с продуктом через цифровые каналы.

Что касается термина «цифровое решение» – это комплекс технических и программных средств, внедряемый с целью решения бизнес-задачи, чаще всего включающий в себя аналитику данных и машинное обучение, управление корпоративными данными, разработку цифровых продуктов, цифровое развитие производства, ИТ-инфраструктуру и эксплуатацию для достижения конкурентных преимуществ.

Анализ термина «цифровая экосистема» приводит к выводу, что это цифровое пространство, в котором функционирует множество сервисов одной компании и её партнёров. Такая интеграция позволяет управлять пользовательским поведением, добиваться прозрачности процессов, обнаруживать проблемы и точки улучшения в разных бизнес-направлениях деятельности.

Цифровой продукт, цифровое решение и цифровая экосистема взаимосвязаны между собой и влияют на бизнес-процессы компании. Цифровой продукт может стать частью цифрового решения, которое, в свою очередь, может входить в состав цифровой экосистемы компании. Так, компания, занимающаяся производством товаров, может создать цифровую экосистему, включающую в себя системы управления производственными процессами, управления складом, управления персоналом, а также мобильное приложение для клиентов, которое позволяет быстро заказать продукцию и отслеживать ее доставку.

Цифровые решения могут помочь снизить издержки, улучшить качество и ускорить процессы, а цифровая экосистема может помочь компании стать более конкурентоспособной и успешной на рынке.

Стоит заметить, что для проведения цифровой трансформации нельзя использовать только одну технологию или изменить один бизнес-процесс. Нужен комплексный подход к использованию цифровых технологий во всех процессах компании – как внутри, так и снаружи – при взаимодействии с клиентами, заказчиками, партнерами и конкурентами. Для того, чтобы успешно внедрять цифровые технологии, компании должны не только понимать и различать понятия, но и уметь правильно интегрировать их в свой бизнес. Таким образом, цифровой продукт, цифровое решение и цифровая экосистема являются важными

взаимосвязанными между собой компонентами цифровой трансформации компании.

Литература

1. **Современные** инструменты менеджмента в энергетике и высокотехнологичных отраслях: монография / Под общ. ред. Е.О. Грубова; ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново, 2020. 172 с.
2. **Чернышёва Е.** Оцифровать экономику. URL: <https://plus-one.rbc.ru/economy/cifrovaya-ekonomika> (дата обращения: 19.03.2023).
3. **Индекс** цифровизации отраслей экономики и социальной сферы. URL: <https://issek.hse.ru/news/783750202.html> (дата обращения: 19.03.2023).

УДК 339.13

Е.О. ГРУБОВ, к.э.н., доцент,
К.В. КРУПНОВ, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфakovская, 34
E-mail: egrubov@yandex.ru, kkrupnov@bk.ru

Определение идентичности текстильного бренда

Аннотация. В работе рассмотрена значимость формирования образа торговой марки в сознании потребителя на примере составления призмы идентичности текстильного бренда.

Ключевые слова: бренд, рынок текстильной продукции, идентичность

Е.О. GRUBOV, PhD in Economics,
K.V. KRUPNOV, postgraduate student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya street 34
E-mail: egrubov@yandex.ru, kkrupnov@bk.ru

Defining a textile brand identity

Abstract. The paper considers the importance of a trademark image formation in the mind of a consumer demonstrating the example of a textile brand identity prism definition.

Key words: brand, textile market, identity

В настоящее время становится очевидным участие бренда в формировании дополнительной ценности товара, которая позволяет производителю завоевывать внимание и расположение клиента, устанавливать повышенную цену и увеличивать общий товарооборот. В той же степени неоспоримой является способность бренда переносить свой-

ства одного товара на другой той же торговой марки. Данные факторы напрямую указывают на присутствие бренда внутри структуры, формирующей товар, которая является совокупностью четырех составляющих: базовых свойств, необходимых и дополнительных свойств или сопутствующих услуг, а также идентичности бренда [1].

Ж.-Ж. Ламбен в своих работах обосновывает, что потенциальные потребители воспринимают бренд как совокупность атрибутов и психологических ассоциаций, образующих отличительные элементы его индивидуальности. Состав этой совокупности, относительная важность и воспринимаемое присутствие атрибутов оказывают огромное влияние на решение потенциального покупателя о приобретении товара [2].

Ж.-Н. Капферер под индивидуальностью, или идентичностью, бренда подразумевает его личность, эмоциональные или символические атрибуты, которые существуют в сознании потребителей и содержат сведения, стратегически важные для развития бренда [3].

В современном мире трудно представить себе торговую марку, которая способна отстроиться от конкурента, не формируя собственную личность. Особенную актуальность процесс определения идентичности бренда приобретает на насыщенных рынках, где традиционный механизм создания уникального торгового предложения представляется недостаточным.

Учитывая тот факт, что ожидания потребителей от товара нередко исключают друг друга, потенциальные покупатели вынуждены идти на компромисс и решать для себя, какие выгоды являются для них самыми важными. Если компания представляет свой бренд на разных сегментах рынка и знает, какие именно приоритеты существуют у каждого из них, она может разработать различные концепции бренда, однако они должны быть чем-то объединены. Инструмент, позволяющий выработать общую философию торговой марки, был предложен Ж.-Н. Капферером, разработавшим «призму идентичности бренда», которая определяет идентичность по шести параметрам:

- 1) физические свойства: осязаемые атрибуты торговой марки;
- 2) личность: бренд обладает личностью, которую можно описывать и оценивать с помощью свойств человеческой личности;
- 3) культура: набор ценностей, лежащих в основе торговой марки, на который влияет имидж страны происхождения бренда;
- 4) отношения: стиль отношений с потребителями;
- 5) отражение: то, какими хотелось бы казаться потребителям, используя эту торговую марку;
- 6) образ самого себя: какими люди видят себя в момент использования торговой марки [3].

Как мы определили выше, свойства бренда справедливо считать компонентом структуры товара, так как они повышают его ценность для потребителя наравне с дополнительными свойствами и сопутствующими услугами. В ходе исследования рассмотренная модель была приме-

нена нами к бренду ивановской текстильной компании SleepStory – торгово-производственной организации, работающей на рынках B2C и B2B и осуществляющей производство и продажу всех необходимых товаров для сна.

Компания SleepStory развивается в трёх направлениях: для гостиниц, для дома и для детей.

Подразумевая, что марочный продукт состоит из совокупности осязаемых атрибутов, а также совокупности ассоциаций, под которыми подразумеваются неосязаемые выгоды, необходимо разграничить потребности трёх основных сегментов.

«SleepStory для гостиниц» создаёт спальное место «под ключ»: от наволочек до матрасов и гарантирует неповторимый комфорт гостей.

Направление «SleepStory для дома» предлагает товары для сна как крупным ритейлерам – производителям мебели или матрасов, так и физическим лицам через маркетплейсы, являющиеся высококонкурентными площадками.

«SleepStory для детей» – отдельное направление со специфическим распределением ролей покупателей – от инициатора и пользователя покупки в лице ребёнка через покупателя и плательщика в лице его мамы до влиятельного лица и оценщика покупки в лице бабушки.

Таким образом, с помощью опросов клиентов нам удалось составить следующую призму идентичности текстильного бренда SleepStory для объединения потребностей трёх сегментов в единую философию бренда, учитывая, что сильные бренды существуют в сознании потребителей как совокупность устойчивых рациональных и эмоциональных ассоциаций.

1. Физические свойства: приятный, мягкий на ощупь, воздушный, особый крой, высокое качество, современный лаконичный дизайн, удобство в использовании, обеспечивает максимальный комфорт при длительном применении.

2. Личность: заботливый, безупречный и вызывающий доверие создатель уюта и приятной обстановки.

3. Культура: русское гостеприимство, радушие, индивидуальность.

4. Отношения: ориентирован на создание комфортных и практичных условий для отдыха – для гостиниц, для дома, для детей.

5. Отражение: придерживающийся системы ценностей – размеренность, неспешность, спокойное чтение, комфортное чаепитие.

6. Образ самого себя: крепкий сон «под ключ», чувство спокойствия, ощущение заботы.

Разработанная нами призма для текстильного бренда «Sleep Story» способна усилить рекламные сообщения компании, сформировать индивидуальность торговой марки, укрепить эмоциональные связи с брендом посредством общения с клиентом на понятном ему языке.

Результат построения призмы идентичности является актуальным как для последовательной работы с рынком B2B, так и для согласован-

ного взаимодействия с сегментом B2C. Этот инструмент позволит сформировать ожидаемые образы для коммуникации с корпоративными клиентами, определить ключевые слова, используемые при поиске в интернете, для настройки контекстной рекламы для частных покупателей, а также, что немаловажно, донести философию бренда до сотрудников компании.

Литература

1. Баранов А.С., Грубова Ю.В. Формирование маркетинговой стратегии предприятия // Управление финансами и маркетингом в России и за рубежом. Иваново: ИГЭУ, 2018. Т.2. С. 13-22.

2. Ламбен Ж.-Ж., Чумпитас Р., Шулинг И. Менеджмент, ориентированный на рынок. Стратегический и операционный маркетинг. СПб.: Питер, 2011.

3. Капферер Ж.-Н. Бренд навсегда: создание, развитие, поддержка ценности бренда. М.: Вершина, 2007.

УДК 339.138

Е.О. ГРУБОВ, к.э.н., доцент,
К.К. СТЕПАНОВА, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: egrubov@yandex.ru, tinastep@inbox.ru

Анализ особенностей маркетинговых коммуникаций на рынке строительных материалов

Аннотация. В статье приведены результаты анализа существующих коммуникационных маркетинговых инструментов на рынке строительных материалов и выделены отличительные особенности коммуникаций в отрасли.

Ключевые слова: цифровой маркетинг, цифровые коммуникации, строительная отрасль, контекстная реклама, интегрированные коммуникации

E.O. GRUBOV, Ph.D. in Economics,
K.K. STEPANOVA, student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya street 34
E-mail: egrubov@yandex.ru, tinastep@inbox.ru

Analysis of marketing communication tools peculiarities in the construction materials market

Abstract. The paper presents the analysis of existing marketing communication tools in the construction materials market, specific features of communications in the industry are highlighted.

Key words: digital marketing, digital communications, construction industry, contextual advertising, integrated communications

Жильё остаётся самым популярным способом вложения средств у россиян, показал недавний социологический опрос, проведённый ДОМ.РФ и ВЦИОМ. По данным исследования, при наличии крупной денежной суммы около половины опрошенных (49%) выбрали бы покупку жилой недвижимости [1].

Цифровой маркетинг и коммуникации играют все более важную роль в строительной отрасли. Участники данного рынка должны использовать релевантные инструменты коммуникационного маркетинга для охвата своей целевой аудитории и создания эффективных кампаний – контекстную рекламу, интегрированные коммуникации и другие стратегии цифрового маркетинга, которые можно использовать для взаимодействия с клиентами. Проблемы применения инструментов маркетинговых коммуникаций на рынке строительных материалов связаны с трудностями их продвижения из-за невозможности полноразмерной демонстрации клиентам. Для этого компаниям отрасли приходится сочетать сразу несколько инструментов для полноценной демонстрации. Например, компания Egger для демонстрации своей продукции использует как печатные брошюры, так и digital-материалы, инструменты дополненной реальности, а также миниатюрные образцы продукции, что позволяет донести до потребителей не только отдельную информацию о продукте, но и то, как он будет выглядеть в полноразмерном масштабе и передать его тактильное ощущение. Однако при выборе такого комплекса маркетинговых коммуникаций возникает проблема неполноценной связи с потребителем при некорректном использовании одного из инструментов, а в сочетании с преимущественно применяемыми push-стратегиями маркетинга в строительной сфере это еще больше затрудняет коммуникацию с конечным потребителем.

Строительные предприятия осознают важность интеграции маркетинга в свои управленческие функции как способа адаптации к постоянным изменениям в отрасли и к удовлетворению запросов клиентов, обеспечивая при этом сохранение конкурентоспособности и совершенствование своих бизнес-стратегий. Несмотря на усилия, предпринятые в последнее десятилетие, трудно обобщить подходы к применению маркетинга в строительных компаниях в силу особенностей этого сектора. Тем не менее, существует целый ряд возможных стратегий, которые могут быть использованы строительными компаниями – получая возможность узнать потребности своих клиентов, они смогут выбрать, какие стратегии применять.

Результаты исследований показывают, что в целом рекламодатели в строительстве демонстрируют традиционный выбор «проверенных» инструментов. 76 % респондентов использовали контекстную рекламу в поисковых системах, 81 % – таргетированную рекламу в социальных сетях, которая, как правило, является наиболее распространенной, что в целом

меньше, чем в цифровых коммуникациях для других отраслей. Баннеры остаются популярными в строительстве несмотря на то, что интерес к этому формату в целом неуклонно снижается. Видеоформаты используют с осторожностью из-за ограниченного качества продукции [2].

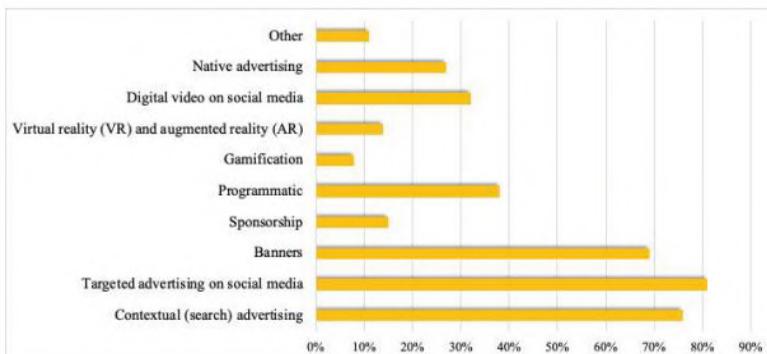


Рис. 1. Виды цифровых коммуникаций, используемых для продвижения в строительной отрасли

Заметной особенностью маркетинговых коммуникаций на рынке строительных материалов в последние годы стало сочетание как традиционных, так и новых подходов. Многие компании используют платформы CRM для взаимодействия с клиентами, создания клиентской базы и формирования портрета покупателя. В зависимости от продукта и области применения пользователи могут относиться к нескольким категориям, таким как архитекторы, подрядчики и мастера, а также DIYers.

Контент-маркетинг является обязательным условием для производителей, поскольку и профессионалы, и DIYers обращаются к интернету в поисках информации для своих предстоящих проектов.

Одним из инструментов маркетинговых коммуникаций являются различные калькуляторы, позволяющие рассчитать потребность в материале и/или сделать предварительные чертежи. Отличным примером такого подхода является Solatube, производитель систем солнечного освещения, который использует VR и 3D для привлечения потребителей на сайт. DeWalt отлично справляется с добавлением интерактивных фотографий на каждую страницу, чтобы подчеркнуть основные преимущества продуктов компании. Производители строительной продукции могут стимулировать продажи и привлечение клиентов, предлагая загружаемые 3D-модели продуктов. Файлы BIM, Revit и SketchUp упрощают архитекторам, инженерам, дизайнерам и подрядчикам получение технической информации о продукте, необходимой для их проектов.

Еще один способ взаимодействия – это инфографика, которая визуально привлекательна и проста для понимания. Автоматизированные рассылки позволяют создавать и управлять отдельными аудиториями.

Вступление в строительную или торговую ассоциацию может помочь участникам рынка привлечь потенциальных клиентов в образовательной среде, а не в сфере продаж. Это может помочь уменьшить трения при переходе на новый продукт. А для новых компаний или продуктов размещение логотипа ассоциации на сайте и платформах социальных сетей повышает доверие к компании.

Таким образом, для выработки коммуникационной стратегии для компании по производству строительных материалов, необходимо учитывать особенности этой сферы, выстраивать оптимальную комбинацию всех инструментов в целях демонстрации клиентам преимуществ продукции и повышения лояльности конечного потребителя.

Литература

1. ДОМ.РФ: Россияне назвали жилье приоритетным способом вложения средств. URL: <https://дом.рф/media/news/dom-rf-rossiyane-nazvali-zhile-prioritetnym-sposobom-vlozheniya-sredstv/> (дата обращения: 15.03.2023).

2. Deryabina G.G., Trubnikova N.V. Marketing communications in construction: digital trends for Russia // Креативная экономика. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/marketing-communications-in-construction-digital-trends-for-russia> (дата обращения: 15.03.2023).

УДК 338.242

Ю.В. ГРУБОВА, к.э.н., доцент
М.А. ПОЛКОШНИКОВА

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
e-mail: jgrubova@rambler.ru, mp-2110@yandex.ru

Особенности управления автомобильными брендами на российском рынке

Аннотация. В работе представлен анализ структуры присутствия автомобильных брендов на российском рынке, а также основные аспекты управления ими.

Ключевые слова: бренд, автомобильный рынок, потребитель.

J.V. GRUBOVA, PhD in Economics,
M.A. Polkoshnikova

Ivanovo State Power University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
e-mail: jgrubova@rambler.ru, mp-2110@yandex.ru

Special features of car brands management in the Russian market

Abstract. The article presents the structure analysis of car brands presented in the Russian market, as well as the main aspects of their management.

Key words: brand, car market, customer.

Автомобиль давно является частью жизни современного человека, обеспечивая независимость, комфорт и экономию времени. Каждый автолюбитель делает осознанный сложный выбор в пользу именно «своего» автомобиля, опираясь на собственные критерии.

За 2021 год на авторынке России было продано 1 581 236 новых автомобилей. В Топ-5 вошли LADA (Россия), Kia и Hyundai (Корея), Renault (Франция), Toyota (Япония). Всего на российском автомобильном рынке в 2021 году было представлено 25 брендов легковых автомобилей массового сегмента и 13 брендов премиального сегмента. Топ-10 брендов представлены на рис. 1 [1].

В 2022 году объем российского рынка новых легковых автомобилей составил 626 281 шт., что на 58,7% меньше, чем в 2021 году. Изменение структуры рынка связано с массовым уходом европейских, японских, корейских, американских автопроизводителей с российского рынка после 24 февраля 2022 г. Поставки автомобилей в РФ с их стороны были прекращены, а иностранные автозаводы приостановили свою работу. На этом фоне стала стремительно расти рыночная доля отечественных и китайских брендов, что отражено на рис. 2 [2].

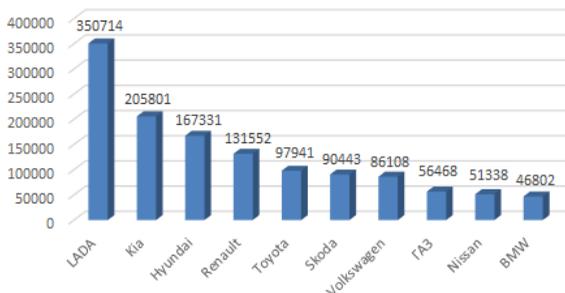


Рис. 1. ТОП-10 брендов на авторынке России по количеству проданных автомобилей за 2021 год, шт.

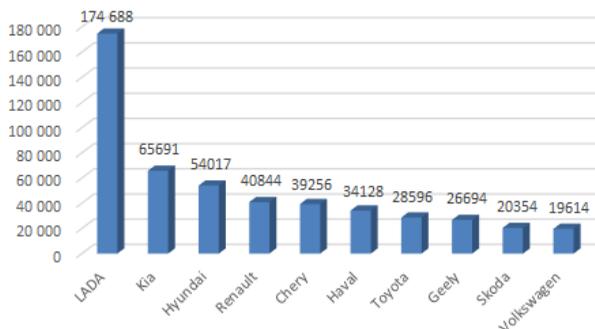


Рис. 2. ТОП-10 брендов на авторынке России по количеству проданных автомобилей за 2022 год, шт.

По данным ассоциации «Российские автомобильные дилеры», к концу 2022 года на российском рынке остались только 14 брендов из 60, среди них три отечественных – Lada, ГАЗ и УАЗ, остальные – китайские. При этом спрос на автомобили в текущей ситуации сохраняется. Дополнительным каналом поставок автомобилей брендов, отсутствующих на российском автомобильном рынке, стал параллельный импорт. Структура автомобильного рынка России по странам происхождения автомобилей в 2022 году представлена на рис. 3 [3].

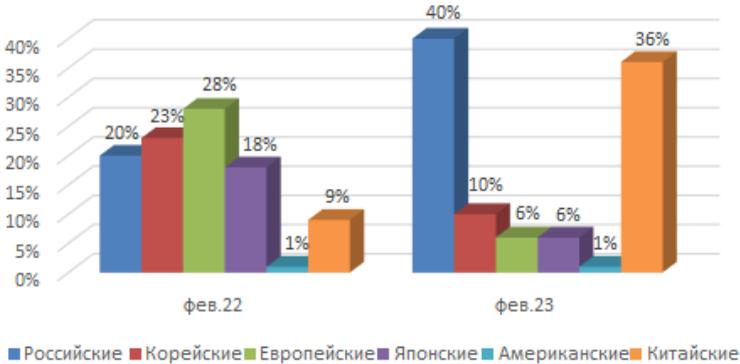


Рис. 3. Изменение структуры автомобильного рынка России по странам происхождения автомобилей в 2022-2023 гг.

В сложившейся ситуации актуальным становится вопрос управления брендами, которое должно опираться на следующие положения [4].

1. Автомобильный бренд заинтересован в развитии мощной дилерской сети. Следует стремиться к получению звания «дилер» на определенной географической территории, будучи готовым к прохождению жесткого аудита и оценки финансовой стабильности.

2. Управление репутацией автомобильного бренда заключается в формировании его положительного образа в сознании клиента, который привлекает новых клиентов и позволяет удержать уже существующих. Важным ресурсом создания положительного имиджа являются отзывы клиентов об автомобильных брендах (дилерах).

3. Определённые ожидания от посещения автосалона, соответствующие сложившемуся восприятию бренда, формируются благодаря брендбуку, в котором прописаны жёсткие стандарты внешнего и внутреннего оформления салона, фирменные цвета, мебель, внешний вид сотрудников, стандарты работы и обслуживания и т.д.

4. Одним из официальных каналов продаж автомобилей являются классифайды, такие как Auto.ru, Авито, Drom.ru, am.ru, irr.ru, carprice.ru. Необходимо следить за тем, чтобы оформление страницы дилера

строго соответствовало стандартам бренда, ориентируя потребителя и подтверждая преимущества покупки и гарантии.

5. Негативное влияние на имидж бренда оказывают «серые дилеры». Важно отслеживать и блокировать их предложения, а также вести работу по повышению грамотности клиентов через видеоматериалы в интернете и POS-материалы в автосалонах официальных дилеров.

6. Большую значимость для поддержания доверия к бренду играют BTL-мероприятия. Официальное открытие дилерского центра, презентации новых моделей автомобилей, дни открытых дверей, тематические мероприятия для клиентов призваны расширить клиентскую базу и повысить лояльность клиентов.

7. Эффективным маркетинговым инструментом, позволяющим улучшить репутацию дилера и получить защитника бренда, являются отзывные кампании, когда при обнаружении дефекта или ошибки сервисный центр оповещает владельца о необходимости произвести ремонт или доработку и делает это бесплатно для клиента.

Представленные инструменты являются основными для управления брендом на российском автомобильном рынке. Уход зарекомендовавших себя европейских, корейских и других автомобильных брендов поменял структуру рынка.

Литература

1. Лидеры и аутсайдеры авторынка РФ в 2021 году. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/50415/> (дата обращения: 12.03.2023).
2. Лидеры и аутсайдеры авторынка РФ в 2022 году. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/53603/> (дата обращения: 12.03.2023).
3. Рынок новых легковых автомобилей в 2022 году: ТОП-25 марок и моделей. – URL: <https://www.autostat.ru/press-releases/53553/> (дата обращения: 12.03.2023).
4. Вопрос эксперту: «Как отзывные кампании влияют на имидж автопроизводителей?». – URL: https://www.autostat.ru/editorial_column/46242/ (дата обращения: 16.03.2023).

УДК 519.23:621.2

Н.И. ДЮПОВКИН, к.т.н.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: dean@fzvo.ispu.ru

Роль кластеров в экономической системе

Аннотация. В работе приведен анализ условий формирования промышленных кластеров, указаны механизмы государственной поддержки и оценена роль кластеров в экономической системе.

Ключевые слова: промышленные кластеры, бизнес-связи, кластерная экономика, инновационные процессы.

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St.,34
E-mail: dean@fzvo.ispu.ru

The role of clusters in the economic system

Annotation. The paper analyzes the conditions for the formation of industrial clusters, examines the mechanisms of state support and evaluates the role of clusters in the economic system.

Key words: industrial clusters, business connections, cluster economy, innovation processes.

Формирование промышленных кластеров является одним из перспективных механизмов экономического развития регионов и страны в целом. Но из-за отсутствия четкого правового определения и признаков промышленных кластеров возникают трудности в их нормативном сопровождении. Промышленный кластер – комплексное и емкое понятие, что приводит к разному подходу к системе субъектов рынка, имеющих бизнес-связи [1,2]. Повышение определенности при формировании промышленных кластеров позволит повысить эффективность расходования бюджетных средств, выделяемых для создания кластерной экономики.

С 2012 года в РФ формировались два направления кластерного развития:

Минэкономразвития России осуществляло программу поддержки инновационных территориальных кластерных образований,

Минпромторг России реализовывал программу развития промышленных кластеров.

В настоящее время на федеральном уровне существует программа поддержки промышленных кластеров Минпромторга России. На сайте ассоциации кластеров, технопарков и ОЭЗ России – <https://akitrf.ru/> предоставлена информация по терминам, этапам оформления промышленных кластеров, государственной поддержке организаций, входящих в промышленные кластеры.

В соответствии с [3] под промышленным кластером понимается совокупность предприятий, осуществляющих деятельность в сфере промышленности, связанных отношениями территориальной близости и функциональной зависимости и размещенных на территории одного или нескольких регионов России.

Основные этапы создания и развития промышленного кластера:

1. Анализ стратегических документов

Определение ключевых направлений развития промышленных кластеров

2. Формирование перечня предприятий для анкетирования

Определение ключевых предприятий в рамках выявленных направлений

3. Предварительное анкетирование

Рассылка, сбор и анализ предварительных анкет ключевых предприятий. Рассылка анкет по предприятиям, указанным в анкетах первой волны как поставщики/потребители

4. Проведение практической сессии по вопросам формирования кластера

Информирование потенциальных участников кластера о порядке формирования кластера и о мерах поддержки

5. Формирование заявки кластера в Минпромторг России

Разработка пакета документов, регистрация СОПК, создание сайта, заключение соглашений

6. Получение аккредитации кластера

Устранение замечаний Минпромторга России по документации, выход приказа о включении в реестр

7. Определение инвестиционных ниш

Определение «разрывов» в рамках сложившихся производственных цепочек, оценка возможности реализации совместных кластерных проектов в рамках выявленных ниш

8. Конкурсный отбор совместных кластерных проектов

Разработка пакета документов, подача заявки в Минпромторг России, заключение соглашения с Минпромторгом России в случае одобрения субсидии, получение средств субсидии

Процесс сводится к выявлению субъектов рынка, которые объединены бизнес-связями. Большое внимание к формированию и развитию промышленных кластеров объясняется ожиданием положительного синергетического эффекта от участников такого объединения. Этот эффект возможен при согласованной работе всех организаций кластера. Для получения положительного эффекта в состав промышленного кластера должны входить не только промышленные предприятия, выпускающие продукцию и обеспечивающие удовлетворения спроса на рынке, но и организации, которые способны улучшать технологические процессы переработки сырья, производства и реализации продукции. В состав кластера желательно включать ВУЗы, структуры Академии наук РФ, отраслевые инновационные организации, СКТБ. Промышленный кластер позволяет получить дополнительное государственное финансирование для развития экономической системы региона.

Формирование промышленного кластера возможно, если в регионе исторически сложилась система предприятий, работающих на определенный рынок. Примером может служить Ивановская область, где была специализация по текстильной промышленности (предприятия, вузы, НИИ, институт АН РФ). Но в ассоциации промышленных кластеров нет сведений о таком текстильном кластере, но зарегистрирован текстильный кластер в Рязанской области [1].

На текущее время основная масса промышленных кластеров находится на стадии создания, только 4 кластера выделяются как действующие.

Правительство РФ оказывает поддержку развитию кластерной экономики, что указано в [4,5]. В декабре 2022 года премьер-министр РФ Мишустин М.В. подписал постановление, которым утвердил запуск льготного режима работы предприятий, занимающихся импортозамещением в составе промышленных кластеров.

Литература

- 1.Валитова Л.А., Шарко Е.Р., Шерешева М.Ю. Выделение промышленных кластеров на основе анализа бизнес-связей: пример текстильной отрасли // Управленец. Т. 12, № 4. 2021.С. 59–74.
- 2.Бабкин А.В., Новиков А.О. Кластер как субъект экономики: сущность, современное состояние, развитие. Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки, № 1 (235) 2016. С.9-29
- 3.Федеральный закон от 31.12.2014 г. №488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации»
- 4.Постановление Правительства РФ от 31.07.2015 г. №779 «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров»
- 5.Постановление Правительства РФ от 28.01.2016 г. №41 «Об утверждении правил предоставления из федерального бюджета субсидий участникам промышленных кластеров на возмещение части затрат при реализации совместных проектов по производству промышленной продукции кластера в целях импортозамещения»

УДК 339.138

А.М. КАРЯКИН д.э.н., профессор
А.Е. МАСТАЛЫГИН, аспирант
А.Д. ТРАВИНА, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: karyakin@economic.ispu.ru

Стратегии маркетинга международной компании

Аннотация. Маркетинговая стратегия является наиболее эффективным средством систематизации и оценки ресурсов компании. В работе рассмотрены основные виды маркетинговых стратегий и инструментарий, который используется при выборе каждой из таких стратегий. Инструменты и стратегии рассмотрены с точки зрения специфики их применения именно в отношении бизнеса международного уровня.

Ключевые слова: маркетинговая стратегия, международная компания, базовые стратегии, конкурентные стратегии, глобальные стратегии, стратегии роста

и развития, фокусирование, интернационализация, глобализация, кооперация, интенсивный рост, диверсифицированный рост.

A.M. KARYAKIN, Doctor of Economics,
A.E.MASTALYGIN Graduate student
A.D. TRAVINA student

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St.,34
E-mail: karyakin@economic.ispu.ru

Marketing strategies of an international company

Abstract. Marketing strategy is the most effective means of systematization and evaluation of company resources. The paper considers the main types of marketing strategies and the tools that are used when choosing each of these strategies. The tools and strategies are considered from the point of view of the specifics of their application in relation to international business.

Key words: marketing strategy, international company, basic strategies, competitive strategies, global strategies, growth and development strategies, focus, internationalization, globalization, cooperation, intensive growth, diversified growth.

Маркетинговая стратегия является наиболее эффективным средством систематизации и оценки ресурсов компании, необходимых для дальнейшего планирования продвижения и продаж товаров и услуг. Без этого инструмента тестирование различных подходов и гипотез увеличивает расход ресурсов, а текущие показатели невозможно подвергнуть анализу или дальнейшему масштабированию.

Маркетинговая стратегия включает в себя описание и планирование использования различных инструментов, например, ценообразование, коммуникация, позиционирование бренда, SMM, SEO. Наша же задача рассмотреть возможные виды стратегий для международной компании, определить их особенности и специфику.

Стратегия маркетинга международной компании не существует как самостоятельный тип или вид, она скорее описывает процесс преобразования инструментов известных видов стратегий под имеющуюся реальность. Так, чаще всего выделяют четыре основных вида маркетинговых стратегий [1, 2].

Базовые стратегии (по Майклу Портеру) выстраиваются вокруг позиционирования компании и являются в нашем случае универсальным подходом, так как их инструменты можно масштабировать на транснациональный бизнес. Оптимизация процессов и сокращение расходов, уникализация товара или услуги, модернизация аналогов, фокусировка на конкретном специфичном направлении – всё это может дать положительный результат и международной компании. Главной особенностью базовых стратегий в случае использования на международном

уровне становится многократное повышение опасности провала или банкротства при подключении новой составляющей. Использование же одновременно всех инструментов базового вида стратегий с большой долей вероятности приведет к краху бизнеса: достаточно сложно долгое время после выхода на рынки удерживать низкую цену на фоне ограниченной аудитории, вкладывая постоянно средства в модернизацию и уникализацию продукта.

Вторым видом называют конкурентные стратегии, которые основаны на выстраивании «поведения» бизнеса в соответствии с климатом на рынке и ситуации внутри компании. В данном случае инструментарий подходит в большей степени международным компаниям и крупным национальным компаниям. В зависимости от условий нынешнего окружающего мира, можно применить расширение доли участия в экономических процессах, инструмент сохранения текущих позиций, путь быстрой и максимальной прибыли (в части рассмотрения стратегий именно международной компании такой способ может касаться исключительно конкретной линии продукта, так как масштабировать бизнес до интернационального или транснационального уровня с таким подходом невозможно, ведь подобная концепция действует только в отношении популярных продуктов и только при их первичном появлении на рынке – «эффект сбора урожая» - компания должна успеть реализовать свой потенциал в отношении такой линии до момента снижения продаж), и реструктуризацию направлений. Как мы видим, стратегии конкурентного вида уже нельзя использовать совместно, они являются альтернативными путями развития компании в текущий момент.

Перейдем к стратегиям глобализации, которые являются инструментом укрепления международной компании или выхода национальной компании на международный уровень. Инструмент интернационализации нас мало интересует, так как в случае с международной компанией применяется исключительно для выхода на новые рынки, то есть расширяет присутствие компании через «вход» в новые страны. Инструмент глобализации, наоборот, является ключевым способом укрепления позиции рассматриваемого нами бизнеса: все продукты компании при повышении их популярности стремятся к достижению обретения полного соответствия международным стандартам, такой подход можно назвать ещё универсализацией, когда продукт компании не имеет отличий вне зависимости от страны присутствия. Таким образом, достигается не только единообразность выстраивания структурных подразделений, но и постоянность, привычность бренда. Инструмент кооперации в свою очередь, является либо способом стихийного ответа на рыночные явления, либо способом существования взаимозависимых отраслей экономики. Значит, взаимодействие международных компаний между собой происходит либо в форме ответа на общую угрозу экономических потерь, либо в форме объединения ресурсов для выхода на более сложные рынки [3, 4, 5].

Обратим внимание на то, что в целом, выбор стратегии маркетинга международной компании можно разделить на два этапа. Первый – выбор подхода вертикального или горизонтального развития. Второй – выбор инструментов и стратегий, который будет соответствовать глобальным целям, заложенным в выбранном подходе. Так, компания, выбравшая диверсифицированный рост, может использовать для достижения своих маркетинговых целей различные стратегии и инструменты: обеспечить уникальность продукта за счёт выстраивания фирменного стиля сервиса и узнаваемых особенностей продукта, сформировать «Бренд», базирующийся на стабильности (к примеру, компания Zippo) или наоборот, на инновациях (к примеру, Apple). При этом обе названные для примера компании используют в том или ином виде расширение линий продукта и контроль цены продукта, чтобы обеспечить всеобщую доступность своих товаров, без потери крупных покупателей (через диверсификацию стоимости).

Таким образом, мы рассмотрели возможные виды стратегий для международной компании, определили их особенности и специфику. Вывод, к которому можно прийти: международные компании используют большую часть стандартных стратегий, которые подходят и национальным компаниям, но проводят работу по масштабированию инструментов и изменяют подход в зависимости от специфики существования глобального бизнеса.

Литература

- 1.Рябков О.А. Типология маркетинговых стратегий // Вестник УРАО. 2015. №3.
- 2.Толчинская М.Н., Муртузалиев А.Д. Принципы и особенности международного маркетинга // УЭПС. 2018. №3.
- 3.Вагнер Е.В., Современные стратегии продвижения потребительских товаров на иностранном рынке на основе выбранной концепции международного маркетинга // Символ науки. 2018. №10.
- 4.Лясников Н.В., Лясникова Ю.В. Международная маркетинговая деятельность многонациональных компаний в условиях нестабильности // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. №4 (28).
- 5.Колесова Е.А. Международный маркетинг // StudNet. 2021. №5.

УДК 331.443

А.М. КАРЯКИН д.э.н., профессор
А.В. РУСИНА аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: alvrusina@mail.ru

Классификация команд в современных условиях

Аннотация. Командный менеджмент является одной из самых популярных тем научных исследований. Совершенствуются уже созданные команды и появляются новые для поиска новых специфических возможностей для повышения конкурентоспособности. И в качестве основных критериев классификации команд используются современные и новаторские понятия.

Ключевые слова: команда, типология команд, самонаправляемые команды, инновационные команды, специфика компании.

A.M. KARYAKIN, Doctor of Economics,
A.V. Rusina, PhD student

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St.,34
E-mail: alvrusina@mail.ru

Classification of teams in modern conditions

Abstract. Team management is one of the most popular research topics. Already established teams are being improved and new ones are emerging to find new specific opportunities to improve competitiveness. And modern and innovative concepts are used as the main criteria for team classification.

Key words: team, team typology, self-directed teams, innovative teams, company specifics.

В современном менеджменте не существует единой типологии команд. Ряд теоретиков разделяют команды по категориям на основании различных критериев. Все это создается для повышения эффективности работы команды.

Так по определению М. Армстронга: «Команда – это небольшое число людей со взаимодополняющими навыками, людей, которые собраны для совместного решения задач в целях повышения производительности и в соответствии с подходами, посредством которых они поддерживают взаимную ответственность» [1].

Однако, у той или иной классификации есть свои сторонники и оппоненты.

Рассмотрим существующие на сегодняшний день типологии команд. Карякин А.М. выделяет десять типов команд:

- Интрафункциональные команды.
- Оперативные команды.
- Кроссфункциональные команды.
- Предпринимательские команды.
- Исполнительные команды.
- Координационные команды.
- Самоуправляемые команды.
- Самонаправляемые команды в производстве и сервисе.
- Самонаправляемые команды в интеллектуальной сфере.
- Виртуальные команды [3].

По мнению Д. Макинтош-Флетчер, существует два главных типа команд: кроссфункциональные и интактные команды [7].

Т.П. Галкина представляет типологию, выделяющую четыре категории команд в зависимости от поставленных целей:

- совещательная;
- производственная;
- проектная;
- группа действий.

Дж. Катценбах и Д.Смит в соответствии с родом деятельности, которую выполняет в организации группа, выделяют следующие команды:

- занимающиеся подготовкой рекомендаций;
- производственные команды;
- управляющие команды [4].

В. Еременко из компании «Илим Палп Энтерпрайз» различает следующие типы команд:

- рабочие (функциональные);
- межфункциональные;
- команды, обслуживающие процесс (бизнес-процессные команды);
- управленческие;
- проектные;
- самоуправляющиеся;
- команды повышения эффективности;
- интегрирующие и др [2].

В. Михеев в своей работе, посвященной проектным группам, выделяет:

1. Команды, которые создают что-нибудь новое для организации или делают новую работу, что ранее не осуществлялось.
2. Команды по аудиту и контроллингу, группы оценки качества.
3. Производственные команды (группы), команды продаж и обслуживающие команды (бригады, группы).
4. Команды много исполнительской управленческой природы [5].

Самойленко А. В. предлагает выделить новый тип команд под названием «ротационные» команды. Ввиду специфики *ротационных команд* единственным примером их применения являются команды

лётного состава, однако представляется возможным поиск и изучение подобной схемы и в других областях [6].

Также различными авторами выделяются интра- и кроссфункциональные команды, команды для решения актуальных проблем, автономные, оперативные, предпринимательские, производственные команды, команды улучшения качества, менеджерские команды, самостоятельные творческие группы и т.п [3].

Предлагается следующая классификация команд:

1. Внутренние отраслевые команды: специалисты одного профиля, функцией которых является изготовление/сборка/наладка и т.д. «продукта», члены команды склонны слушать и следовать конкретным инструкциям, уровень производительности членов команды оказывает сильное влияние на рентабельность продаж, доход компании в целом.

2. Внутренние контролирующие команды: менеджеры компании, выполняющие функции надзора, проверки, контроля отраслевых команд, члены данной команды требуют активного контакта, обсуждения путей реализации проекта, поскольку эти лица могут оказаться как основными сторонниками, продвигающими проект, так и главными противниками, препятствующими его осуществлению.

3. Внешние стратегические команды: команду составляют специалисты по работе с поставщиками, составляющие в целом план и стратегию работы компании; для высокой эффективности работы членов команды необходимо поддерживать контакт путем предоставления важной информации по проекту, решения, которые принимаются ими и их последствия в большей степени влияют на работу компании.

4. Внешние регулирующие команды: работа со СМИ, с политическими организациями, с финансовыми организациями (банки, налоговые, биржи); выполняют функции поддержки имиджа компании, члены команды относительно пассивны по отношению к проекту, однако при возникновении проблем уровень их интереса неизбежно возрастет.

5. Инновационные команды: особая команда, обычно самоуправляемая, не находящаяся в подчинении у иных команд и не имеющая у себя в подчинении какую-либо команду или сотрудника; занимается совершенствованием работы компании для выведения лучших «продуктов» или «услуг» на рынок; сильного влияния на работу компании на постоянной основе не оказывает, но в то же время имеет значение для всех заинтересованных сторон компании.

Инновационная команда – это совокупность людей, деятельность которых направлена на достижение организацией большего экономического эффекта путем создания уникальных разработок, совершенствования работы с персоналом и развития вариативности «услуг».

Создание инновационной команды требует еще больше усилий, чем создание иной команды, так как в процессе разработки / внедрения / развития зачастую накал эмоций не соответствует стабильному психологическому климату.

Вывод. Такое разнообразие типологий говорит о турбулентности, многофакторной сложности современного мира. Интерес к данной теме вызван возрастанием количества неопределённых ситуаций, благодаря которым меняются потребности потребителей и возможности производителей.

Нельзя не сказать о том, что ни одна команда не может повторять другую, они все индивидуальны, зависят от специфики компании, страны, где работает данная команда.

Таким образом, данная тема научного исследования остается открытой и тем самым наиболее интересной.

Литература

1. Армстронг М. Основы менеджмента. - Ростов-на-Дону: «Феникс», 1998. - 512 с.
2. Еременко В. Создание и развитие команды // Управление компанией. 2004. № 1.
3. Карякин А.М., Великороссов В.В. Основы командной работы. – Москва: ООО Русайнс, 2021.
4. Катценбах Дж., Смит Д. Командный подход. Создание высокоэффективной организации; пер. с англ. М., 2013, 430 с.
5. Михеев В. Современная команда менеджмента проекта // Директор информационных систем, №5, 2001.
6. Самойленко А. В. "Ротационные" команды как новый вид построения команд / А. В. Самойленко, Л. А. Воронина // Современные технологии управления. 2013. № 1(25). С. 45-49.
7. Mcintosh-Retcher D. Teaming by design: real team for real people. – New York, VcGraw-Hill 1996. P. 35.

УДК 336.3

Н.В. КЛОЧКОВА, д.э.н., профессор
О.А. САВИН, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: nklochkova@bk.ru, savinoleg85@mail.ru

Государственный долг Ивановской области: состояние и оценка эффективности управления

Аннотация. В работе приведен анализ состояния государственного долга Ивановской области, конкретизированы проблемы эффективного управления, в **том числе по увеличению инвестиционной привлекательности региона.**

Ключевые слова: государственный долг, бюджет, эффективность управления, долговая политика

N.V. KLOCHKOVA, Doctor of Economics, Professor
O.A. SAVIN, PhD student

Ivanovo State Power University,
34, Rabfakovskaya st., 153003, Ivanovo
E-mail: nklochkova@bk.ru, savinoleg85@mail.ru

The state debt of the Ivanovo region: the state and evaluation of management efficiency

Annotation. The paper provides an analysis of the state of the state debt of the Ivanovo region, specifies the problems of effective management, including the increase in the investment attractiveness of the region.

Key words: public debt, budget, management efficiency, debt policy

Государственный долг субъекта Российской Федерации (далее – госдолг) – это совокупность долговых обязательств субъекта Российской Федерации (далее – субъект РФ), возникающих из государственных заимствований субъекта РФ, а также выданных им гарантии другим заемщикам, обязательства по которым принял на себя субъект РФ.

В условиях высокой волатильности мировой экономики, сказывающейся на динамике поступления доходов в бюджеты субъектов РФ, обеспечение стабильности бюджета и исполнения социально-значимых расходных обязательств является главной целью субъекта РФ для повышения уровня жизни граждан. Результат эффективности управления финансовой системы любого субъекта РФ является проведение им сбалансированной и ответственной долговой политики.

Ивановская область является одним из субъектов РФ, наполняемость бюджета которого испытывает большие трудности из-за специфики структуры экономики региона и его валового регионального продукта. Государственный долг Ивановской области с 01.07.2005 по 01.01.2023 представлен на рис. 1 [2].



Рис.1. Государственный долг Ивановской области с 01.07.2005 – 01.01.2023

Анализируя изменение госдолга Ивановской области необходимо отметить тенденцию снижения долговой нагрузки региона с пиковых значений в размере 16 825 747,85 рублей (по состоянию на 01.01.2017) на 32,97% до 11 277 602 618,28 рублей к 01.01.2023, что свидетельствует об эффективности принимаемых мер по снижению долговой нагрузки региона последнего состава Правительства региона.

Структура госдолга Ивановской области представлена на рис. 2.

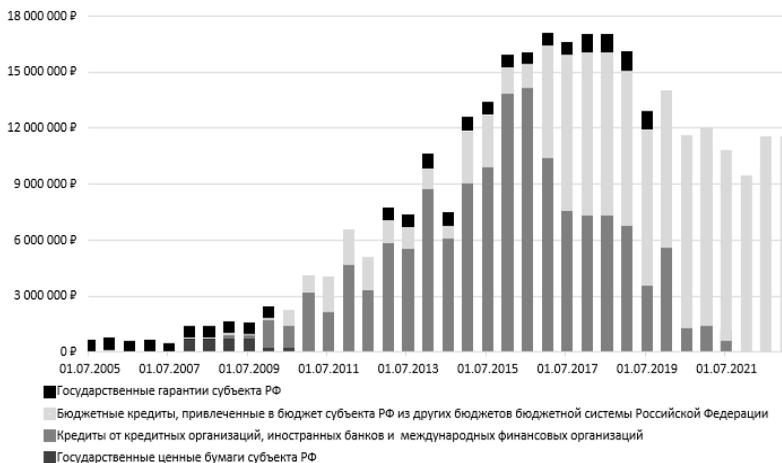


Рис. 2. Структура госдолга Ивановской области с 01.07.2005 по 01.01.2023

Структура государственного долга субъекта Российской Федерации представляет собой группировку долговых обязательств [1]. Что касается структуры госдолга Ивановской области с 01.07.2005 по 01.01.2023, то она кардинально менялась. В период с 01.07.2005 по 01.07.2007 для покрытия дефицита бюджета использовались кредиты, привлеченные из других составляющих бюджетной системы, а также государственные гарантии субъекта РФ.

С 01.01.2010 для устранения последствий мирового финансового кризиса 2008-2009 годов, сказавшегося на экономике региона, Ивановская область активно стала увеличивать госдолг за счет привлечения средств от кредитных организаций, иностранных банков и международных финансовых организаций. При этом обслуживание данных обязательств явилось дополнительным долговым бременем для бюджета региона. Особый пик привлечения указанных кредитов можно отметить на 01.07.2016 в размере 14 450 000 рублей.

Для устранения проблемы увеличения за кредитованности Ивановской области Федеральный центр с 01.01.2017 стал предоставлять бюджетные кредиты Ивановской области для обеспечения балансиров-

ки бюджета. Это позволило Ивановской области решать финансовые проблемы за счет предоставления дополнительных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета. Результатом данного действия явилось полное погашение Ивановской областью к 01.01.2022 всех своих долговых обязательств перед кредитными организациями.

На 01.01.2023 в структуре государственного долга Ивановской области присутствуют только бюджетные кредиты, привлеченные из других составляющих бюджетной системы РФ в размере 11 277 602 618,28 рублей. Отметим, что обслуживание государственного долга субъектов РФ обеспечивает Минфин России с процентной ставкой 0,1%.

Оценивая эффективность управления госдолгом Ивановской области, авторы выделяют следующие проблемы:

1. Качество прогнозирования доходной части бюджета Ивановской области с точки зрения возможности ее увеличения.

2. Неодкрепленный обоснованиями уровень управления денежными потоками в регионе (слабая эффективность финансового менеджмента), что на данный момент не способствует увеличению инвестиционной привлекательности.

3. Высокие расходные обязательства субъекта РФ (социальные обязательства, софинансирование реализации национальных проектов и т.п.) [3].

4. Слабая адаптация экономического состояния региона для развития инвестиционной привлекательности под влиянием внешних факторов (волатильность мировой экономики, санкции, пандемия COVID-19, СВО).

К мерам, которые могут способствовать увеличению инвестиционной привлекательности региона и минимизации уровня госдолга можно отнести:

1. Включение в Указ Президента РФ от 04.02.2021 №68 «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации» показатель степени зависимости регионального бюджета от федеральных дотаций.

2. Ежегодная индексация дотаций по социальным обязательствам субъектов РФ на уровень инфляции.

3. Списание задолженности субъектов РФ сумме равной налоговым поступлениям в федеральный бюджет от реализации инвестиционных проектов по развитию коммунальной, энергетической и транспортной инфраструктуры.

4. Контроль, мониторинг и оценка рисков, возникающих в сфере бюджетного планирования и долговых обязательств [4].

5. Запрет субъектам РФ привлечения коммерческих кредитов для покрытия дефицита бюджета от кредитных организаций, иностранных банков и международных финансовых организаций.

Важным критерием эффективности управления субъектом РФ является его долговая политика, основой которого должна являться устойчивость и сбалансированность своего бюджета.

Литература

1. Бюджетный кодекс РФ от 31.07.1998 № 145 – ФЗ (с изменениями и дополнениями). Ч. II «Бюджетная система Российской Федерации». Раздел IV «Сбалансированность бюджетов». // Справочно-правовая система Консультант Плюс (дата обращения: 03.03.2023).

2. Министерство финансов Российской Федерации. Объем и структура государственного долга субъектов Российской Федерации и долга муниципальных образований. URL: https://minfin.gov.ru/ru/performance/public_debt/subj/subdbt/ (дата обращения: 03.03.2023).

3. Савин, О.А., Клочкова, Н.В. Финансовая реализация национальных проектов в 2019 году // Анализ состояния и перспективы развития экономики России: Материалы IV Всероссийской молодежной научно-практической конференции (с международным участием). В 2-х т., Иваново, 30 апреля 2020 года. Т. 2. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, 2020. – С. 60-63. – ISBN 978-5-00062-428-9. – EDN XUQOSW.

4. Клочкова, Н. В. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты / Н. В. Клочкова // Теоретические и практические аспекты цифровизации российской экономики: сборник трудов IV Международной научно-практической конференции, Ярославль, 09 декабря 2021 года / Ярославский государственный технический университет, Правительство Ярославской области. – Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 2021. – С. 92-97. – EDN CIZLNX.

УДК 621.311

А.Ю. КОСТЕРИН, ст. преподаватель,
Е.С. СТАВРОВСКИЙ, доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: kost6@yandex.ru, stavrovsky_es@mail.ru

Проблемы развития энергетического менеджмента в России

Аннотация. Рассмотрены основные проблемы и направления развития энергетического менеджмента в России.

Ключевые слова: энергетический менеджмент, состояние, направления развития.

A.Y. KOSTERIN, senior lecturer,
E.S. STAVROVSKY, docent

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: kost6@yandex.ru, stavrovsky_es@mail.ru

Problems of energy management development in Russia

Abstract. The main problems and directions of development of energy management in Russia are considered.

Key words: energy management, condition and directions of development

С 1 декабря 2012 года в Российской Федерации введен в действие стандарт ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению», основным назначением которого является реализация системного подхода к управлению энергосбережением на предприятии посредством интеграции энергоэффективности и энергосбережения в текущую управленческую деятельность [2].

С 2018 года действует новая версия международного стандарта – ISO 50001-2018 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению», однако, ее адаптация в России проведена и реализована только небольшой группой заинтересованных крупных предприятий и организаций, работающих на мировых рынках.

В мире более 12 тысяч организаций, внедривших систему энергетического менеджмента по стандарту ISO 50001, продемонстрировали улучшение показателей энергетической эффективности на 10 и более процентов, а в России по данным Минэкономразвития энергоёмкость ВВП страны с 2015–2021 гг. выросла на 3,4% [3].

Энергоёмкость ВВП (без неэнергетических нужд по сумме секторов экономики) в 2021 г. составила 9,52 т.у.т./млн руб. в ценах 2016 г., что на 2,3% выше уровня 2020 г., а в 2021 году, в «Электроэнергетике» впервые с 2015 года технологический фактор способствовал росту потребления энергии на 1,7 млн т.у.т., это было вызвано в основном ростом удельных расходов топлива на генерацию электроэнергии, а в «Теплоснабжении» технологический фактор способствовал росту потребления энергии на 0,3 млн т.у.т. за счет повышения доли потерь в тепловых сетях и роста УРУТ на производство тепловой энергии на ТЭС.

Аналитики Минэкономразвития России отмечают, что причиной роста энергоёмкости ВВП является специфика 2020 г., когда снижение энергоёмкости было связано со снижением потребления ресурсов из-за локдауна, но, по мнению авторов статьи, делать вывод о том, что это главная причина повышения энергоёмкости ВВП и что наблюдается умеренный прогресс в повышении энергоэффективности, является преждевременным.

В чем же проблемы развития энергетического менеджмента в России и почему за прошедшие 10 лет система не получила всеобщего признания и распространения.

Для существующего положения дел в области управления энергосбережением были объективные предпосылки:

1. Регулярное совершенствование нормативной базы энергосбережения.

На первый взгляд, развитие нормативной базы должно было способствовать формированию системы энергетического менеджмента на

предприятиях, но любое совершенствование может иметь как положительные, так и отрицательные стороны. Одной из проблем стало отсутствие в нормативных документах механизмов понятной мотивации, а главное – стимулирования предприятий к внедрению системы энергетического менеджмента.

Декларация о достижении экономии топливно-энергетических ресурсов за счет организационных мероприятий по управлению энерго-сбережением и энергетической эффективностью в объеме 10-20%, в течение первых лет внедрения системы энергетического менеджмента, была подтверждена только частично и только на крупных предприятиях, и поэтому не стала побуждающим моментом.

2. Замена обязательных энергетических обследований.

С 2019 года взамен проведения обязательных энергетических обследований, было введено обязательное декларирование потребления энергетических ресурсов для государственного сектора, а затем обязательные энергетические обследования были отменены и для промышленности. Возможно, что именно добровольность проведения энергетических обследований, стала одной из причин снижения интереса не только к процессам энергетического аудита, но и к важности внедрения и развития системы энергетического менеджмента.

Самостоятельное декларирование потребления энергетических ресурсов повлияло и на качество предоставляемой информации в области энергосбережения. Отсутствие серьезной аналитической работы, выполняемой энергоаудиторами, также сказалось и на уровне ответственности персонала, работающего в энергосбережении.

3. Добровольность сертификации системы энергетического менеджмента.

Сертификация – это стимул для последовательного улучшения системы энергетического менеджмента, однако, реального стимула для ее получения в России, не существует, т.к. предприятия не видят реального финансового эффекта, кроме имиджевой составляющей.

4. Ограниченность финансовых ресурсов у большинства предприятий.

Разработка, внедрение и функционирование системы энергетического менеджмента требует от предприятий и организаций дополнительных финансовых ресурсов (сертификация системы энергетического менеджмента, оплата труда энергоменеджеров, создание или совершенствование системы учета и контроля расходов энергоресурсов, организация внутреннего документооборота, реализация энергосберегающих мероприятий и т.д.), что также является серьезной проблемой.

5. Понимание важности создания системы энергетического менеджмента со стороны руководства предприятия и государства.

Создание системы и ощутимые результаты от ее работы в большой степени зависят от отношения к ней руководства предприятия, его заинтересованности и от понимания важности решения задач энерго-

сбережения со стороны государства, и государственных органов исполнительной власти субъектов федерации.

Таким образом, в России существуют проблемы для успешного внедрения и развития системы энергетического менеджмента, но все они могут и должны быть решены. Для этого необходимы совместные усилия и со стороны государства – поддержка внедрения системы энергетического менеджмента в форме экономических стимулов, совершенствование нормативной базы и т.д., и со стороны собственников предприятий и организаций – формирование заинтересованности персонала, развитие энергетического мониторинга и т.д.

Литература

1. Федеральный закон РФ №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

2. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению»;

3. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2021 году, Минэкономразвития РФ, 2022.

УДК 332.62

А.А. МАТВИЕВСКИЙ, аспирант
И.Г. КУКУКИНА, д.э.н., профессор

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: gray.37@mail.ru, irina_kukukina@mail.ru

Стоимостный менеджмент в оценке производственных активов

Аннотация. Стоимостный менеджмент производственных активов нацелен на подход к устойчивому развитию бизнеса в условиях замещения импорта, трансформации логистических поставок, потребностей роста производительности специального оборудования и его инвестиционной привлекательности.

Ключевые слова: стоимостный менеджмент, экономическая устойчивость, специальное оборудование, производственные активы, стоимость, оценка.

A.A. MATVIEVSKIY, graduate student
I.G. KUKUKINA, Doctor of Economics, Professor

Ivanovo State Power Engineering University,
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya street, 34
E-mail: gray.37@mail.ru, irina_kukukina@mail.ru

The value based management in value of the production assets

Abstract. The value based management in value of the production assets on the strategic objectives, contributes to increase the sustainability of the business in condition of the substitution import, logistics, growth of productivity of the special equipment and investment attractiveness

Key words: value based management, economic sustainability, special equipment, productive assets, costs, value.

Кризис корпоративного управления 2021-2023 гг. в России сопряжен с острой необходимостью совершенствования методов стоимостного менеджмента в обеспечении экономической устойчивости развития бизнеса практически во всех отраслях.

Нацеленность на сохранение или приумножение стоимости бизнеса зависит от того, насколько быстро осуществляется замещение импорта, совершенствуются и внедряются технологические и логистические решения, наращивается производительность всей цепочки бизнес-процессов.

Ранее принятые за основу устойчивого экономического развития принципы экоцелостности, экоэффективности и экосправедливости ныне реализуются на ускорении строительства новых прочных связей с заинтересованными сторонами. Эти обстоятельства осложняют достижение поставленных ранее стратегических целей роста стоимости компаний.

Участие таких производственных активов как специальное оборудование может оказать существенное экономическое влияние на гармонизацию бизнес-процессов, так как доходность от участия этих активов в бизнесе из-за более низкой производительности не соответствует растущей стоимости этих активов в бухгалтерском балансе.

Специальное оборудование относится к особым средствам труда. Они многократно эксплуатируются для выполнения специфических этапов производственной деятельности. Это промышленное оборудование узкого профиля, используемое в процессах химической отрасли, сварки, термической обработки, металлообработки, получения атомной энергии (реакторное оборудование), авиации и др.

Процесс оценки специального оборудования может осуществляться следующими шагами:

Определение проблемы (Define the Problem).

План действий (Plan the Appraisal).

Идентификация и сбор данных (Select and Gather Data).

Классификация специфических и общих данных. (Specific and General Data).

Анализ собранных данных (Analyze the Data).

Определение оптимального использования (Develop Highest and Best Use).

Расчет по затратам (Cost Approach), расчет сравнением аналогов (Sales Comparison), расчет по доходности (Income Approach).

Согласование расчетных стоимостей (Reconcile Indicated Values).

Обоснование конечной величины стоимости (Develop Final Value Estimate).

Результаты оценки (Report of Defined Value).

В процедуре оценки специального оборудования задействованы четыре группы принципов, связанные с представлениями покупателя-инвестора, с рыночной средой, с производством (участием в бизнес-процессе) и с эффективным использованием этого оборудования.

Для проведения оценки специального оборудования перечень необходимых документов включает: реквизиты предприятия-изготовителя; полное наименование модели; серийный (заводской) номер; технические характеристики; дату начала эксплуатации; балансовую справку о полной и остаточной стоимости на дату оценки; сведения о капитальном ремонте.

Для оценки специального оборудования наиболее применим затратный подход, который на практике реализуется в следующих методиках: 1. Расчет по цене однородного объекта. 2. Поэлементный (поагрегатный) расчет. 3. Анализ и индексация затрат. 4. Расчет по укрупненным нормативам затрат.

Общая модель затратного подхода при оценке специального оборудования в классическом варианте будет иметь следующий вид

$$C_{рсо} = C_{спв} \cdot (1 - Иф) \cdot (1 - Ифн) \cdot (1 - Из),$$

где: $C_{рсо}$ – рыночная стоимость специального оборудования;

$C_{спв}$ – полная восстановительная стоимость специального оборудования;

$Иф$ – физический износ специального оборудования;

$Ифн$ – функциональный износ специального оборудования;

$Из$ – экономический (внешний) износ специального оборудования.

Для оценки стоимости специального оборудования чаще всего подходит методика поэлементного или поагрегатного расчета. Она включает: а) анализ структуры оцениваемого специального оборудования с составлением перечня основных составных частей (устройств, блоков, агрегатов), которые могут быть приобретены отдельно; б) сбор информации по ценам с индексацией на дату проводимой оценки; в) расчет полной себестоимости, при этом учитываются и собственные затраты изготовителя специального оборудования.

Следует отметить, что наибольшие трудности сегодня сопряжены с оценкой экономического износа, поскольку сильные изменения претерпевают такие факторы, как активность НИОКР в условиях замещения импорта и новая логистика поставки комплектующих компонентов, а также иные последствия экономических санкций. Учет этих факторов может в значительной степени повлиять на величину оценки и стоимость специального оборудования в бухгалтерском балансе. В этом случае решения стоимостного менеджмента будут направлены на оценку отдачи от инвестиций в специальное оборудование, влияние

величины оценки на рост стоимости компании. Здесь доходный подход становится наиболее предпочтительным. Это особенно важно в оценке стоимости специального оборудования при наличии развитого рынка аренды и отсутствии рынка аналогов.

Литература

1. Коупленд Том, Коллер Тим, Муррин Джек. Стоимость компаний: оценка и управление. – 2-е изд., стер. /Пер с англ. – М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2002. – 576 с.: ил.

2. Кукукина И.Г. Методы экономической оценки устойчивости развития предприятия: научное издание / И.Г. Кукукина, С.В. Климова. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 202 с.

3. Кукукина И.Г. Оценка имущества: материальные и нематериальные активы, бизнес / И.Г. Кукукина, М.В. Мошкарina: Учеб. пособие. 2-е изд. доп. — М.: ИНФРА-М, 2022. — 190 с.

УДК 334.012.64

А.Ю. ОРЛОВ, аспирант
Ю.В. ВЬЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003, Иваново, ул. Рабфakovская, д. 34
E-mail: i@ay.orlov.ru, jvilgina@mail.ru

Внешнее цифровое поле субъектов микробизнеса

Аннотация. В статье рассматриваются общие проблемы на пути цифровой трансформации предприятий микробизнеса, вводится модель и определение внешнего цифрового поля субъектов микробизнеса.

Ключевые слова: микробизнес, цифровая трансформация, внешнее цифровое поле

A.Y. ORLOV, PhD Student
J.V. VYLGINA, PhD in Economics

Ivanovo State Power University
34, Rabfakovskaya street, Ivanovo, 153003
E-mail: i@ay.orlov.ru, jvilgina@mail.ru

Microbusiness' External Digital Field

Abstract. The article considers the general problems of digital transformation of microbusiness. The external digital field is defined. The model of the external digital field of microbusiness is introduced.

Key words: microbusiness, digital transformation, external digital field.

Рост малого и среднего бизнеса – одна из ключевых задач, которую предстоит решить в рамках достижения национальных целей, постав-

ленных Президентом России. Крен предприятий любого размера и формы собственности в сторону цифровизации сегодня признаётся не только необходимым инструментом конкурентной борьбы, но, скорее, и фактором выживания бизнеса. Исследование компании Cisco подтверждает, что выручка предприятий, находящихся на этапе цифровой зрелости, растёт в 2 раза быстрее выручки компаний, находящихся на начальной стадии цифровой трансформации бизнеса и в 8 раз быстрее выручки компаний, не применяющих инструменты цифровизации. Таким образом, цифровая трансформация видится на сегодня важнейшим инструментом преодоления кризисов, вызванных пандемией и политическими процессами.

Сложности на пути цифровой трансформации испытывают все компании, независимо от их размера и стадии жизненного цикла. Выделяют наиболее распространённые вызовы:

- недостаточная экспертность лиц, принимающих решения;
- недостаток компетенции у сотрудников-исполнителей;
- отсутствие средств на внедрение технологий;
- проблема выбора технологий и поставщика технологий.

Наряду с этими барьерами выделяют также такие, которые характерны для микробизнеса и определяют выбор стратегии цифровой трансформации таких предприятий (согласно исследованию Cisco в порядке уменьшения значимости):

- нехватка навыков цифровизации у сотрудников;
- сопротивление инновациям;
- нехватка средств для найма сотрудников-экспертов и создания собственных цифровых продуктов;
- отсутствие доступа к необходимым технологиям;
- отсутствие цифрового мышления;
- отсутствие плана цифровизации.

Таким образом, в отличие от субъектов крупного бизнеса, способного внедрять и обслуживать процессы цифровой трансформации за счёт внутренних ресурсов организации, субъекты микробизнеса критически ограничены в собственных ресурсах. Бизнес таких предприятий является высокорискованным. Это связано с небольшими размерами компаний, что не позволяет создать необходимый эффект масштаба и устойчивость к кризисным явлениям, а также не даёт возможность обладать достаточной рыночной силой по отношению к покупателям и поставщикам. Также эти компании обладают, как правило, недостаточно зрелой системой корпоративного управления и открытостью по отношению к инвесторам.

При этом важность микробизнеса для экономики государства трудно переоценить: согласно отчёту Уполномоченного при Президенте РФ по защите прав предпринимателей, хотя и не является драйвером российской экономики с точки зрения его вклада в ВВП страны, однако именно

в этом секторе работает каждый десятый россиянин в возрасте от 18 до 64 лет.

Учитывая вышесказанное, можно констатировать наличие актуального запроса со стороны субъектов микробизнеса на содействие на их пути к цифровой трансформации бизнеса, которая предполагает фундаментальное переосмысление клиентского опыта, бизнес-моделей и операций, а также часто и всей корпоративной культуры. Стоит согласиться с утверждением авторов исследования «Collaborate to Innovate» о том, что большинству микропредприятий необходимо полагаться на взаимодействие с внешними «партнёрами», предлагающими универсальные для рынка решения.

Для обозначения комплекса внешних связей организации, имеющих целью цифровую трансформацию бизнеса, необходимо ввести термин «внешнее цифровое поле». В рамках исследования под внешним цифровым полем авторы понимают комплекс взаимодействий субъекта микробизнеса с внешней средой (цифровым пространством) с помощью компьютерно-опосредованной коммуникации.

Рис.1 демонстрирует перспективную модель внешнего цифрового поля, учитывает наиболее универсальные направления взаимодействия организации и её партнёров.

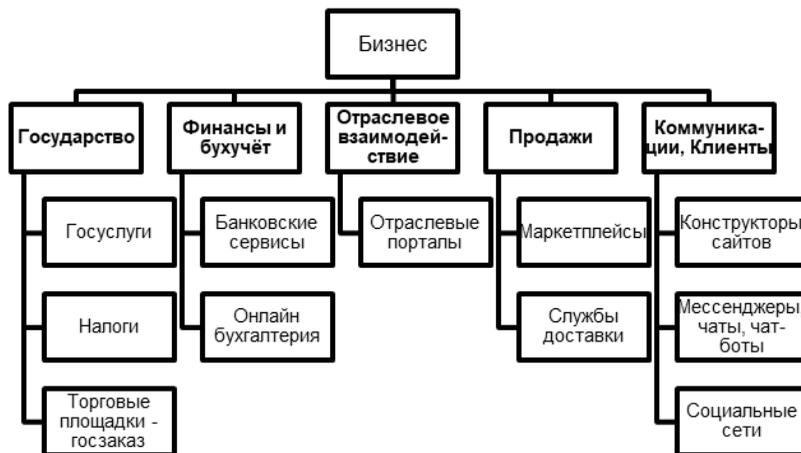


Рис.1. Внешнее цифровое поле субъектов микробизнеса

Дальнейшая работа над проблемой цифровой трансформации субъектов малого и среднего бизнеса предполагает уточнение и дополнение предложенной модели.

Принимая во внимание обозначенный выше фактор ограниченности финансовых и кадровых ресурсов субъектов микробизнеса, а, следова-

тельно, и затруднённый доступ к цифровым технологиям, в рамках работы над моделью внешнего цифрового поля необходимо проработать вопрос практического применения результатов исследования. Представляется важным проанализировать уровень цифровой зрелости предприятий микробизнеса и на основе полученных данных дать рекомендации по внедрению и использованию в их деятельности существующих на рынке внешних инструментов цифровой трансформации.

Субъектам микробизнеса, принимающим решение о необходимости цифровых преобразований организации, безусловно, важно включать в стратегию цифровизации внешние инструменты, уметь приоритезировать их и внедрять в свою текущую деятельность, приобретая таким образом новые цифровые компетенции, которые способны усилить конкурентные преимущества компании как на продуктовом рынке, так и на рынке труда.

Литература

1. 2020 Small Business Digital Transformation. A Snapshot of Eight of the World's Leading Markets [Электронный ресурс] // URL: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/small-business/resource-center/small-business-digital-transformation.pdf (дата обращения: 09.02.2023)
2. Лихтанская О.И., Никоненко Д.В. Риски принятия управленческих решений в условиях цифровизации малого и среднего бизнеса [Электронный ресурс] // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-prinyatiya-upravlencheskih-resheniy-v-usloviyah-tsifrovizatsii-malogo-i-srednego-biznesa/viewer> (дата обращения: 09.02.2023)
3. Munir Mandviwalla, Small business digital transformation in the context of the pandemic [Электронный ресурс] // URL: [file:///C:/Users/1/Downloads/SmallBusinessDigitalTransformation_MandviwallaandFlanaga n2021.pdf](file:///C:/Users/1/Downloads/SmallBusinessDigitalTransformation_MandviwallaandFlanaga%2021.pdf) (дата обращения: 09.02.2023)
4. Экспертный центр при Уполномоченном и общественным представителем Уполномоченного при Президенте РФ по защите прав предпринимателей по вопросам малого и среднего бизнеса. МСП/ПОСТКОВИД. Специальный доклад Президенту России [Электронный ресурс] // URL: <http://doklad.ombudsmanbiz.ru/2021/7.pdf> (дата обращения: 09.02.2023)
5. Статистика бизнеса в России [Электронный ресурс] // URL: <https://мсп.рф/analytics/> (дата обращения: 09.02.2023)
6. Аналитический обзор Национального рейтингового агентства. МСП. Восстановление отложено на 4 года [Электронный ресурс] // URL: <https://rusbonds.ru/rb-docs/analytics/msp.pdf> (дата обращения: 13.03.2023)
7. Christoph Gerling, Fabrice Bickel, Thomas Haskamp, Falk Uebernickel. Collaborate to Innovate: Utilizing Design Patterns Cards for Accelerating the Digital Transformation of Small and Medium-sized Enterprises [Электронный ресурс] // URL: https://www.researchgate.net/publication/357515252_Collaborate_to_Innovate_Utilizing_Design_Patterns_Cards_for_Accelerating_the_Digital_Transformation_of_Small_and_Medium-sized_Enterprises (дата обращения: 11.03.2023)
8. Орлова Т.П. К вопросу об определении понятия "цифровая коммуникация" и способах ее изучения [Электронный ресурс] // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-opredelenii-ponyatiya-tsifrovaya-kommunikatsiya-i-sposobah-ee-izucheniya/viewer> (дата обращения: 09.02.2023)

УДК 338.242

А. С. РЫЖОВ, аспирант
Т. Д. РАЕВА, к.э.н, доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: ryzhov.a@outlook.com, raevatd@gmail.com

Особенности управления проектами в сфере разработки медицинского оборудования

Аннотация. В статье рассматриваются особенности и требования к проектам по разработке медицинского оборудования. На основе сравнения классического и гибкого подходов предлагается применение гибридного подхода для управления проектами в данной сфере.

Ключевые слова: управление проектами, проектный менеджмент, медицинское оборудование, гибридные методы.

A.S. RYZHOV, postgraduate
T.D. RAEVA, PhD

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: ryzhov.a@outlook.com, raevatd@gmail.com

Characteristics of project management in the area of medical device development

Abstract. The article discusses the features and requirements of medical equipment development project. Based on a comparison of the classic and agile approaches, a hybrid approach is proposed for project management in this area.

Key words: project management, innovation management, hybrid methods.

Одной из основных задач развития здравоохранения в Российской Федерации является создание условий для повышения доступности и качества медицинской помощи. Современная качественная медицинская помощь предполагает использование различного технологически сложного электронного медицинского оборудования как для проведения диагностики с целью постановки диагноза пациенту, так и для проведения последующего терапевтического лечения пациента.

Учитывая важность сферы здравоохранения в развитии страны необходимо уменьшать зависимость от иностранных поставщиков и стимулировать отечественное производство сложного электронного медицинского оборудования. Это позволит снизить риски дефицита оборудования или перебоев в его поставках, а также поддержать национальную экономику. Кроме того, развитие отечественной медицинской промышленности способствует инновационному росту, созданию высокотехнологических рабочих мест и повышению конкурентоспособности России на мировом рынке.

Разработка медицинского оборудования является сложным и длительным процессом, который включает в себя этапы исследования и разработки, испытания и сертификации, производства и маркетинга. Каждый из этих этапов требует от компании глубоких знаний в области медицины, физики, математики, инженерии и экономики. Таким образом, разработка медицинского оборудования представляет собой сложную задачу для любой компании.

Применение методов и инструментов управления проектами способствует повышению результативности и эффективности процесса разработки медицинского оборудования. Выделяют несколько основных групп методологий управления проектами: традиционные, гибкие и гибридные [1].

Как правило, выбор методологии управления проектами зависит от многих факторов, таких как сложность и динамичность проекта, его продолжительности, степени определенности результата, размеров команды проекта и т.п. В сфере разработки медицинской техники при выборе модели управления проектами дополнительно должны быть учтены две особенности.

Во-первых, регулирующие органы предписывают документировать процесс разработки медицинского оборудования, при этом эти требования предполагают применение V-модели (также известной как модель верификации и валидации). V-модель является расширением каскадной модели (традиционный подход) и предполагает соответствие каждому этапу проектирования и разработки отдельного уровня тестирования [2]. На рис. 1 процесс разработки представлен нисходящей последовательностью в левой части, а стадии тестирования – в восходящей последовательности в правой части.



Рис. 1. V-модель

Во-вторых, регулирующие органы запрещают использование незарегистрированного медицинского оборудования в учреждениях здравоохранения, а также проведение любых испытаний с участием человека, которые организуются не в рамках процесса клинических испытаний медицинского оборудования. Данное требование является ограничением к использованию гибких методологий, одной из важных концепций которых является получение обратной связи от пользователя на как можно более ранних стадиях разработки.

Однако, классические подходы в чистом виде также не являются оптимальными при разработке медицинского оборудования в связи со сложностью продукта проекта, динамикой конкурентной среды и скоростью научно-технического прогресса.

Кроме того, большая часть медицинского оборудования в современном мире используется совместно с программным обеспечением, для которого характерно использование гибких подходов в разработке.

Таким образом, поиск эффективной комбинации различных методов и инструментов классического и гибкого подходов к проектному управлению при разработке медицинского оборудования представляется перспективной задачей.

Подобное смешение методов и инструментов характерно для гибридного подхода в управлении проектами, который приобретает всё большую популярность как у практикующих менеджеров, так и в научной среде [3].

Литература

1. Раева, Т.Д. Управление проектами: Учеб. пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2016. – 240 с.
2. Филатов, В.А. Сравнительный анализ каскадной и V-образной методологии разработки программного обеспечения // Молодой ученый. – 2020. – № 22 (312). – С. 48-51.
3. Раева, Т.Д. Особенности проектного и инновационного менеджмента в высокотехнологичных отраслях // Материалы Международной научно-технической конференции "Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии" XXI Бенардосовские чтения / Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, Академия электротехнических наук Российской Федерации. – Иваново.– 2021. – Т. 1.-С.223-226.

УДК: 621.31

Е. С. СТАВРОВСКИЙ, к.т.н., доцент,
А. Ю. КОСТЕРИН, ст. преподаватель

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.
E-mail: stavrovsky_es@mail.ru, kost6@yandex.ru

Проблемы повышения эффективности инвестиций в российской теплоэнергетике

Аннотация. Рассмотрена динамика основных показателей инвестиционной политики теплоэнергетики Российской Федерации. Предложены направления повышения эффективности инвестиций в сфере теплоснабжения.

Ключевые слова: инвестиции в основной капитал, ТЭС, котельные, удельный расход условного топлива, коэффициент использования установленной мощности

E. S. STAVROVSKIY, Ph. D., Assoc.,
A. Yu. KOSTERIN, Assoc.

Ivanovo state power engineering University
Ivanovo, ul. Rabfakovskaya, 34. 153003
E-mail: stavrovsky_es@mail.ru, kost6@yandex.ru

Problems of increasing the efficiency of investments in the Russian thermal power industry

Annotation. The dynamics of the main indicators of the investment policy of the heat power industry of the Russian Federation is considered. The directions of increasing the efficiency of investments in the heat power industry are proposed.

Key words: investments in fixed assets, thermal power plants, boiler houses, specific consumption of conventional fuel, installed capacity utilization factor

Повышение эффективности деятельности объектов теплоэнергетики (ТЭС, котельные, тепловые сети) невозможно без продуманной инвестиционной политики. Для этого необходимо обоснованное планирование не только объема инвестиций в основной капитал, но и направлений их использования.

Анализ динамики величины инвестиций в теплоэнергетике России за период с 2016 г. по 2020 г. показал, что общий объем инвестиций в основной капитал существенно увеличился (на 65,2 %), при этом наибольший прирост достигнут в последний год (21,3 %) (табл. 1). Инвестиции в производство тепловой энергии за пятилетний период выросли почти на 75 %, особо нужно выделить значительное увеличение капитальных вложений в генерирующие мощности ТЭС – в 2,2 раза.

Разный темп роста инвестиций по сегментам теплоэнергетики отразился на структуре инвестиций, которая за указанный период заметно изменилась.

Таблица 1. Инвестиции в основной капитал в сфере теплоснабжения РФ, млрд руб. [1]

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Производство, передача и распределение т/э, всего	100,3	116,2	125,5	136,6	165,7
Производство т/э, всего	51,3	80,1	84,7	101,0	89,7
Производство т/э на ТЭС	21,9	25,3	27,9	25,9	48,8
Производство т/э котельными	29	54,6	56,7	75	37,9
Передача т/э	19,3	23,3	26,8	25,2	65,9
Распределение т/э	26,0	8,6	7,7	5,7	6,6
Прочее	3,6	4,2	6,3	4,7	3,5

В 2020 г. доля инвестиций в котельные составила 23 % (в 2016 г. 28,9 %), в ТЭС – 29,5 % (в 2016 г. 22,9 %), в тепловые сети – 39,8 % (было 19,2 %), в распределение энергии – 4 % (было 26 %).

Рост инвестиций в ТЭС произошел благодаря реализации внедрения метода «альтернативной котельной», а также после ввода в 2019 г. новой программы конкурентного отбора мощности проектов модернизации ТЭС (КОММод), направленных на привлечение инвестиций в модернизацию оборудования электростанций. Доля инвестиций в котельные сократилась из-за перераспределения инвестиций внутри этого сегмента.

Необходимо отметить значительный рост доли инвестиций на передачу тепловой энергии, которая увеличилась до 40 %. В теплосетевое хозяйство в 2020 году было инвестировано почти 66 млрд руб., что в 3,4 раза выше уровня 2016 года.

Основным источником инвестиций в основной капитал в сфере теплоснабжения являются собственные средства организаций (80 %), и только пятая часть – привлеченные средства, из них 12 % – бюджетные средства, 7 % – заемные средства других организаций. Кредиты банков составляют всего 3 %, что может объясняться низкой инвестиционной привлекательности отрасли, а также высокой стоимостью банковских кредитных средств.

Далее рассмотрим, как значительное увеличение инвестиций отразилось на эффективности деятельности объектов теплоэнергетики.

Одним из важнейших показателей эффективности теплогенерации является удельный расход условного топлива (УРУТ). За рассматриваемый период УРУТ на ТЭС увеличился от 153,6 до 155,9 кг у.т./Гкал, на котельных картина похожая – рост от 169,9 до 170,4 кг у.т./Гкал. Хотя в обоих случаях увеличение показателя небольшое, проявилась негативная тенденция. Согласно Энергетической стратегии России в среднем

по всем энергоисточникам УРУТ должен составлять к 2024 году 164,2 кг у.т./Гкал; к 2035 году - 159,3 кг у.т./Гкал [2].

Другим важным показателем эффективности использования основного капитала в энергетике является коэффициент использования установленной мощности (КИУМ).

В целом по Российской Федерации КИУМ за 2016-2020 гг. снизился с 17,5 до 17,0% (максимальное значение было в 2018 г. – 18,3 %). Значения КИУМ для котельных значительно ниже, чем для ТЭС: для рассматриваемого периода максимальные значения наблюдаются в 2018-2019 гг., которые составили 24,8 % в отопительный период и 14,7 % - среднегодовой. Однако в 2020 г. вновь произошло снижение КИУМ котельных до 14,1% в среднем за год [1]. Это частично можно объяснить относительно теплой зимой и ограничениями, связанными с эпидемией коронавируса.

Итак, несмотря на существенный рост инвестиций, рассмотренные показатели эффективности теплоэнергетики за период 2016-2020 гг. остались примерно на том же уровне и даже наблюдается их некоторое ухудшение, что показывает необходимость серьезной корректировки инвестиционных программ компаний в сфере теплоэнергетики.

Необходимо продолжить политику по оптимизации загрузки генерирующего оборудования с увеличением доли производства электроэнергии в комбинированном цикле. Замена генерирующих мощностей должна быть направлена на увеличение производства энергии в режиме когенерации, что позволит снизить удельный расхода топлива на отпук энергии. Согласно Энергетической стратегии РФ, доля выработки электрической энергии ТЭЦ по теплофикационному циклу к 2035 году должна достичь 40 %.

Одним из наиболее эффективных вариантов реконструкции схемы теплоснабжения является закрытие низкоэффективных котельных и подключение объектов теплоснабжения к ТЭЦ.

При разработке инвестиционных программ более рациональной представляется модернизация действующего оборудования, а не строительство новых энергообъектов. Необходимо заменять оборудование, ресурс которого исчерпан. Важнейшим критерием отбора инвестиционных проектов является востребованность нового объекта генерации, чтобы не возникало простаивающие мощности из-за низкого спроса. В любом случае требуется технико-экономическое обоснование имеющихся вариантов развития энергетики.

Литература

1. Доклад о состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2020 году. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/22832>

2. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>

УДК 330.4

М. Ю. ТВЕРСКОЙ, к.т.н., доцент

НИУ «Высшая школа экономики – Высшая школа бизнеса»,
119049 Москва, ул. Шаболовка, 26, стр. 1.
E-mail: TverskoyMY@kenguru.ru

Особенности формирования ассортиментного классификатора для обеспечения эффективности управления товарным ассортиментом современных форматов ритейла

Аннотация. В настоящей статье рассматриваются базовые подходы к формированию дерева ассортиментного классификатора применительно к сети магазинов для «Дома, Ремонта и Сада» и намечены мероприятия по обеспечению эффективности данного процесса.

Ключевые слова: дерево ассортиментного классификатора, товарная номенклатура, потребительские свойства товаров.

M. Yu. TVERSKOY, Ph.D., Associate Professor

NRU «Higher School of Economics - Graduate School of Business»,
119049 Moscow, Shabolovka street, 26, Building 1.
E-mail: TverskoyMY@kenguru.ru

Features of forming a range classifier to ensure the efficiency of management of the commodity range of modern retail formats

Abstract. This article discusses the basic approaches to the formation of an assortment classifier tree in relation to a chain of stores for «Home, Repair and Garden» and outlines measures to ensure the effectiveness of this process.

Key words: assortment classifier tree, commodity nomenclature, consumer properties of goods.

Эффективное управление розничным магазином или их сетью, неразрывным образом связано с формированием товарного, или, правильнее сказать, продуктового ассортимента. Если смотреть с точки зрения покупателя, то продуктом ритейлера одновременно является три составляющие: формат розничного магазина, товарная или ассортиментная категория – как объект управления категорийным менеджером и, непосредственно, сам товар, или товарная номенклатура. Для определения товара применяется термин SKU - (аббр. англ. stock keeping unit «единица складского учёта») — устоявшийся международный термин, обозначающий идентификатор товарной позиции (артикул). [1]

Проблемой данной многомерности является тот факт, что покупатель, приобретая конкретный товар – то есть SKU, дает оценку и остальным продуктам ритейлера – формату его розничного магазина и

ассортиментной категории. Таким образом проблема формирования ассортимента носит не только системный, но и диалектический характер.

Согласно базовому определению, под ассортиментом торгового оператора понимается совокупность всех товаров и услуг, предлагаемых конкретным продавцом. Это то, каким списком товаров или услуг продавец намерен занять место в сознании потенциального покупателя, говоря иначе, каково фундаментальное позиционирование торгового оператора относительно ассортимента, предлагаемого потенциальным покупателям. [2]

Ритейлер продает через него формат своего магазина и ассортиментную категорию, как объект управления с точки зрения категорийного менеджмента.

С целью обеспечения управляемости товарного ассортимента, категорийный менеджмент предполагает объединений товарных номенклатур в товарные, или продуктовые, категории. Данное объединение носит иерархический характер и призвано, с одной стороны, обеспечить решение проблем покупателя, связанных с его «болями», а, с другой стороны, обеспечить экономическую эффективность торговой деятельности. Поэтому, формирование торгового ассортимента всегда носит компромиссный характер, связанный с ограничением решаемых проблем покупателя и с их достаточностью, для того, чтобы покупатель выбрал именно наш магазин. На основе перечня покупательских «болей», ритейлер проектирует «Дерево покупательских решений» и на его основе строит «Ассортиментный классификатор» - структурированный перечень товаров, услуг и продуктов компании.

Основная задача при этом – оптимизация ассортимента, обеспечивающая максимизацию перечня решаемых «болей» покупателя и минимизирующая количество предлагаемых ассортиментных позиций. В большинстве работ, посвященных построению дерева ассортиментного классификатора, используется подход, связанный с установлением на ассортиментную позицию имиджевых генераторов. В качестве альтернативы подобным решениям, предлагается метод, связанный с установлением приоритетности и выбором отдельных потребительских свойств, формирующих в итоге требуемые показатели ассортиментной позиции.

Как видно из рис. 1, на каждом уровне иерархии дерева ассортиментного классификатора выбираются приоритетные с точки зрения покупателя потребительские свойства. Окончательный набор свойств формируется из уровней от «Товарной подкатегории» до «Товарной потребности». На более высоком уровне иерархии расположены потребительские свойства, влияние которых на решение покупателя о приобретении товара выше. В результате, ритейлер получает перечень потребительских свойств, которым должна обладать конкретная товарная позиция для максимально эффективного решения «болей» покупателя.

В рассмотренном примере, показана необходимость введения в ассортимент товарной позиции «Чайник для кипячения», обладающей следую-

щими потребительскими свойствами: «пригоден для газовой плиты/эмалированная сталь/объем 2-3 литра/со свистком/черного цвета».

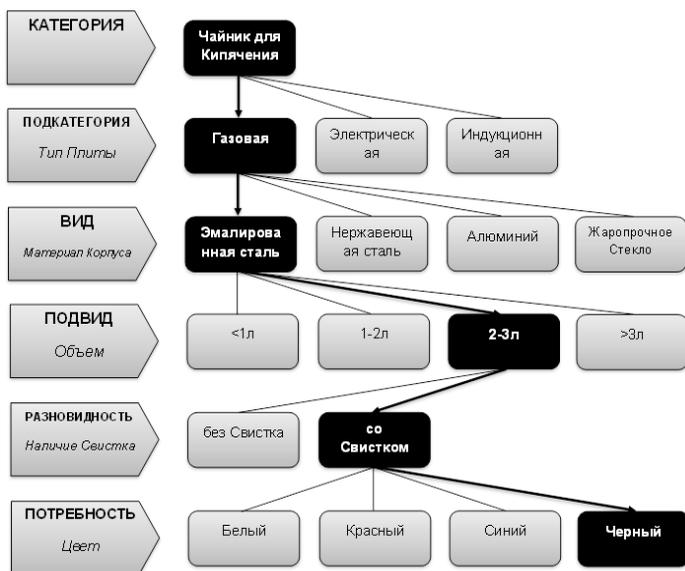


Рис. 1. Формирование значимых потребительских свойств на основе дерева ассортиментного классификатора

Подобный подход позволяет формулировать требования к производителю с точки зрения набора значимых потребительских свойств и исключить попадание в ассортиментное поле ритейлера товарных позиций, имеющих одинаковые потребительские свойства.

Литература

1. Тверской Максим. Retailing для русскоговорящих: управление предприятием розничной торговли. — СПб.: Питер, 2022. — 480 с.: ил. — (Серия «Розничная торговля»). - С. 237.
2. Zwanka R. J., Harris B. F. Category Management Principles. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016.
3. Берман Б., Эванс Д. Розничная торговля. Стратегический подход / Пер. с англ. Т. Клекоты и др. 8-е изд. – М.: Вильямс, 2003
4. Бузукова Е. А. Категорийный менеджмент. Практика применения. Управление ассортиментом в кейсах и иллюстрациях. – 1С-Публишинг, 2019.

УДК 330

Н.Р. ТЕРЕХОВА, д.э.н., доцент
А.Е. ГОРОХОВ, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: terehova.natali2014@yandex.ru, anton@gorokhov.me

Актуальные проблемы цифровой трансформации малого бизнеса при принятии решений

Аннотация. Данная статья рассматривает текущие проблемы цифровизации малого бизнеса. Ограниченность в финансовых, кадровых и других ресурсах, низкий уровень возможности кастомизирования цифровых активов и их низкая адаптация к текущим требованиям малого бизнеса актуализируют проблемы выбора цифровых активов и их применения на уровне предприятий.

Ключевые слова: цифровизация, малый бизнес, принятие решений, проблемы цифровой трансформации малого бизнеса.

N.R. TEREHOVA, PhD in Economics
A.E. GOROKHOV, aspirant

Ivanovo State Power University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya str. 34
E-mail: terehova.natali2014@yandex.ru, anton@gorokhov.me

Actual problems of digital transformation of small business in decision making

Abstract. This article examines the current problems associated with the digitalization of small businesses in the field of managerial decision-making. The limited financial, human and other resources, the low level of customization of digital assets and their low adaptability to the current requirements of small businesses raise questions about the choice of digital assets and their applicability in the field of small businesses.

Key words: digitalization, small business, decision making, problems of digital transformation of small business.

В современных условиях развития малого бизнеса особенно актуальными являются проблемы его цифровой трансформации при принятии решений. Руководители компаний, предприниматели осознают необходимость изменений в своем бизнесе на основе концепции цифровизации. Цифровизация представляет собой важнейшее современное направление, реализация которого поможет совершить новый технологический прорыв в экономике, при значительном сокращении затрат и оптимизации производственных процессов обеспечить сохранение окружающей среды, экономия человеческих, денежных и временных ресурсов, повышение уровня жизни в целом [2]. Компании, которые не начнут цифровую трансформацию своего бизнеса сегодня, окажутся неэффективными и неконкурентоспособными в условиях новых рыночных реалий и более прагматичных «цифровых» конкурентов.

Цифровизация – это процесс глубокой трансформации бизнеса, предполагающий использование цифровых технологий для оптимизации бизнес-процессов, повышения производительности компании и повышения эффективности ее взаимодействия с клиентами [1]. Одной из основных задач цифровизации является создание более комфортного и оперативно-го взаимодействия между клиентом и компанией.

Понимая важность цифровизации, нельзя недооценивать проблемы, с которыми сталкиваются предприятия малого бизнеса на этом пути.

Малым предприятием в РФ считается компания и ИП с доходом до 800 млн руб. в год и численностью персонала до 100 человек. Такое предприятие имеет ограниченные возможности и ресурсы для своей деятельности. По данным статистики за 2022 г. в России закрылось 1,16 млн предприятий малого и среднего бизнеса, что в 2,3 раза больше, чем годом ранее [4]. Это свидетельствует о том, что малые предприятия несут риски, приводящие к нестабильности их деятельности.

Далее рассмотрим подробнее *актуальные проблемы* цифровой трансформации малого бизнеса при принятии решений.

Под цифровизацией, как мы уточнили выше, понимается перевод процессов, функций управления частично или полностью под контроль цифровой системы. Применительно к малому и микро-бизнесу важной является проблема определения, какие именно процессы, функции должны быть цифровизированы и на сколько глубоко.

Цифровые продукты, присутствующие на сегодня на рынке в России и предлагаемые малым предприятиям, имеют ряд следующих особенностей.

Во-первых, это громоздкие ERP- системы, такие как 1С, которые являются дорогостоящими и обладают большим количеством функций, включенных в «пакет» по умолчанию, без возможности простой кастомизации или, с возможностью кастомизации, но с привлечением дорогостоящих специалистов.

Во-вторых, это узкопрофильные системы, направленные на дигитализацию какой-то одной функции, без возможности расширения в рамках даже своей функции и связи функций между собой, что приводит к набору внутренних цифровых продуктов, без обеспечения прозрачной прослеживаемости процессов внутри предприятия.

Таким образом, очевидно, что для внедрении цифровых систем малый бизнес может столкнуться с большими финансовыми тратами на кастомизирование цифровых систем под свои нужды.

Не менее важной проблемой является кадровая проблема, связанная с дефицитом многофункциональных, высокопрофессиональных кадров, способных справиться с работой внутри цифровой системы. Для привлечения таких кадров малому бизнесу потребуются значительные дополнительные финансовые затраты.

Значительной проблемой цифровизации предприятий малого бизнеса является и переход из одного режима работы без использования цифровых ресурсов в режим работы с использованием цифровых систем, что

приводит к необходимости перестройки всех процессов внутри отдела или даже предприятия в целом. Это, в свою очередь, может привести как к повышению, так и к снижению эффективности работы предприятия, если внедряемая система или процесс не будут релевантны деятельности отдела, или компании, что тесно связано с проблемой выбора и ошибкой в выборе тех или иных цифровых продуктов [3].

Актуально проблемой является и то, что малые предприятия очень зависят от внешних факторов, в т.ч. от уровня государственной поддержки.

На сегодня в Российской Федерации декларируются программы поддержки малого бизнеса различного рода: гранты на открытие бизнеса; гарантийная поддержка по кредитам; субсидии; скидки на лизинг; льготы на аренду; кредиты по специальным ставкам; займы по сниженным ставкам.

Как видно из вышеперечисленного, преобладают меры поддержки в виде кредитования, что не всегда активно работает в помощь малому бизнесу. Однако следует заметить, что есть положительный более эффективный опыт других стран, например, установление льготных налоговых периодов.

Проблемой является и то, что практика взаимодействия малых предприятий с государством по программам государственной помощи излишне бюрократизирована, содержит большое количество фильтров и ограничений, которые большинство нуждающихся не могут преодолеть и поэтому не могут получить реальной помощи.

Подводя итог вышесказанному, отметим, что нами были обозначены актуальные проблемы цифровизации малого бизнеса в РФ, основными из которых являются такие, как ограниченность предприятий малого бизнеса в финансовых, кадровых и других ресурсах, низкий уровень возможности кастомизирования цифровых активов и их низкая адаптация к текущим требованиям малого бизнеса, недостаточный уровень помощи государства.

Литература

1. Захаров, Д.В. Цифровизация экономики: проблемы и перспективы // Развитие науки, национальной инновационной системы и технологий: сборник науч. трудов по материалам Международной научно-практической конференции 13 мая 2020г.: Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. С. 102-107. URL: <https://apni.ru/article/679-tsifrovizatsiya-ekonomiki-problemi-i-perspekt>
2. Марей, А. Цифровизация как изменение парадигмы [Электронный ресурс] // BCG.URL: <https://www.bcg.com/ru%20ru/about/bcg%20review/digitalization.aspx/> (дата обращения: 01.03.2023).
3. Петрова, Н.П., Овечкина, А.И. К вопросу о цифровой трансформации российской экономики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. №1. С. 57–62.(2021)
4. Чистякова, В.А. Цифровизация и ее влияние на эффективность функционирования предпринимательских структур // Цифровизация как драйвер роста науки и образования: монография. Петрозаводск: Новая наука. С. 137.

УДК 004.032.26

В.С. ТРУТНЕВ, студент
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: jvilgina@mail.ru, trutnevvladimir666@gmail.com

Перспективы использования технологии нейронных сетей в сельском хозяйстве

Аннотация. Рассматривается важность формирования процессов цифровизации в АПК на основе нейронных сетей.

Ключевые слова: Сельское хозяйство, нейросети, искусственный интеллект, оптимизация производства

J.V. VYLGINA, PhD in Economics
V.S. TRUTNEV, student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya street 34
E-mail: jvilgina@mail.ru, trutnevvladimir666@gmail.com

Prospects for the use of neural networks technology in agriculture

Abstract. The importance of the formation of digitalization processes in the agro-industrial complex based on neural networks is considered.

Key words: Agriculture, neural networks, artificial intelligence, production optimization

Сельское хозяйство является жизненно важной отраслью, которая вносит значительный вклад в мировую экономику. Растущий спрос на продукты питания и необходимость производить больше с меньшими затратами привели к внедрению новых технологий в сельском хозяйстве.

Наличие мощных потоков информации в АПК, многовариантных решений, неопределенности обуславливают необходимость применения инновационных технологий в рыночных субъектах отрасли. Цифровая трансформация АПК повышает роль информационно-интеллектуальных ресурсов и технологий. Трендом развития АПК выступает цифровая трансформация. Современная технология точного земледелия предусматривает использование инструментов GPS, ГИС, технологии оценки урожайности, систем автопилотирования, дистанционного зондирования земли и др.

Говоря о цифровой трансформации в сельском хозяйстве, следует отметить использование нейронных сетей и машинного обучения. Областей возможного применения интеллектуальных технологий в АПК достаточно много: растениеводство, животноводство, оптимизация

парка сельхозмашин и др. на основе адаптации к природным и агро-климатическим условиям регионов, отдельных хозяйств.

Нейронные сети – это тип искусственного интеллекта, который может учиться и адаптироваться к данным, чтобы делать прогнозы и принимать решения. В сельском хозяйстве нейронные сети могут революционизировать способы производства продуктов питания [1], их можно использовать для оптимизации урожайности, сокращения отходов и повышения прибыльности. Однако экономическая эффективность внедрения нейронных сетей в сельском хозяйстве изучена недостаточно.

Нейросети обрабатывают большие данные о деятельности агроформирований гораздо быстрее и эффективнее, чем специалист. Однако для этого следует подготовить первичную информацию для обучения сети в понятном для нее формате. Нейросеть возможно на основе анализа несколько миллионов фотографий научить за несколько миллисекунд отличать культуры от сорняков. Анализируя эффективность гербицидов, нейросеть способна принимать правильные решения по снижению засоренности посевов.

Преимущества внедрения нейронных сетей в сельском хозяйстве многочисленны [2]. Нейронные сети можно использовать для анализа данных из различных источников, включая погодные условия, влажность почвы и скорость роста растений. Эти данные можно использовать для оптимизации орошения, использования удобрений и борьбы с вредителями, что может привести к повышению урожайности и сокращению отходов. Кроме того, нейронные сети можно использовать для прогнозирования цен на урожай, что позволяет фермерам принимать обоснованные решения о том, когда продавать свою продукцию.

Несмотря на преимущества внедрения нейронных сетей в сельском хозяйстве, необходимо решить несколько проблем [3]. Одной из самых больших проблем является отсутствие данных. Хотя по сельскому хозяйству доступно много данных, большая их часть неструктурирована и сложена для анализа. По мнению экспертов, для обучения нейронных сетей решению задач АПК необходимо сформировать национальную базу данных, содержащую информацию по функционированию ведущих отраслей с учетом региональных особенностей.

Кроме того, отсутствует стандартизация сбора данных, что может затруднить сравнение данных по разным фермам и регионам. Еще одна проблема – стоимость внедрения нейронных сетей [4]. Хотя стоимость аппаратного и программного обеспечения в последние годы снизилась, стоимость найма специалистов по данным и других экспертов может быть непомерно высокой для многих фермеров.

Чтобы оценить экономическую эффективность внедрения нейронных сетей в сельском хозяйстве, необходимо проводить анализ затрат и результатов. При сравнении затрат на внедрение нейронных сетей с

потенциальными выгодами, включая повышение урожайности, сокращение отходов и увеличение прибыли, было выявлено, что первоначальные затраты на внедрение нейронных сетей могут быть высокими, но потенциальные выгоды могут перевесить затраты в долгосрочной перспективе.

Внедрение нейронных сетей в сельское хозяйство может повысить урожайность, сократить количество отходов и увеличить прибыль. Хотя при внедрении нейронных сетей существуют проблемы, такие как нехватка данных и высокие первоначальные затраты, потенциальные выгоды могут перевесить затраты в долгосрочной перспективе [5]. Экономическая эффективность внедрения нейронных сетей в сельском хозяйстве зависит от нескольких факторов, включая доступность и качество данных, стоимость внедрения технологии и потенциальные выгоды. Поскольку технологии продолжают развиваться, использование нейронных сетей в сельском хозяйстве, вероятно, станет более распространенным, что приведет к повышению экономической эффективности и устойчивости в отрасли.

Литература

1. Заводчиков Н. Д., Спешилова Н. В., Таспаев С. С. Использование нейросетевых технологий в прогнозировании эффективности производства зерна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. №1 (51). С. 216-219.
2. Аксенов А. Г. Анализ интеллектуальных систем поддержки принятия решений в сельском хозяйстве // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 3 (36)
3. Юрченко И.Ф. Перспективы развития автоматизированных систем управления агропроизводством на мелиорируемых землях <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-agroproduktivom-na-melioriruemyh-zemlyah> (дата обращения: 18.03.2023).
4. Современные инструменты менеджмента в энергетике и высокотехнологичных отраслях: монография / Под общ. ред. Е.О. Грубова; ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново, 2020. 172 с.
5. Вылгина, Ю.В. Особенности цифрового маркетинга / Ю.В. Вылгина // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXI Бенардосовские чтения): материалы международной научно-технической конференции, посвященной 140-летию изобретения электросварки Н.Н. Бенардосом, Иваново, 02–04 июня 2021 года. Т. I. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – С. 199-202. – EDN QFUUVT.

УДК 651.012

И.Г.ШЕЛЕПИНА к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34
E-mail: ishelepina@yandex.ru

Документационный менеджмент: аспекты внедрения корпоративного электронного документооборота

Аннотация. Сформулированы основные задачи и этапы процесса внедрения систем корпоративного электронного документооборота, рассмотрены подходы к оценке экономической эффективности внедрения подобных систем.

Ключевые слова: электронный документооборот, документационное обеспечение управления, документационный менеджмент, экономическая эффективность.

I.G.SHELEPINA Ph.D. in Economics

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: ishelepina@yandex.ru

Document management: implementation aspects of corporate electronic document management

Abstract. The paper formulates main tasks and stages of the implementation process of corporate electronic document management systems and considers approaches to the economic efficiency assessment of the implementation of similar systems.

Key words: electronic document management, document management, economic efficiency.

Документационный менеджмент представляет собой комплекс организационных мероприятий и технологий, направленных на эффективное управление документацией и соответствующим персоналом предприятия. Приоритетной задачей документационного менеджмента большинства организаций сегодня является цифровизация процессов, в том числе внедрение электронного документооборота [4].

В связи с этим актуальность приобретает вопрос интеграции централизованных информационных систем и систем электронного документооборота, применяющихся в компании, в единую систему корпоративного электронного документооборота (СКЭД). СКЭД компании предназначена для обеспечения обмена электронными документами между головной компанией, филиалами и структурными подразделениями разного уровня, а также для поддержания информационного обмена с государственными органами и сторонними организациями. Каждая информационная система, являющаяся участником СКЭД, должна обрабатывать поступающие документы и формировать исходящие в требуемой форме и формате.

Основные задачи СКЭД можно сформулировать следующие:

- отказ от бумажного документооборота между головной компанией, филиалами и структурными подразделениями;
- информационный обмен с государственными органами и сторонними организациями;
- повышение эффективности информационно-документационного обеспечения,
- оптимизация работы службы документационного обеспечения управления;
- снижение трудоемкости процесса создания документов, их унификация;
- безопасное размещение и хранение документов;
- сокращение количества случайных ошибок, снижение влияния человеческого фактора.

Функционирование системы корпоративного электронного документооборота представляет собой сложный бизнес-процесс. Процесс внедрения подобной системы также требует значительных ресурсов и может быть описан следующими этапами.

1. Подготовительный этап

- 1.1. Оценка необходимости внедрения СКЭД.
- 1.2. Создание и утверждение рабочей группы по внедрению.
- 1.3. Проведение аудита сложившейся системы документооборота.
- 1.3. Оптимизация документооборота.
- 1.4. Подготовка технического задания для разработчиков или поставщиков программного обеспечения.
- 1.5. Выбор программного обеспечения и поставщика услуг.
- 1.6. Определение и согласование сметы работ.
- 1.7. Оценка экономической эффективности внедрения СКЭД.
- 1.8. Подписание договора и оплата.

2. Этап внедрения СКЭД.

- 2.1. Создание матрицы ответственности по видам документов.
- 2.2. Подготовка перечня документов, необходимых для дублирования на бумаге.
- 2.3. Запуск тестовой версии СКЭД на небольшом участке работ.
- 2.4. Подготовка инструкций для пользователей.
- 2.5. Обучение персонала.
- 2.6. Разработка и введение локальных нормативных документов об электронном документообороте.
- 2.7. Установка СКЭД на рабочие компьютеры и создание аккаунтов для работников.
- 2.8. Получение электронных подписей.
- 2.9. Создание цифрового архива.

3. Этап функционирования и корректировки работы СКЭД.

Многие из этих этапов носят технический и организационный характер, что несколько не умаляет их значимости в процессе. Более того, большинство из них нуждается в отдельном описании и анализе.

В рамках данной работы остановимся на этапе экономического характера – оценке эффективности внедрения СКЭД.

Подходы к оценке эффективности внедрения и использования систем электронного документооборота рассматриваются многими исследователями. В частности, оцениваться может прямой экономический эффект и косвенный, отражающий степень достижения запланированных результатов. Показатели для оценки могут быть качественные и количественные, используются различные методики расчета расходов, трудозатрат и ценности систем [1, 2].

В качестве предварительной оценки стоимости перехода на электронный документооборот, а также для расчета срока окупаемости понесенных затрат представляется целесообразным использовать «Калькулятор для расчета эффективности внедрения электронного документооборота в компании» на официальном сайте Федеральной налоговой службы РФ [3].

В ходе данного исследования была проведена серия расчетов с использованием модели, предлагаемой ФНС. В качестве исходных данных принимались средние значения норм обработки документов и тарифов на обслуживание систем электронного документооборота провайдера 1С. В капитальных затратах учитывалась стоимость интеграции СЭД с другими информационными системами, а также средняя стоимость интеграционного оборудования. В операционных затратах – стоимость лицензии, электронных ключей и поддержки программного обеспечения, интегрированного с учетной системой. Уровень инфляции 12%, ставка дисконтирования 10%. При объеме документооборота 90 тыс. документов (в равных долях входящие, исходящие и внутренние документы) получается положительный NPV, срок окупаемости около 1 года. Экономический эффект достигается, главным образом, за счет экономии на печатных документах, стоимости доставки документов и расходов на хранение бумажных экземпляров, а также за счет экономии на трудозатратах и на ускорении возмещения НДС при переходе на электронный документооборот.

Литература

1. Горбанёва Е.А. Оценка эффективности СЭД/ЕСМ-систем как часть аудита управления документами // ВЕСТНИК ВНИИДАД, 2022, С.80-87.
2. Истомина Е. Какой линейкой мерить или практика оценки эффективности внедрения СЭД // ЕСМ-Journal. [Электронный ресурс]. URL: <https://esm-journal.ru/material/Kakojj-linejkojj-merit-ilipraktika-ocenki-ehfektivnosti-vnedrenija-SEhD> (дата обращения: 05.02.2023).
3. Калькулятор для расчета эффективности внедрения электронного документооборота в компании // Федеральная налоговая служба: официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nalog.gov.ru/rn77/service/edo/> (дата обращения: 05.02.2023).
4. Современные инструменты менеджмента в энергетике и высокотехнологичных отраслях: монография / Под общ. ред. Е.О. Грубова; ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново, 2020.

СЕКЦИЯ 18.

«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ»

УДК 621.3

А.А. БРАТОЛЮБОВ, к.т.н., доцент,
М.В. СМЕТАНИН, магистрант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: admin@es.ispu.ru

Исследование режима электрического торможения синхронного генератора по условиям динамической устойчивости

Аннотация. На примере простейшей ЭЭС методом математического моделирования выявлены условия успешного электрического торможения генератора в режиме короткого замыкания с последующим отключением повреждённой ВЛ.

Ключевые слова: простейшая ЭЭС, математическое моделирование, электрическое торможение генератора, динамическая устойчивость.

A.A. BRATOLIUBOV, Ph.D.
M.V. SMETANIN, master's student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: admin@es.ispu.ru

Investigation of the electric braking mode of a synchronous generator under dynamic stability conditions

Abstract. By the example of the simplest power system, the conditions of successful electrical braking of the generator in the short-circuit mode with subsequent disconnection of the damaged line are revealed by the method of mathematical modeling.

Keywords: the simplest power system, mathematical modeling, electric braking of the generator, dynamic stability.

Электрическое торможение (ЭТ) синхронных генераторов является одним из эффективных видов противоаварийного управления в ЭЭС. При возникновении режима КЗ в ЭЭС может наблюдаться резкое ограничение выдачи активной мощности генераторов в систему. Появившаяся избыточная мощность, развиваемая при этом их турбинами, приводит к ускорению вращения роторов машин и, как следствие, к возможности выхода их из синхронизма. Однако кратковременное поперечное

включение резистора на шинах генератора в момент отключения КЗ (т.е. ЭТ), позволяет рассеять избыточную мощность и не допустить ускорение ротора, приводящее к асинхронному режиму и нарушению динамической устойчивости.

Возникает задача определения величины сопротивления резистора, включаемого при ЭТ (мощности, отбираемой при торможении) и длительности ЭТ. Оптимальным является завершение торможения ротора в первом цикле его качаний. При этом, как отмечается в работах, посвященных этой теме, момент отключения резистора выбирается при прохождении скольжения ротора через нуль или, что то же самое, при достижении его угла максимума.

В данной работе на примере простейшей ЭЭС моделируются переходные процессы электрического торможения генератора на предмет выбора сопротивления резистора ЭТ и момента его отключения (рис. 1).

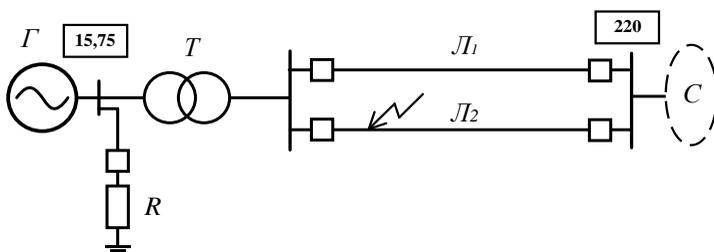


Рис. 1. Схема ЭЭС

На рис. 2 представлен процесс нарушения устойчивости при КЗ на одной из цепей ВЛ с последующим её отключением релейной защитой.

На рис. 3 продемонстрирована возможность ЭТ предотвратить это нарушение устойчивости за счёт правильного выбора сопротивления ЭТ без его отключения. Момент включения ЭТ обозначен стрелкой и соответствует отключению КЗ.

На рис. 4,5,6,7 анализируются процессы при отключении резистора ЭТ в моменты (обозначены стрелкой вверх) прохождения скольжения ротора через нуль $s=0$.

Исследования показывают, что выполнение условия $s=0$ при отключении резистора является достаточным для сохранения синхронизма лишь при первом цикле качаний ротора (рис. 4), т.к. $P > P_T$ здесь всегда выполняется. Однако при этом необходимо обеспечить весьма малое время действия ЭТ (0,15 с).

При отключении ЭТ в последующих циклах качания ротора (рис. 5,6,7) для обеспечения синхронизма условие $s=0$ следует дополнить условием $P > P_T$, т.е. электромагнитная мощность генератора должна быть больше мощности его турбины.

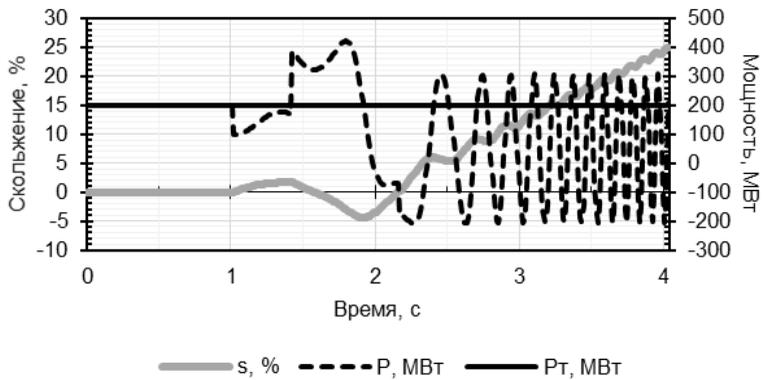


Рис. 2. Режим нарушения синхронизма при КЗ

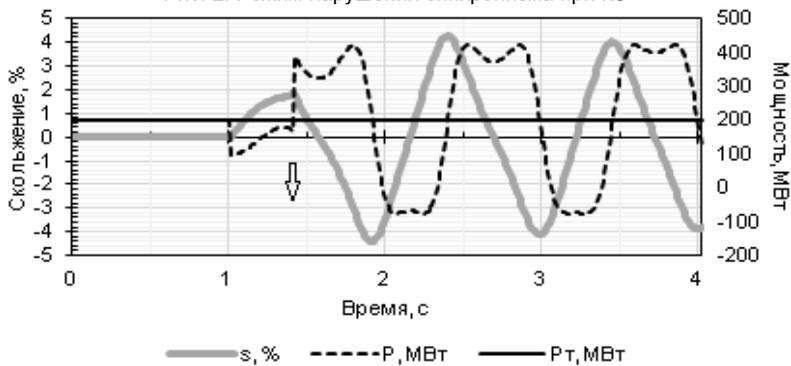


Рис. 3. Предотвращение нарушения синхронизма включением ЭТ без его снятия

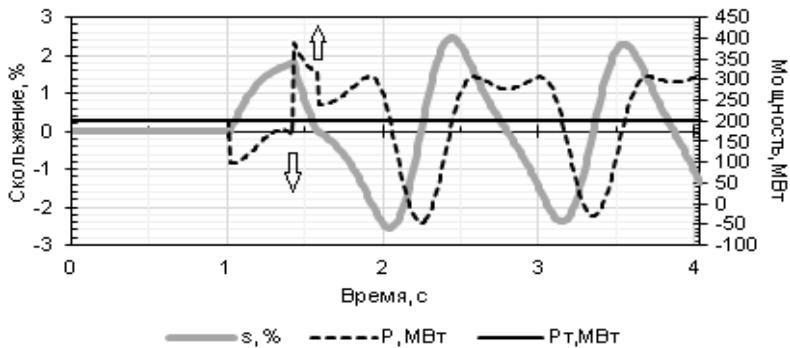


Рис. 4. Сохранение синхронизма при отключении ЭТ при $s=0$, и $P > P_t$

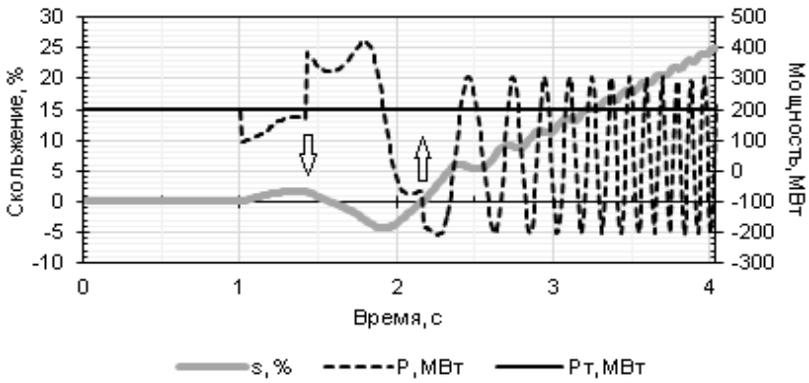


Рис. 5. Нарушения синхронизма при отключении ЭГ при $s=0$, но $P < P_T$

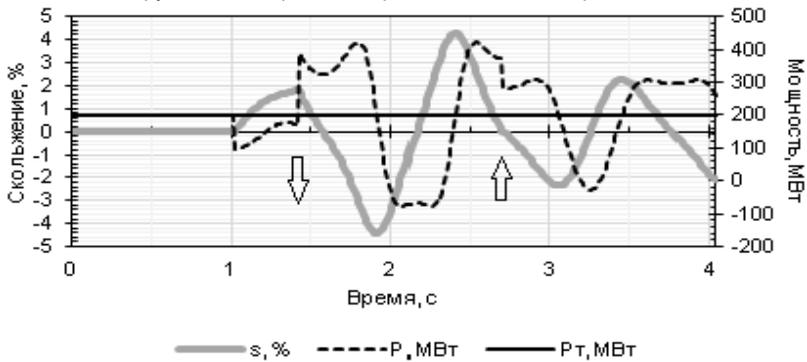


Рис. 6. Сохранение синхронизма при отключении ЭГ при $s=0$, и $P > P_T$

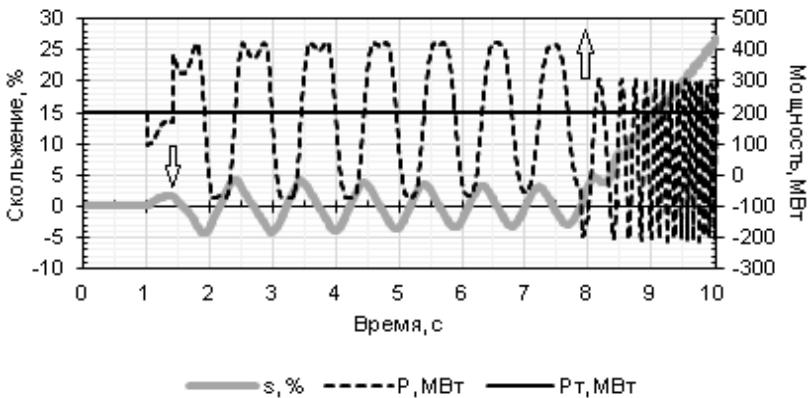


Рис. 7. Нарушения синхронизма при отключении ЭГ при $s=0$, но $P < P_T$

Таким образом, в общем случае для обеспечения динамической устойчивости ЭЭС с применением ЭТ последнее должно отключаться при одновременном выполнении двух условий: $s=0$ и $P > P_T$, при этом длительность ЭТ может варьироваться в технически допустимых пределах.

УДК 621.316.1

В.Ю. ВУКОЛОВ¹, к.т.н.

¹Нижегородский государственный технический университет
имени Р. Е. Алексеева,
603950, ГСП-41, Н.Новгород, ул. Минина, д.24
E-mail: Vvucolov@mail.ru

Вопросы обеспечения требуемого уровня напряжения в точках подключения нетяговых потребителей железных дорог

Аннотация. Рассматривается проблема обеспечения требуемых уровней напряжения в точках присоединения нетяговых потребителей железных дорог. Установлено, что решение указанной проблемы невозможно без использования специальных устройств для группового или местного регулирования напряжения.

Ключевые слова: нетяговые потребители, неговая сеть, электроснабжение железных дорог

V. Y. VUKOLOV¹, Ph.D,

¹Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev,
603950, Nizhny Novgorod, st. Minin, 24
E-mail: Vvucolov@mail.ru

Issues of ensuring the required voltage level at the connection points of non-train power consumers of railways

Abstract. The problem of providing the required voltage levels at the points of connection of non-train power consumers of railways is considered. It has been established that the solution of this problem is impossible without the use of special devices for group or local voltage regulation.

Key words: non-train power consumers, non-train power network, railway power supply

К нетяговым железнодорожным потребителям принято относить электроприемники всех служб подразделений ОАО «РЖД», за исключением электроподвижного состава. Отдельно выделяют нетяговых железнодорожных потребителей, получающих питание от электрических сетей Трансэннерго (филиала ОАО «РЖД»), но при этом не участвующих в обеспечении движения поездов. Как правило, это сторонние районные или промышленные нагрузки, территориально расположен-

ные на небольшом удалении от железных дорог и не имеющие связи с электрическими сетями общего назначения.

Для электропитания нетяговых потребителей между двумя смежными тяговыми подстанциями (ТПС) вдоль трассы железной дороги прокладывается две линии электропередачи – воздушная линия сигнализации, централизации, блокировки (ВЛ СЦБ), предназначенная исключительно для питания ключевых железнодорожных нетяговых потребителей, а также линия продольного электроснабжения напряжением 6-10 кВ (ВЛ ПЭ) или линия «два провода – рельс» (ВЛ ДПР) напряжением 25 кВ. Назначение ВЛ ПЭ и ВЛ ДПР – резервирование ВЛ СЦБ и обеспечение надежного электроснабжения остальных нетяговых потребителей, в том числе и нежелезнодорожных.

Существенные ограничения на возможности режимного управления системы нетягового электроснабжения, в том числе и в области обеспечения надежности нетяговых потребителей, накладывают противоречивые требования к допустимому уровню напряжения в точках присоединения нагрузок СЦБ. Согласно Правилам технической эксплуатации (ПТЭ) железных дорог [1], номинальное напряжение переменного тока на устройствах СЦБ и связи должно быть 110, 220 или 380 В. Отклонения напряжения от номинального, в том числе кратковременные, допустимы не более чем на 10%.

Основным источником питания нагрузок СЦБ являются понижающие однофазные или трехфазные трансформаторы 6(10)/0,22 кВ и 6(10)/0,4 кВ, подключенные к ВЛ СЦБ и не оборудованные устройствами регулирования напряжения. Непосредственно ВЛ СЦБ получает питание от шин низкого напряжения ТПС через соединенные последовательно трансформаторами собственных нужд (ТСН) тяговых подстанций и специальные повышающие трансформаторы (ТСЦБ). Причем и ТСН и ТСЦБ не комплектуются устройством регулирования напряжения под нагрузкой (РПН), а, как правило, не имеют и иных регулирующих устройств. Таким образом, уровень напряжения в точках подключения устройств СЦБ и связи со стороны основного источника питания, определяется фактическим напряжением на шинах низкого напряжения (НН) ТПС и падением напряжения в системе электроснабжения СЦБ.

На тяговых подстанциях обычно используются трехобмоточные трансформаторы, имеющие два регулировочных устройства: РПН в нейтрали обмотки высокого напряжения (ВН) и ПБВ (переключение без возбуждения) в обмотке среднего напряжения (СН). ПБВ используется как дополнительное регулировочное устройство для коррекции напряжения на средней стороне тягового трансформатора и, с учетом диапазона изменения напряжения при наличии/отсутствии электроподвижного состава (ЭПС) в межподстанционной зоне, а также требований по надежности к ТПС, применение ПБВ для регулирования напряжения становится невозможным. С помощью РПН регулируется напряжение одновременно на сторонах СН и НН тягового трансформатора, причем

такое регулирование является согласованным. Поэтому увеличение с помощью РПН напряжения на шинах СН ТПС являющихся в отдельных случаях центром питания системы собственных нужд ТПС, а значит и устройств СЦБ и связи, сопровождается увеличением напряжения на шинах НН ТПС, которые являются центром питания тяговой сети, и наоборот, увеличение под действием РПН напряжения на шинах СН ТПС приводит к увеличению напряжения на шинах НН ТПС. Аналогичная картина наблюдается и при снижении напряжения. При этом для большинства находящихся в эксплуатации ТПС, питание нетяговой и контактной сетей организовано от одной обмотки тягового трансформатора.

Таким образом, для существующих конфигураций электрических сетей в межподстанционной зоне, именно тяговые трансформаторы ТПС являются последней ступенью регулирования напряжения как в точках подключения нетяговых нагрузок, так и непосредственно в контактной сети. Поэтому необходимо согласование требований по допустимому отклонению напряжения в тяговых и нетяговых сетях в рамках одной межподстанционной зоны.

Уровень напряжения на токоприемнике электроподвижного состава согласно ПТЭ железных дорог [1] должен быть не менее 21 кВ при переменном токе, 2,7 кВ при постоянном токе и не более 29 кВ при переменном токе и 4 кВ при постоянном токе. В исключительных случаях, на отдельных участках железнодорожных путей общего пользования по разрешению владельца инфраструктуры допускается уровень напряжения не менее 19 кВ при переменном токе и 2,4 кВ при постоянном токе [1]. Таким образом, для фидеров контактной сети, при электрификации железных дорог на постоянном токе, как правило, получающих питание от той же обмотки тягового трансформатора, что и ТСЦБ, допустимые отклонения напряжения составляют: – 10% (– 20% в исключительных случаях) и +33% от номинального напряжения сети (3 кВ). При электрификации на переменном токе контактная и нетяговая сети могут быть запитаны как от одной и той же обмотки тягового трансформатора, так и от разных обмоток. Допустимые отклонения напряжения в контактной сети при этом составляют – 16% (– 24% в исключительных случаях) и +16% от номинального напряжения сети (25 кВ).

Как видно из приведенных данных, имеется явная несогласованность по допустимому уровню напряжения на шинах ТПС при питании тяговых и нетяговых нагрузок. Для устранения имеющихся противоречий необходимо совершенствование ПТЭ железных дорог [1] в области формирования требований по допустимому отклонению напряжения на шинах ТПС.

Следует отметить, что в контактной сети для ограничения падения напряжения на наиболее грузонапряженных участках могут использоваться установки продольной компенсации (УПК), включаемые в контактную сеть параллельно с нейтральной вставкой. Такое решение позволяет улучшить качество напряжения в межподстанционной зоне

на токоприемнике ЭПС, но при этом не оказывает влияния на уровень напряжения на шинах ТПС, а значит, и на напряжение в нетяговых сетях. Кроме того, широкое применение получили различные варианты использования установок продольной и поперечной компенсации непосредственно на тяговых подстанциях. Однако и в этом случае регулирование напряжения основано на обеспечении требований по уровню напряжения в контактной сети за счет изменения напряжения на шинах ТПС.

Проведенное исследование показало, что способов независимого регулирования напряжения в ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ в существующих типовых системах электроснабжения нетяговых потребителей не предусмотрено. Поэтому необходимо рассмотреть как возможности реализации группового регулирования напряжения на шинах ТПС с использованием специальных регулировочных трансформаторов, так и индивидуальное регулирование напряжения в ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ путём установки последовательных регулировочных (вольтдобавочных, ВДТ) или линейных регулировочных трансформаторов. При этом установка ВДТ в линиях для продольно-поперечного регулирования напряжения позволит компенсировать сдвиг напряжений по углу в точках подключения ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ к смежным ТПС.

Литература

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Утверждены приказом Минтранса России №250. Введ. 2022-06-23.
2. Вуколов В.Ю. Коррекция пусковых органов релейной защиты фидера контактной сети от токов тяговой нагрузки и от бросков токов намагничивания в трансформаторах электровозов / В.Ю. Вуколов, Д.О. Иванков - Техника и технологии наземного транспорта, с. 219-222.

УДК 621.3

И.Е. ИВАНОВ¹, к.т.н.,
Я.А. УМНОВ, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34
Email: igor.e.ivanov.777@gmail.com¹

Анализ динамических переходов при коротком замыкании на воздушной линии 500 кВ ЕЭС России с использованием векторных измерений

Аннотация. В работе проанализированы динамические переходы, вызванные однофазным коротким замыканием на воздушной линии 500 кВ Единой энергосистемы Российской Федерации. Показано, что устройства синхронизированных векторных измерений позволяют качественно зарегистрировать пере-

ходные процессы, связанные с ликвидацией повреждения и успешным автоматическим повторным включением линии.

Ключевые слова: воздушная линия электропередачи, короткое замыкание, синхронизированные векторные измерения.

I.E. IVANOV¹, Ph.D.,
Y.A. UMNOV, graduate student

Ivanovo State Power Engineering University
34 Rabfakovskaya St., Ivanovo, 153003 Russian Federation
Email: igor.e.ivanov.777@gmail.com¹

Synchrophasor-based analysis of transients caused by a fault on a 500 kV overhead transmission line in the Russian power system

Abstract. This research is focused on the analysis of dynamics initiated by a single phase-to-ground fault on a 500 kV overhead line in the Russian power network. Synchronized phasor measurements are shown to be capable of providing a detailed look into a series of transients accompanying the faulted phase recovery and successful line reclosing.

Key words: overhead transmission line, fault, synchronized phasor measurements.

Приблизительно 95 % коротких замыканий (КЗ) в электрических сетях напряжением 500–750 кВ являются однофазными [1], в связи с чем отключается только повреждённая фаза воздушной линии (ВЛ) с последующим однофазным автоматическим повторным включением (ОАПВ). Устройства синхронизированных векторных измерений (СВИ) на ВЛ сверхвысокого напряжения (СВН) подключаются к линейным измерительным трансформаторам тока и напряжения, что позволяет зарегистрировать с высокой дискретностью (в российской практике – 50 раз в секунду) вектора тока и напряжения, соответствующие следующим динамическим переходам:

- возникновение короткого замыкания (КЗ);
- отключение КЗ;
- прогорание и ликвидация дуги в месте повреждения (при неустойчивом КЗ);
- включение линии с одной стороны («опробование»);
- успешное включение линии с другой стороны (замыкание фазы в транзит) либо отключение всех трёх фаз линии при устойчивом КЗ.

Кроме того, на длинных ВЛ СВН с шунтирующими реакторами, установленными по концам ВЛ, режим «бестоковой паузы» может характеризоваться колебательным процессом в отключённой фазе из-за наличия высокого уровня зарядной мощности ВЛ.

Целью исследования является анализ динамических переходов, вызванных однофазным КЗ фазы *B* на ВЛ 500 кВ «Тамань – Кубанская»,

зарегистрированным устройствами СВИ, установленными с двух сторон ВЛ. Основной задачей исследования является определение критериев, согласно которым можно установить факт самоликвидации КЗ (если КЗ оказалось самоустраняющимся), а также соответствующий момент времени в течение «бестоковой паузы» ОАПВ, по данным СВИ.

На рис. 1 изображены графики изменения действующих значений векторов напряжения по концам рассматриваемой ВЛ, на которых можно наблюдать следующее:

- глубокое снижение напряжения повреждённой фазы при КЗ с последующим отключением фазы (кадры данных СВИ по оси абсцисс – приблизительно с 6540 по 6550);
- переходный процесс, вероятно связанный с прогоранием дуги в месте повреждения и самоликвидацией КЗ (кадры с 6550 по 6562);
- установившийся режим «бестоковой паузы» (кадры с 6563 по приблизительно 6595);
- успешное включение фазы *B* с одной стороны линии.

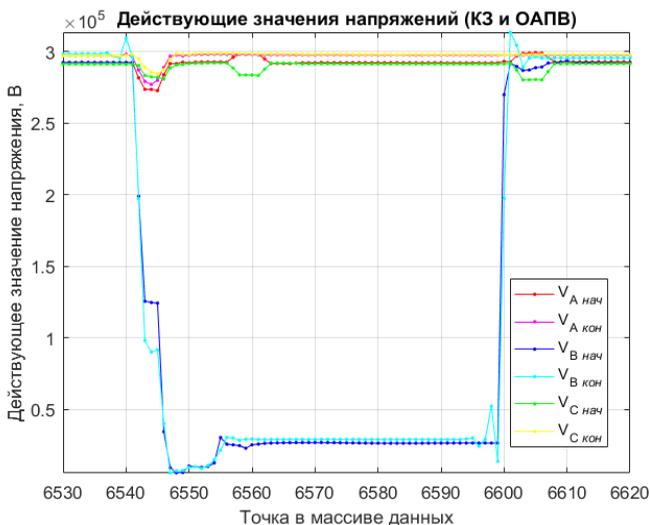


Рис. 1. Изменения действующих значений напряжения на ВЛ 500 кВ «Тамань – Кубанская» для рассматриваемой серии динамических переходов

На рис. 2 представлены изменения действующих значений векторов тока на рассматриваемой ВЛ, согласно которым хорошо видно, что «опробование» данной ВЛ (около кадра данных 6600) осуществляется со стороны её условного начала (подстанция «Кубанская»).

Таким образом, агрегируя и анализируя данные СВИ в режиме «он-лайн» (а не «оффлайн», как в данном случае), по изменениям действующим

щих значений напряжений (рис. 1, кадры данных 6547–6562) можно было бы предположить, что существенное повышение напряжения произошло в результате самоликвидации КЗ. Этот тезис впоследствии был подтверждён успешным ОАПВ. Результаты подобного анализа кадров данных СВИ в режиме «бестоковой паузы» ОАПВ могут служить основой для определения целесообразности повторного включения. В настоящем исследовании также рассматриваются дополнительные индикаторы априорной оценки успешности/неуспешности ОАПВ, в качестве которых применены угловые соотношения между векторами на диаграмме напряжений, а также расчётные значения сопротивлений и проводимостей ВЛ, полученные по методу идентификации параметров ВЛ на базе СВИ.

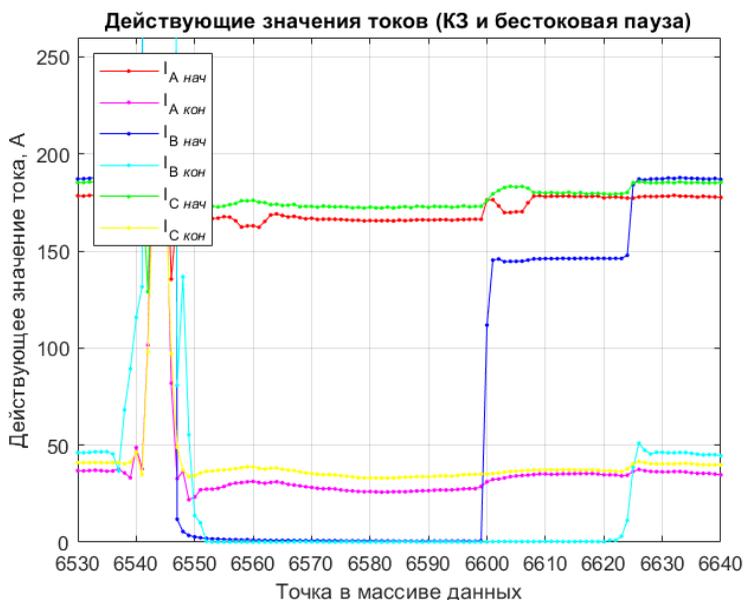


Рис. 2. Изменения действующих значений токов на ВЛ 500 кВ «Тамань – Кубанская» для рассматриваемой серии динамических переходов

Литература

1. Ермаков К.И. Совершенствование методов и средств определения места повреждения на линиях электропередачи для организации аварийно-восстановительных работ: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02 / Ермаков Константин Игоревич. – Чебоксары, 2021.

УДК 621.311.24.621.313.12

КАЛМЫКОВ А.Н, студент
МАРТИРОСЯН А.А. к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003, г. Иваново, Рабфаковская ул, д 34
E-mail: alex25788@yandex.ru

Исследование несимметрии в электрической системе содержащей линии сверхвысокого напряжения

Аннотация. В работе приведены результаты расчета коэффициентов несимметрии напряжения с транспозицией фаз и без в начале и в конце линий электропередач 500 и 220 кВ. Построены графики зависимости коэффициента несимметрии напряжения с транспозицией фаз и без от длины линий и выполнены их сравнения.

Ключевые слова: несимметрия напряжения, транспозиция, линии высокого сверхвысокого напряжения.

KALMYKOV A.N., student
MARTIROSYAN A.A.

Ivanovo State Energy University named after V.I. Lenin
Ivanovo Rabfakovskaya st. 34
E-mail: alex25788@yandex.ru

Investigation of asymmetry in an electrical system containing ultra-high voltage lines

Abstract. The paper presents the results of calculating the coefficients of voltage asymmetry with and without phase transposition at the beginning and at the end of 500 and 220 kV power lines. Graphs of the dependence of the voltage asymmetry factor with and without phase transposition on the length of the lines are plotted and compared.

Key words: voltage asymmetry, transposition, high superhigh voltage lines.

Несимметрия напряжения может снизить цикл жизни и увеличить стоимость обслуживания оборудования, что значительно увеличит затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание всей системы.

В данной работе был проведен анализ причин повышения несимметрии напряжения и способов уменьшения данного явления.

В ходе работы для рассмотрения влияния несимметрии напряжения на электроэнергетическую систему собрана модель исследуемой ЭЭС (рис. 1) в программном комплексе Matlab с использованием пакета Simulink (рис. 2).

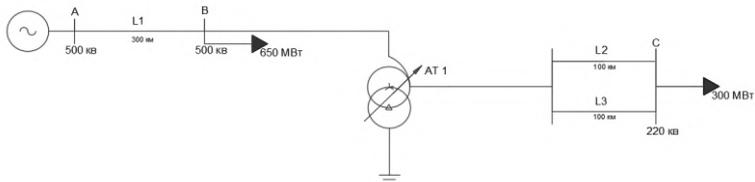


Рис. 1. Принципиальная схема участка исследуемой ЭЭС

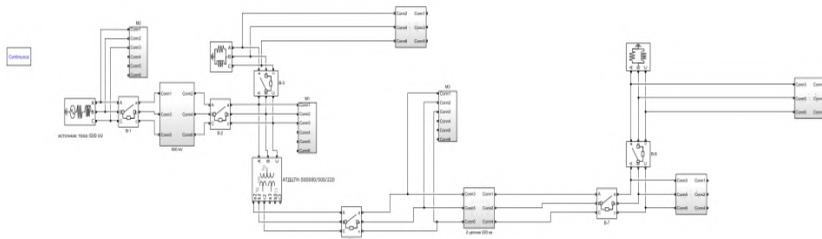


Рис. 2. Схема участка ЭЭС сети 500кВ и 220кВ в MatLab

Согласно ГОСТ 32144 2013 года коэффициент несимметрии напряжения K_{Σ} не должен превышать 2%, который определяются по формуле:

$$K_{\Sigma} = \frac{U_{обр}}{U_{прям}} \cdot 100\%$$

где $U_{обр}$ и $U_{прям}$ – соответственно напряжения основной частоты обратной и прямой последовательности.

В начале рассматривается сеть, без применения средств уменьшения несимметрии напряжения.

Получена зависимость величины коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности K_U от длины линии сверхвысокого и высокого напряжения. Длина последовательно увеличивалась на 40% пока не была увеличена в два раза. Результаты расчёта приведены в табл. 1.

Таблица 1. Значения коэффициентов K_U в линии без транспозиции

550 кв						L %	220 кв					
В начале линии			В конце линии				В начале линии			В конце линии		
U1 кв	U2 кв	K_U	U1 кв	U2 кв	K_U		U1 кв	U2 кв	K_U	U1 кв	U2 кв	K_U
498,4	1,9	0,39	496,5	1,9	2,35	100	218,9	4,9	2,2	217,4	5,5	2,5
499,8	2,7	0,55	502,7	2,7	3,20	140	222	6,7	3,1	220,2	7,6	3,47
500,7	3,5	0,7	510,9	3,5	3,99	180	226,1	8,7	3,8	224,4	9,8	4,4
501,1	3,9	0,78	515,6	3,9	4,36	200	228,2	9,6	4,2	226,7	10,8	4,79

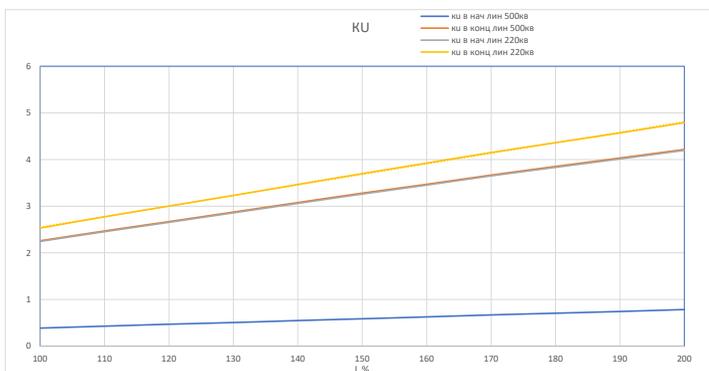


Рис. 3. График зависимости K_{1U} от длины линии L

Далее рассмотрена схема с полной транспозицией фаз на линиях. Также, как и ранее была получена зависимость коэффициента K_U от длины линии L. Значения приведены в виде табл. 2.

Таблица 2. Значения коэффициентов K_U в линии с транспозицией

550 кв						L %	220 кв					
В начале линии			В конце линии				В начале линии			В конце линии		
U1 кв	U2 кв	K_U	U1 кв	U2 кв	K_U		U1 кв	U2 кв	K_U	U1 кв	U2 кв	K_U
498,4	0,239	0,05	496,8	1,6	0,3	100	219,2	0,7	0,32	217,5	0,69	0,32
499,8	0,515	0,1	503,3	3,1	0,62	140	222,4	1,4	0,63	220,6	1,38	0,63
500,6	0,74	0,15	511,8	5,1	0,99	180	226,5	2,3	0,99	224,7	2,2	0,98
500,9	0,9	0,18	516,5	6,2	1,2	200	228,6	2,7	1,21	227,2	2,7	1,18

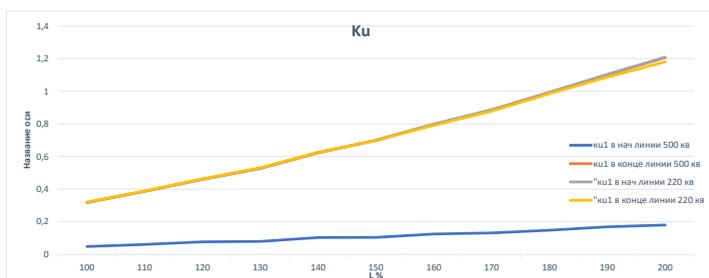


Рис. 4. График зависимости K_{1U} от длины линии L

Вывод. Таким образом, при увеличении длины линий коэффициент несимметрии увеличивается. Также транспозиция фаз в линиях сверхвысокого и высокого напряжения помогают существенно снизить

значения коэффициента несимметрии напряжения. В дальнейшем будет рассмотрено влияние несимметрии напряжения на сети более низкого класса напряжения, при несимметричных режимах в сетях высокого напряжения.

Литература

1. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2011. – 816 с.
2. Гост 32144-2013 нормы качества электрической энергии
3. Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ. СО 15334.20.121-2006.
4. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2012.

УДК 621.311

Н.С. ПИТЕРСКИЙ, студент;
С.А. ШУНАЕВ, ст.преподаватель

Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» г. Смоленск,
214013 г. Смоленск, Энергетический проезд, д.1
E-mail: 9pitpit9@gmail.com, Sergey_shunaev@mail.ru

Применение метода неопределенных множителей Лагранжа для выбора мощности компенсирующих устройств с учетом топологии электрических сетей

Аннотация. В данной работе рассматривается решение задачи условной оптимизации по выбору мощности компенсирующих устройств с использованием метода неопределённых множителей Лагранжа в сетях электроснабжения различной топологии.

Ключевые слова: компенсация реактивной мощности, оптимизация, метод неопределённых множителей Лагранжа.

N.S. PITERSKIY, student;
S.A. SHUNAEV, senior lecturer.

Smolensk Branch of the National Research University
«Moscow Power Engineering Institute»
214013 Smolensk, Energeticheskij proezd 1
E-mail: 9pitpit9@gmail.com, Sergey_shunaev@mail.ru

Application of the Lagrange's indefinite multipliers method to select the power of compensating devices, in power grids with various topology

Annotation. This article discusses the problem of conditional optimisation solution. For the selection of the compensating devices power using indefinite Lagrange multipliers method in power supply networks with various topologies.

Key words: Reactive power compensation, optimization, the method of indefinite Lagrange multipliers

В настоящее время в распределительных сетях актуальной задачей является увеличение пропускной способности за счет оптимизации перетоков реактивной мощности. Одним из возможных направлений для решения данной проблемы может быть применение устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ). Для рационального осуществления процесса компенсации реактивной мощности необходимо правильно расположить УКРМ, что по сути является не тривиальной задачей поскольку необходимо учесть множество факторов, как нормативно-правовых, так и технико-экономических.

Наличие множества условий формулирует задачу условной оптимизации, для решения которой стандартными математическими методами возникает необходимость в построении целевой функции, определяемой критерием оптимальности. В данной статье предлагается рассмотреть оптимизацию сети по техническим параметрам, в частности по минимуму активных потерь.

Потери активной мощности ΔP при передаче электроэнергии по сети, с учетом эффекта от КУ можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Delta P = \frac{P^2 + (Q - Q_{КУ})^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{(Q - Q_{КУ})^2}{U^2} R, \quad (1)$$

где P [кВт] и Q [кВар] – активная и реактивная мощность, передаваемая по сети; $Q_{КУ}$ [кВар] – реактивная мощность, вырабатываемая КУ; U [кВ] – напряжение сети; R [Ом] – активное сопротивление сети.

Согласно (1) потери мощности складываются из двух частей: потери от протекания непосредственно самой активной мощности и потери от протекания реактивной мощности. Первая составляющая потерь является неотъемлемой частью процесса передачи электрической энергии и не зависит от КУ, вторая составляющая напрямую зависит от $Q_{КУ}$, которая в свою очередь обуславливается нормативным значением коэффициента реактивной мощности $\tan \varphi = 0.35$ для сетей 0.4 кВ.

При проектировании систем электроснабжения питание электроприемников (ЭП), может осуществляться по радиальным или магистральным схемам. При этом следует обратить внимание - при различной топологии сети для случая индивидуальной компенсации реактивной мощности возникает задача подбора оптимального значения мощности каждого КУ, для решения которой следует применить какой-либо оптимизационный метод.

Для иллюстрации описанного метода рассмотрим случай питания электроприемников по радиальной схеме 0.4 кВ, изображенной на Рисунке 1, выберем мощности КУ, учтем, что без компенсации РМ суммарные потери в сети составляют $\Delta P_{\text{рад. без КУ}} = 9.95 \text{ кВт}$.

Исходные данные для расчёта представлены в табл. 1. Расчёты были произведены в среде *Mathcad*.

Таблица 1. Исходные данные для схемы

R1	R2		R3	R4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q _{сум}
Ом					кВар				
0.1	0.2		0.3	0.4	4000	3000	1200	2000	7500

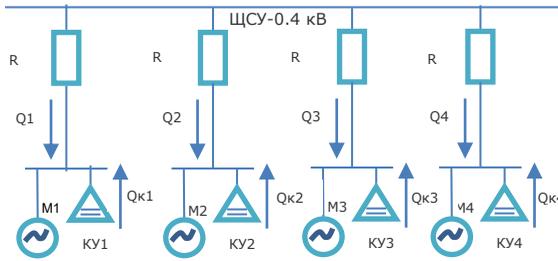


Рис. 1. Радиальная схема электроснабжения ЭП

Целевая функция для исходной схемы при протекании по кабельным линиям реактивной мощности для числа ЭП равным n , с учетом ограничения будет иметь вид:

$$\begin{cases} \Delta P = \sum_{i=1}^n \left((Q_i - Q_{KI})^2 \cdot \frac{R_i}{U^2} \right) \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^n Q_{KI} - Q_{\text{сум}} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Было составлено выражение для функции Лагранжа, затем были найдены и приравнены к нулю её частные производные по переменным Q_{KI} и по переменной λ :

$$L = \sum_{i=1}^n \left((Q_i - Q_{KI})^2 \cdot \frac{R_i}{U^2} \right) + \lambda \left(\sum_{i=1}^n Q_{KI} - Q_{\text{сум}} \right) \rightarrow \min; \quad (7)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial Q_{KI}} = \frac{-2R_i}{U^2} (Q_i - Q_{KI})^2 + \lambda = 0, \text{ где } i \in [1; n]; \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = \left(\sum_{i=1}^n Q_{KI} \right) - Q_{\text{сум}} = 0; \end{cases} \quad (8)$$

Решение системы (8) позволило определить координаты абсолютного минимума функции Лагранжа или относительного минимума целевой функции. Найдем решение системы уравнений (8) для слу-

чая радиальной схемы, изображенной на рис. 1, используя встроенные в Mathcad команды given/find, данные команды позволяют численно решать СЛАУ. Начальные приближения выберем равными нулю.

Таким образом, решение системы уравнений в частных производных позволило определить оптимальные значения мощности КУ:

$$Q_{K1} = 2800 \text{ кВар}, Q_{K2} = 2400 \text{ кВар}, Q_{K3} = 600 \text{ кВар}, Q_{K4} = 1700 \text{ кВар}.$$

При данных соотношениях в заданной радиальной схеме обеспечивается минимум потерь $\Delta P_{\text{рад}} = 1.875 \text{ кВт}$ по активной мощности, причем при детальном анализе системы (8) можно сделать следующий вывод – оптимальное распределение $Q_{\text{сум}}$ в радиальной схеме с числом ЭП равным n подчиняется выражению вида:

$$(Q_1 - Q_{K1}) \cdot R_1 = \dots = (Q_i - Q_{Ki}) \cdot R_i = \dots = (Q_n - Q_{Kn}) \cdot R_n, \text{ где } i \in [2; n] \quad (9)$$

При рассмотрении электроснабжения тех же потребителей по магистральной схеме, изображенной на Рисунке 2 суммарные потери в сети без компенсации РМ составили $\Delta P_{\text{маг. без КУ}} = 33.1 \text{ кВт}$.

Примем допущение, что исходные данные для магистральной схемы аналогичны исходным данным для радиальной схемы.

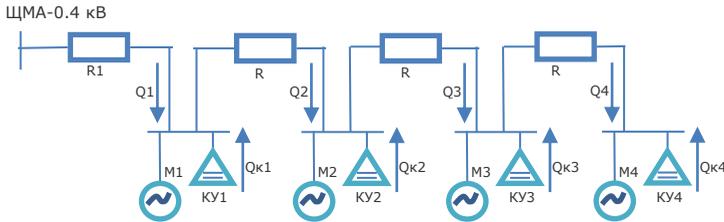


Рис. 2. Магистральная схема электроснабжения ЭП

Суммарные потери активной мощности в магистральной линии при передаче по ней реактивной мощности, а, следовательно, и целевая функция при таком же ограничении, как и в радиальной схеме, определяется выражением:

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta P = \frac{1}{U^2} \left(R_1 (\sum_1^n Q_i - \sum_1^n Q_{Ki})^2 + R_2 (\sum_2^n Q_i - \sum_2^n Q_{Ki})^2 + \dots \right) \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^n Q_{KY_i} - Q_{\text{сум}} = 0. \end{aligned} \right. \quad (9)$$

Составим выражение для функции Лагранжа и найдем её частные производные по переменным Q_{Ki} и по переменной λ для магистральной схемы с числом ЭП равным n . Для нахождения \min функции Лагранжа приравняем найденные частные производные к нулю:

$$L = \frac{1}{U^2} \left(R_1(\sum_1^n Q_i - \sum_1^n Q_{Ki})^2 + R_2(\sum_2^n Q_i - \sum_2^n Q_{Ki})^2 + \dots + R_i(\sum_i^n Q_i - \sum_i^n Q_{Ki})^2 + R_n(Q_n + Q_{Kn})^2 + \lambda \left(\sum_{i=1}^n Q_{Ki} - Q_{сум} \right) \right); \quad (10)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial Q_{K1}} = \frac{-2R_1}{U^2} (\sum_1^n Q_i - \sum_1^n Q_{Ki})^2 + \lambda = 0 \Rightarrow \frac{2R_1}{U^2} (\sum_1^n Q_i - \sum_1^n Q_{Ki})^2 = \lambda; \\ \frac{\partial L}{\partial Q_{K2}} = \frac{\partial L}{\partial Q_{K1}} + \frac{-2R_2}{U^2} (\sum_2^n Q_i - \sum_2^n Q_{Ki})^2 = 0 \Rightarrow (\sum_2^n Q_i - \sum_2^n Q_{Ki})^2 = 0; \\ \dots \\ \frac{\partial L}{\partial Q_{Ki}} = \frac{\partial L}{\partial Q_{K(i-1)}} + \frac{-2R_i}{U^2} (\sum_i^n Q_i - \sum_i^n Q_{Ki})^2 = 0 \Rightarrow (\sum_i^n Q_i - \sum_i^n Q_{Ki})^2 = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial Q_{Kn}} = \frac{\partial L}{\partial Q_{K(n-1)}} + \frac{-2R_n}{U^2} (Q_n - Q_{Kn})^2 = 0 \Rightarrow Q_n - Q_{Kn} = 0 \Rightarrow Q_n = Q_{Kn} \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum_{i=1}^n Q_{Ki} - Q_{сум} = 0; \end{array} \right. \quad (11)$$

Решение системы уравнений (11) в математическом пакете Mathcad для случая магистральной схемы, изображенной на Рисунке 2, позволило определить оптимальные значения мощности КУ:

$$Q_{K1} = 1500 \text{ кВар}, Q_{K2} = 3000 \text{ кВар}, Q_{K3} = 1000 \text{ кВар}, Q_{K4} = 2000 \text{ кВар}$$

Анализ системы (11) показал - в магистральной схеме питания КУ необходимо начинать устанавливать с конца магистрали, при этом мощность КУ необходимо выбирать в соответствии с условием полной компенсации реактивной мощности $Q_{Ki} = Q_i$, до выполнения условия $\sum Q_{Ki} = Q_{сум}$. Так же были рассчитаны суммарные потери $\Delta P'_{\text{мар}} = 0.877$ кВт после выбора соответствующих мощностей КУ.

Отдельным образом стоит отметить - при смене топологии сети с радиальной схемы на магистральную или наоборот, может возникнуть стремление оставить КУ с такими же значениями мощности для экономии средств, а не покупать новые КУ с подходящими параметрами, между тем такой подход может привести к увеличению потерь ΔP . Так, при переходе с радиальной схемы на магистральную в рассматриваемом примере с четырьмя ЭП потери $\Delta P'_{\text{мар}} = \Delta P_{\text{мар}}$ будут равны однако при переходе с магистральной схемы на радиальную наблюдается совершенно иная картина - $\Delta P'_{\text{рад}} = 3.906$ кВт, что значительно больше значения $\Delta P_{\text{рад}} = 1.875$ кВт, рассчитанного ранее.

Таким образом в данной статье содержится решение актуальной в сетях электроснабжения имеющей важное научно-практическое значение для электросетевого комплекса оптимизационной задачи по выбору

мощности КУ в сетях различной топологии по средствам составления целевой функции, с дальнейшей ее минимизацией общематематическим методом неопределенных множителей Лагранжа. Данный подход позволит значительно уменьшить ΔP от протекания токов, вызванных реактивной мощностью, и суммарные потери в целом. В радиальной схеме после установки КУ суммарные потери снизились в $\frac{\Delta P_{\text{рад. Без КУ}}}{\Delta P_{\text{рад}}} = 17.65$ раза, а в магистральной $\frac{\Delta P_{\text{маг. Без КУ}}}{\Delta P_{\text{маг}}} = 11.35$ раз. При этом необходимо подчеркнуть - суммарные потери ΔP для случая питания ЭП по магистральной схеме оказались в $\frac{\Delta P_{\text{рад}}}{\Delta P_{\text{маг}}} = 2.14$ раза меньше чем при питании по радиальной схеме электроснабжения ЭП, что свидетельствует о предпочтительности выбора магистральной схемы, при равной возможности применения обоих вариантов питания ЭП.

Литература

1. Ефременко В.М., Беляевский Р.В. Расчет оптимального размещения компенсирующих устройств методом множителей Лагранжа // Вестник КузГТУ. 2012.

УДК 621.313

В.Р. РАФИКОВ, аспирант,
Т.Ю. ШАДРИКОВА, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: vadim_rafikov@mail.ru, tanya-vinokurova@mail.ru

Анализ функций устройств АРВ синхронных генераторов в программном комплексе PSCAD

Аннотация. Статья посвящена моделированию устройств автоматического регулирования возбуждения сильного действия в программном комплексе PSCAD. Выполнена проверка корректности работы отдельных функций устройств автоматического регулирования возбуждения при возмущающих воздействиях в электроэнергетической системе.

Ключевые слова: синхронный генератор, автоматическое регулирование возбуждения сильного действия, система возбуждения генератора, имитационное моделирование в PSCAD.

V.R. RAFIKOV, postgraduate student,
T.Yu. SHADRIKOVA, Ph.D., associate professor

Ivanovo State Power Engineering University
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St. 34
E-mail: vadim_rafikov@mail.ru, tanya-vinokurova@mail.ru

Analysis of the synchronous generators excitation systems functions in the PSCAD

Abstract. The article is devoted to modeling excitation systems of synchronous generators in the PSCAD software package. The correctness of the operation of devices individual functions for automatic control of excitation under disturbing influences in the electric power system has been verified.

Key words: synchronous generator, strong automatic excitation control, generator excitation system, PSCAD simulation.

Введение. Одним из важнейших объектов электроэнергетической системы (ЭЭС), который в большей степени обуславливает динамическое поведение всей энергосистемы, является синхронный генератор (СГ), оснащенный устройством автоматического регулирования возбуждения сильного действия (АРВ СД). Поэтому для формирования модели ЭЭС, а также успешного решения задач оценки устойчивости ЭЭС и анализа переходных процессов, необходимо использовать корректные модели не только СГ, но также и устройств АРВ СД.

В соответствии с пунктом 18 Требований к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов, утвержденных приказом Минэнерго России от 13.02.2019 № 98, необходимо проведение испытаний АРВ СД СГ и алгоритмов их функционирования в первую очередь на основе математических имитационных моделей ЭЭС [1].

Моделирование «больших» энергосистем с последующим анализом переходных процессов и расчетом устойчивости в них может быть осуществлено как с помощью специализированных программных продуктов, таких как RUSTab (в составе RastrWin3) или EUROSTAG, так и с помощью универсальных программных комплексов для моделирования установившихся и переходных режимов ЭЭС, таких как MATLAB с пакетами расширения Simulink и SimPowerSystems или PSCAD. Преимущество последних заключается в возможности пользователям самим формировать требуемые модели элементов на основе передаточных функций, а также реализовывать сложную логику устройств автоматики и регулирования.

Описание исследования. В работе использована модель АРВ СД СГ, реализованная в программном комплексе PSCAD (рис. 1). Структура модели и ее параметры соответствуют [1].

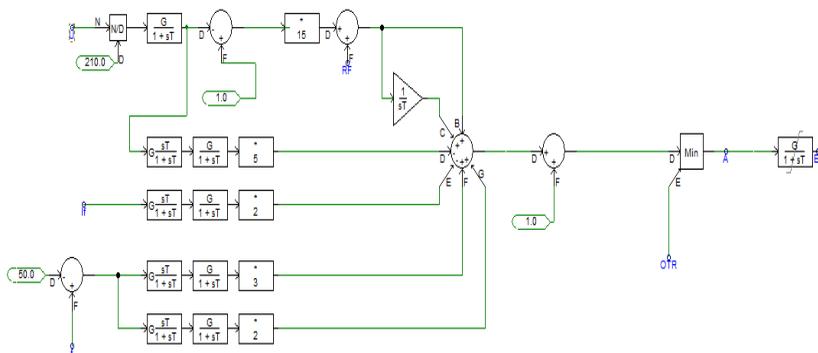


Рис. 1. Модель АРВ СД, реализованная в PSCAD

Рассматриваемая модель имеет пропорциональный и дифференциальный каналы регулирования по напряжению, канал внутренней стабилизации по производной тока ротора, канал системной стабилизации по частоте и по производной частоты напряжения. Кроме того, для повышения динамической устойчивости системы в модели АРВ СД реализованы функции релейной форсировки (РФ), необходимой при резком снижении напряжения, обычно обусловливаемом коротким замыканием, и ограничителя тока ротора (ОТР) в соответствии с [1]. Для тестирования реализованной модели АРВ СД, а также анализа ее функций использовались две тестовые схемы [1]: схема четырехмашинной ЭЭС и схема «эквивалентный генератор – система» (рис. 2).

При тестировании функций устройств АРВ проведены следующие эксперименты:

1. Оценка корректности работы РФ при двухфазном КЗ на землю на воздушной линии (ВЛ) длительностью 0,4 с. ОТР при этом отсутствует. График тока возбуждения для данного эксперимента приведен на рис.3.

2. Корректное срабатывание ОТР при двухфазном КЗ на землю длительностью 0,4 с на ВЛ вблизи шин высшего напряжения (ВН) станции.

3. Срабатывание ОТР с задержкой 0,3 с при двухфазном КЗ на землю длительностью 0,4 с на ВЛ вблизи шин ВН станции.

4. Корректное срабатывание ОТР. При этом возмущающее воздействие представляло собой серию из двух двухфазных КЗ на землю. Первое КЗ имело длительность 0,4 с, а второе КЗ было длительностью 0,35 с. Время между КЗ составило 0,3 с.

В рамках исследования проведена качественная оценка полученных результатов в соответствии с [1].

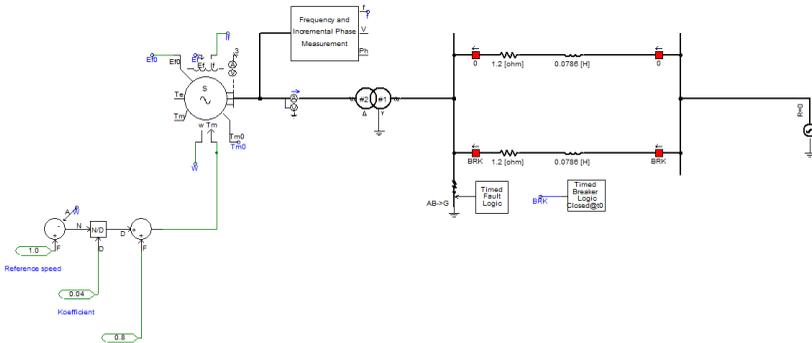


Рис.2. Модель ЭЭС в PSCAD, используемая для тестирования функций APB

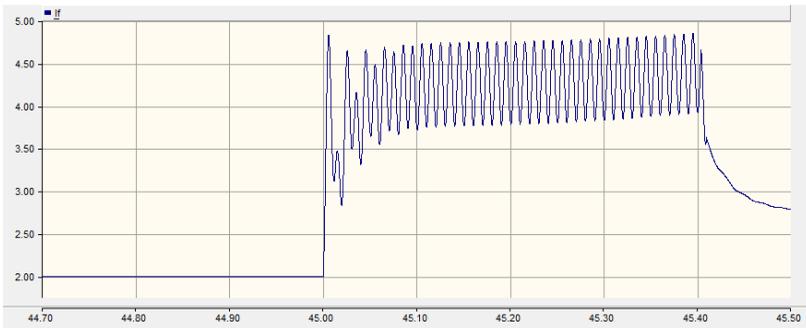


Рис.3. График тока возбуждения для первого эксперимента

Вывод. Анализ результатов проведенных экспериментов показал, что рассматриваемые функции регулятора возбуждения работают корректно. Таким образом, реализованная в PSCAD модель APB СД может быть использована для решения практических и исследовательских задач, связанных с моделированием и анализом переходных процессов в ЭЭС, расчетами устойчивости, верификации моделей элементов ЭЭС.

Литература

1. Методические указания по проведению испытаний автоматических регуляторов возбуждения сильного действия синхронных генераторов и алгоритмов их функционирования (утверждены приказом АО «СО ЕЭС» приказом № 259 от 05.09.2019.

УДК 621.313

В.Р. РАФИКОВ, аспирант,
И.Е. ИВАНОВ, к.т.н.
А.Ю. МУРЗИН, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34
E-mail: vadim_rafikov@mail.ru, igor.e.ivanov.777@gmail.com

Исследование точности определения синхронных сопротивлений генератора на базе векторных измерений в зависимости от состава режимных параметров

Аннотация. Статья посвящена формированию количественных критериев состава данных установившихся режимов, обеспечивающих успешную идентификацию синхронных сопротивлений турбогенераторов.

Ключевые слова: синхронный генератор, синхронизированные векторные измерения, идентификация параметров, синхронное сопротивление, установившийся режим.

V.R. RAFIKOV, postgraduate student,
I.E. IVANOV, Ph.D.
A.Yu. MURZIN, Ph.D., associate professor

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34
E-mail: vadim_rafikov@mail.ru, igor.e.ivanov.777@gmail.com

Analysis of the synchronous generator synchronous reactances determining accuracy based on phasor measurements depending on the set of steady states

Abstract. The article is devoted to the research of quantitative criteria for the sets of steady states that ensure successful identification of turbogenerators synchronous reactances.

Keywords: synchronous generator, phasor measurements, parameters identification, synchronous reactance, steady state.

Устройства синхронизированных векторных измерений (УСВИ), установленные на генераторах станций Единой электроэнергетической системы (ЕЭС) России, обеспечивают непрерывную запись измерений векторов напряжений и токов фаз статора, а также напряжения возбуждения и тока возбуждения с высокой точностью на периоде промышленной частоты. Одним из перспективных и актуальных направлений использования технологии СВИ является идентификация параметров моделей синхронных генераторов (СГ), а также устройств автоматического регулирования возбуждения (АРВ), по данным измерений установившихся и переходных режимов электроэнергетической системы

(ЭЭС). Используя измерения установившегося режима (УР) могут быть определены фактические значения синхронных сопротивлений СГ по продольной и поперечной осям (x_d и x_q , соответственно).

Один из предпочтительных методов идентификации синхронного сопротивления СГ основывается на решении задачи линейной регрессии [1]. В данном случае необходимы измерения токов и напряжений фаз статорной цепи, а также тока возбуждения, получаемые с УСВИ. Успешное определение синхронных сопротивлений СГ возможно при наличии, как минимум, двух УР. Однако, учитывая, что значения режимных параметров, получаемых с помощью УСВИ, неизменно сопровождаются систематическими и случайными ошибками, а также учитывая допущения рассматриваемой модели СГ (неучет нагрева обмоток, активного сопротивления статорной цепи, допущение о линейности модели и т.д.), для корректного решения задачи идентификации параметров генератора потребуется большее количество режимов. Следовательно, требуется сформировать количественные критерии состава измерений УР, обеспечивающих точную идентификацию фактических значений синхронных сопротивлений.

В исследовании проведен анализ влияния количества режимов, а также их вариативности на результаты расчета синхронного сопротивления x_d . Эксперименты были проведены с использованием архивов с измерениями УР одного из генераторов Казанской ТЭЦ-3. На рис.1 приведены графики активной и реактивной мощности рассматриваемой выборки режимов.

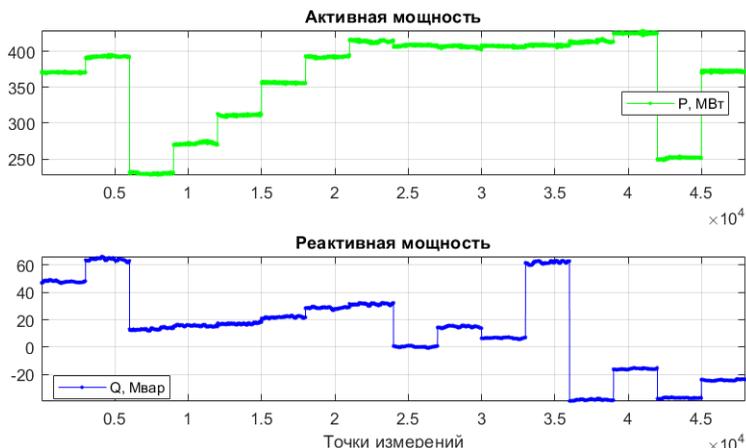


Рис.1. Активная и реактивная мощности режимов из рассматриваемой выборки

В табл.1 приведены результаты экспериментов по исследованию влияния количества режимов на точность идентификации.

Таблица 1. **Результаты исследования влияния количества режимов на точность идентификации**

Количество режимов	Порядковые номера режимов в выборке	Результат, о.е.	Отклонение от эталона, %
2	2,3	2,6156	30,78
2	2,9	2,1544	7,719
3	1,2,3	2,4247	21,24
4	1,2,3,4	2,3076	15,38
5	1,2,3,4,5	2,1725	8,6252
8	С 1 по 8	2,0332	1,6581
10	С 1 по 10	2,1371	6,854
16	С 1 по 16	2,0044	0,2195

Анализ результатов показал, что увеличение количества рассматриваемых режимов не во всех случаях позволяет улучшить результат. Главным фактором, повышающим точность идентификации, является вариативность рассматриваемых УР. Кроме того, наличие режимов с отрицательной реактивной мощностью или с положительной, но близкой к нулю, снижают точность результатов определения синхронного сопротивления.

Для формирования количественных показателей (помимо количества режимов) в работе предложены и проанализированы следующие метрики:

1. Число обусловленности матрицы А.

Данная матрица сформирована из измеренных токов и напряжений статора.

$$[A] = \begin{bmatrix} -I^2 & 2 \cdot U_d \cdot I_m - 2 \cdot U_m \cdot I_d \\ \dots & \dots \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где U_d, I_d – действующие значения комплексов напряжения и тока прямой последовательности, соответственно; U_m, I_m – мнимые значения комплексов напряжения и тока прямой последовательности, соответственно.

2. Среднеквадратичное отклонение (СКО) уровней тока возбуждения.

3. СКО уровней активной и реактивной мощностей.

4. СКО коэффициента мощности.

Таким образом, сформулированные и проанализированные в данной работе количественные критерии режимов, необходимых для корректной идентификации фактических синхронных параметров, могут быть использованы для автоматизации процесса выбора режимов и идентификации параметров СГ.

Литература

1. Рафиков, В. Р. Верификация синхронных параметров турбогенераторов по данным синхронизированных векторных измерений / В. Р. Рафиков, И. Е. Иванов, А. А. Братолобов // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXI Бенардосовские чтения), Иваново, 02–04 июня 2021 года. Т. I. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – С. 271-274.

УДК 621.311.24:621.313.12

А.А. ЯБЛОКОВ, к.т.н.,
А.Р. ТЫЧКИН, студент,
В.А. ТИТОВ, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34

E-mail: andrewyablokov@yandex.ru, tychkin.a@bk.ru, titov.v.a@bk.ru

Возможность применения нейросетей для выбора методик дистанционного определения места повреждения

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможности применения нейросетей для выбора оптимальных методов дистанционного определения места короткого замыкания на основе синхронизированных векторов тока и напряжения аварийного режима. Поскольку разработка и исследование методов определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи остаётся актуальной задачей. В ходе работы была построена и обучена нейросеть, которая подбирала наилучшую методику дистанционного определения места повреждения. Также была произведена проверка эффективности данного способа подбора методик и произведено сравнение с методикой, предложенной в СТО 56947007- 29.240.55.159-2013.

Ключевые слова: классификационная нейросеть, синхронизированные векторные измерения, определение места повреждения.

А.А. YABLOKOV, PhD,
A.R. TYCHKIN, student,
V.A. TITOV, student

Ivanovo State Power University
34, Rabfakovskaya St., 153003, Ivanovo
E-mail: andrewyablokov@yandex.ru, tychkin.a@bk.ru, titov.v.a@bk.ru

The possibility of using neural networks to select methods for remote fault location

Abstract. The article is devoted to the study of the possibility of applying neural networks to select the optimal methods for remote fault location based on synchronized vectors of current and voltage in the emergency mode. As the development and research of fault location methods on overhead lines remains

an urgent task. In the course of this work, a neural network was built and trained to select the optimal method for remote fault location. The effectiveness of this approach has also been tested and compared with the method proposed in STO 56947007- 29.240.55.159-2013.

Key words: classification neural network, synchronized phasor measurements, fault location.

Разработка и исследование методов определения места повреждения (ОМП) на воздушных линиях электропередачи (ВЛЭП) остаётся неизменно актуальной задачей, решение которой связано с сокращением финансовых и временных затрат на обнаружение места короткого замыкания (КЗ) и устранение повреждения.

В статьях [1, 2] рассмотрена эффективность применения замеров токов и напряжений, полученных от системы мониторинга переходных режимов (СМНР) на основе устройств синхронизированных векторных измерений (УСВИ), при использовании одно- и двусторонних замеров для решения задачи определения места повреждения (ОМП). Так же в статьях [1, 2] отражено, что эффективность двустороннего замера выше, за счёт более высоких требований к точности синхронизации (инструментальной) УСВИ [3].

Результаты решения задач ОМП имеют в себе различную методическую погрешность, поскольку применения различных методов дистанционного определения места повреждения (ДОМП) дают разные значения мест повреждения. Нормативная документация [4] содержит рекомендации по усреднению результатов расчёта до места повреждения по различным методам ДОМП, что в свою очередь может привести как к увеличению, так и к уменьшению ошибки расчёта места КЗ на ВЛЭП. Уменьшение погрешности расчёта до места повреждения можно получить при условии подбора методов ДОМП, которые обеспечивают наибольшую точность в режиме короткого замыкания на ВЛЭП. Такая задача может быть выполнена при использовании имитационного моделирования участка сети, содержащих ВЛЭП. Выбор методов ДОМП может производить человек или специально созданная нейросеть. Преимущество нейросети при решении задачи выбора оптимального метода (методов) ДОМП состоит в исключении человеческого фактора при принятии решения. Если созданная нейросеть гарантирует эффективность подбора методов на 95-99%, её можно признать эффективной.

Классификационная нейросеть на базе программно-вычислительного комплекса MATLAB, структура которой отображена на рис. 1, построена для рассмотрения возможности применения нейросетей для выбора методик ДОМП.

Обучение нейронной сети производилось на основе результатов имитационного моделирования однофазного короткого замыкания (наиболее часто встречающийся тип повреждения на ВЛЭП СВН) на участке электрической сети, содержащих одноцепную линии электропередачи 500 кВ с двусторонним питанием [1]. Полученные ре-

зультаты содержат синхронизированные вектора тока и напряжения с двух концов линии, параметры электрической сети (модели электрической сети) и места повреждения. Была составлена целевая выборка, которая включает в себя выбранные наилучшие методики ДОМП для каждой точки КЗ.

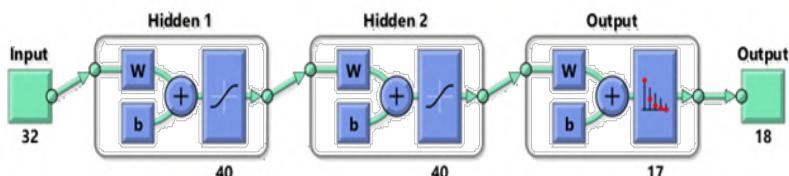


Рис. 1. Структура классификационной нейросети

В ходе проверки эффективности нейросети, которая была обучена на результатах имитационного моделирования однофазного короткого замыкания, параметрах электрической сети (модели электрической сети) и мест повреждения, а также наилучшие методики ДОМП для каждой точки КЗ, подавались выборки такого же состава для однофазного КЗ и таким образом получали методику ДОМП. На рис.2а и рис.2б представлены относительные погрешности методик ДОМП, отобранных нейронной сетью (рис.2а) в сравнения с относительной погрешностью ОМП, которая получается при использовании рекомендаций в нормативной документации [4] (рис. 2б).

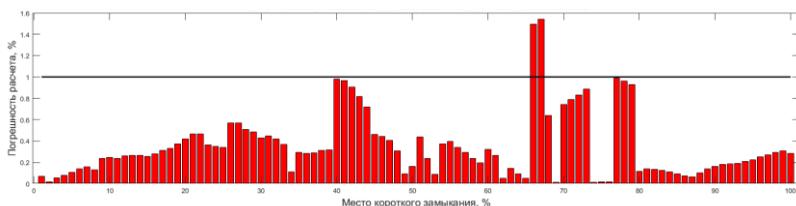


Рис. 2а. Погрешности ОМП полученной при применении нейросети для однофазного КЗ

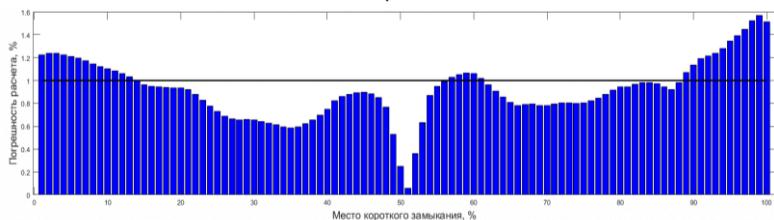


Рис. 2б. Погрешности ОМП полученной согласно СТО 56947007- 29.240.55.159-2013 для однофазного КЗ

Вывод: Проанализировав погрешности ОМП при использовании [4] и применения методик ДОМП, предложенных нейросетью, можно констатировать высокую эффективность предложенной методики подбора выражений ДОМП на основе применения нейронной сети (даже при условии наличия выбросов погрешности, превышающие усредненные показатели полученные в соответствии с [4]).

Дальнейшие исследования будут направлены на работу с другими типами повреждения и моделями участков электрической сети. Полученные результаты показывают высокий потенциал данного исследования и требуют дальнейшего изучения.

Благодарности. Исследование выполнено в ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет им. Ленина» за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-00122, <https://rscf.ru/project/21-79-00122/>

Литература

1. Многофакторный анализ погрешности методов дистанционного определения места повреждения на основе синхронизированных векторных измерений / А. А. Яблоков, И. Е. Иванов, Ф. А. Куликов [и др.]. – Текст : непосредственный // Энергетик. – 2022. – № 12. – С. 16-22.
2. Synchrophasor-based Fault Location with Class M Fault Capture and Built-in Line Parameter Estimation / A. Yablokov, I. Ivanov, F. Kulifov [и др.]. Текст: непосредственный // 2022 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics (SGSMA). — 2021.
3. ГОСТ Р 59365-2021. Релейная защита и автоматика. Система мониторинга переходных режимов. Устройства синхронизированных векторных измерений// Национальный стандарт Российской Федерации. Дата введения: 01.05.2021.
4. СТО 56947007- 29.240.55.159-2013. Типовая инструкция по организации работ для определения мест повреждений воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше. Стандарт организации. Дата введения: 28.11.2013. – ОАО «ФСК ЕЭС»
5. СТО 59012820.29.020.011-2016. Релейная защита и автоматика. Устройства синхронизированных векторных измерений. Нормы и требования. Дата введения: 20.03.2017. – ОАО «Системный оператор – Центральное диспетчерское управление Единой энергетической системы»

УДК 621.311:004.94

М.В. ХОХЛОВ, к.т.н., доцент

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
Федерального исследовательского центра
«Кomi научный центр Уральского отделения Российской академии наук»
167982 г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 26
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

Имитационное моделирование электромеханических переходных процессов в больших ЭЭС на машине реального времени RITM

Аннотация. Представлены результаты имитационного моделирования электромеханических переходных процессов на машине реального времени RITM с использованием разработанной на языке Simscape библиотеки компонентов ЭЭС. Показана возможность моделирования в реальном времени с шагом 10 мс больших систем, содержащих до 1000 узлов и 300 генераторов.

Ключевые слова: переходные процессы, электроэнергетическая система, имитационное моделирование в реальном времени

M.V. KHOHLV, PhD, Associate Professor

Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North
of the Federal Research Centre
«Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences»
26 Kommunisticheskaja str, 167982, Syktyvkar
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

Transient Stability Simulation of Large-Scale Power System on Real-Time Target Machine RITM

Abstract. This paper presents results of transient stability simulations on the real-time target machine RITM using a Simscape language based power system component library developed. Real-time performance has been tested with a time-step of 10 ms and illustrates the feasibility of large-scale transient stability simulations for power systems up to 1000 buses and 300 generators.

Key words: transients, power system, modeling, real-time simulation

Моделирующие комплексы реального времени, такие как RTDS, Hypersim, eMEGAsim позволяют с высокой степенью детальностью воспроизводить процессы, протекающие в электроэнергетической системе (ЭЭС) и, путем подключения к симулятору, исследовать в режимах, максимально приближенных к реальным, новые устройства релейной защиты и автоматики, цифровые системы управления генераторами и пр. Большой интерес представляет создание подобных испытательных стендов для разработки и тестирования алгоритмов решения задач контроля и управления режимами ЭЭС по данным системы мониторинга

переходных режимов (СМГР). Особенностью этих задач является высокая размерность моделируемой ЭЭС, что, однако, может компенсироваться исключением из рассмотрения электромагнитных переходных процессов в сети в силу измерения СМГР параметров электрического режима на периоде промышленной частоты (20 мс). Такой подход реализован на C++ в моделирующем комплексе ePHASORSim от канадской компании Opal-RT, позволяющем моделировать в режиме реального времени электромеханические переходные процессы в ЭЭС из 10 000 узлов [1].

В данной работе исследуется подход к моделированию в реальном времени больших ЭЭС, использующий лишь возможности и средства системы численных расчетов Matlab/Simulink. В [2] была представлена технология моделирования электромеханических переходных процессов в среде Simulink на основе создания моделей компонентов ЭЭС на языке моделирования Simscape [3]. Разработанная библиотека компонентов включает модели синхронных машин, коммутируемой линии электропередачи, представленной П-образной схемой замещения, двухобмоточного трансформатора, шунта короткого замыкания, регуляторов возбуждения, скорости и др. Библиотека была верифицирована с использованием OpenIPSL, библиотеки компонентов, созданной в рамках европейского проекта iTesla на языке Modelica [4]. В качестве аппаратной платформы используется российский комплекс полунатурного моделирования РИТМ с операционной системой реального времени «РИТМ.Реальное время» и пакетом поддержки «РИТМ» в Simulink [5].

Эксперименты проводились с использованием IEEE тестовой 39-узловой ЭЭС, каждый генератор в которой представлен моделью синхронной машины 4-го порядка, оснащенной регуляторами возбуждения, скорости и стабилизатором (рис. 1а). Воспроизводился сценарий общей длительностью 100 сек, включающий два коротких замыкания в узлах 5 и 36 соответственно в моменты $t = 0,8$ и $t = 60$ сек и отключение на 5 сек линии 26-28 при $t = 30$ сек (рис. 2). Как и в [1] было создано несколько тестовых схем нарастающей размерности путем многократного дублирования и соединения 39-узловой системы с помощью дополнительных линий электропередачи (рис. 1б-е). Их характеристики приведены в табл. 1. Возмущения моделировались только в первой подсистеме. Расчеты выполнялись локальным Simscape-решателем Partitioning Solver с постоянным шагом интегрирования 10 мс.

График на рис.3 показывает зависимость времени шага расчета на РИТМ от размерности моделируемой ЭЭС. Экстраполяция графика позволяет рассчитывать на возможность моделирования в реальном времени систем, насчитывающих до 2400 узлов с 600 генераторами, при уровне сложности моделей компонентов ЭЭС, сопоставимом с используемым в тестовых схемах. Вместе с тем, профилирование выполнения моделей на РИТМ обнаружило, что в моменты дискретных событий время шага расчета превышает среднее время в 3 раза

(рис.4). Это происходит из-за изменения топологии сети и структуры системы уравнений, что вызывает дополнительные затраты времени на обновление расчетных матриц. С учетом этого можно ожидать переполнение шага расчета в моменты коммутаций при моделировании систем больше 1000 узлов, что и наблюдалось в 1248-узловой ЭЭС при $t=35$ и 60 сек.

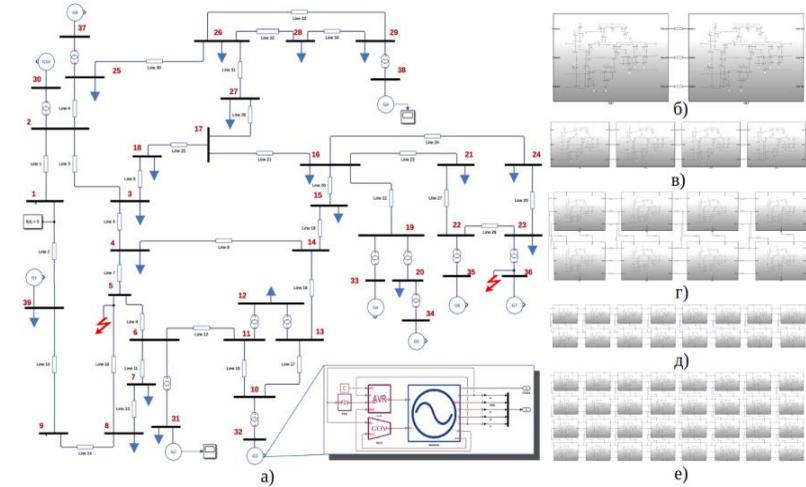


Рис. 1. а – IEEE тестовая 39-узловая ЭЭС; б-е – конструирование больших ЭЭС

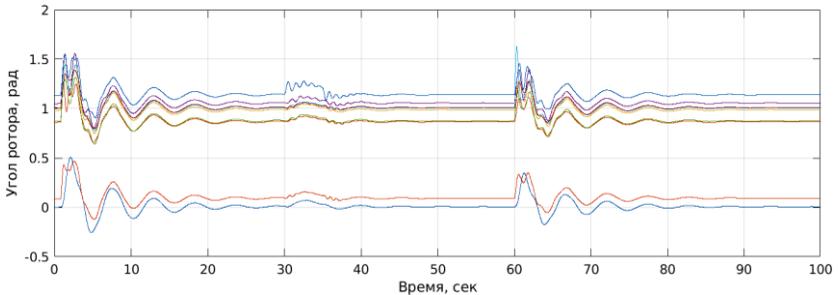


Рис. 2. Колебания относительных углов роторов в 39-узловой ЭЭС

Другим фактором, ограничивающим размерность моделируемой системы, является время компиляции модели (формирование и анализ совокупной системы уравнений, ее преобразование и генерирование кода), которое становится значительным при подготовке ЭЭС с более чем 1000 узлов. Это характерно для всех языков моделирования и

является платой за возможность быстро создавать на основе уравнений модели элементов физических систем любой сложности.

Таблица 1. Характеристики тестовых ЭЭС

Схема на рис.1	Число узлов	Число связей	Число генераторов	Число регуляторов
а	39	34	10	30
б	78	71	20	60
в	156	145	40	120
г	312	303	80	240
д	624	612	160	480
е	1248	1248	320	960

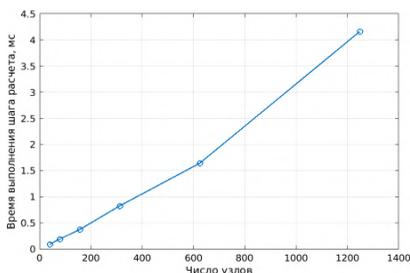


Рис.3. Вычислительная эффективность моделирования переходного процесса в тестовых ЭЭС на РИТМ

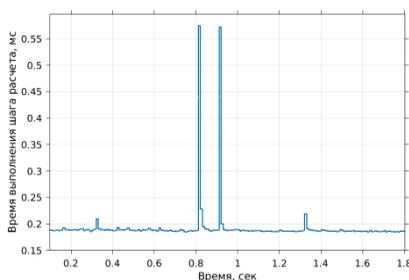


Рис.4. Скачки времени шага расчета при коммутациях шунта короткого замыкания в 78-узловой ЭЭС

Предложенный в [2] подход способен обеспечить моделирование на машине реального времени РИТМ электромеханических переходных процессов в ЭЭС размерности и сложности, достаточной для исследования и тестирования алгоритмов решения задач по данным синхронизированных векторных измерений, выдаваемых в темпе процесса (20 мс) с Ethernet порта моделирующего комплекса РИТМ. Это алгоритмы оценивания состояния ЭЭС, идентификации ее статических и динамических характеристик, обнаружения событий и ряда других задач, решаемых по данным СМПР.

Статья подготовлена в рамках НИР № 121072700045-1 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития».

Литература

1. Jalili-Marandi V., Rober E., Lapointe V., Belanger J. A real-time transient stability simulation tool for large-scale power systems // Proc. IEEE/PES General Meeting, July, 2012. – P. 1-7.
2. Хохлов М.В. Построение имитационных моделей электроэнергетических систем с использованием языков акаузального моделирования // Актуальные

проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2022: Сб. статей Восьмой Всеросс. науч.-практ. конф. (с межд. участ.) (21-23 сентября 2022 г., Сыктывкар): в 2 ч. – Иркутск: ООО «Максима», 2022, Ч. II. – С. 159-169.

3. Miller S. Modeling physical systems as physical networks with the Simscape language // 6th Vienna International Conference on Mathematical Modelling (MATHMOD 2009), Vienna, Austria, 2009. – P. 11–13.

4. Baudette M., Castro M., Rabuzin T., Lavenius J., et al. OpenIPSL: Open-Instance Power System Library – Update 1.5 to “iTesla Power Systems Library (iPSL): A Modelica library for phasor time-domain simulations” // SoftwareX, Vol. 7, 2018. – P. 34-36.

5. ГПМ РИТМ. – Режим доступа: <https://kpm-ritm.ru>, свободный

УДК 621.311:004.94

М.В. ХОХЛОВ, к.т.н., доцент

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
Федерального исследовательского центра
«Кomi научный центр Уральского отделения Российской академии наук»
167982 г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 26
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

Применение ModelingToolkit.jl для моделирования динамики ЭЭС

Аннотация. Рассматривается моделирование переходных процессов в электроэнергетических системах с использованием ModelingToolkit.jl, системы акаузального моделирования на основе уравнений на языке Julia.

Ключевые слова: переходные процессы, электроэнергетическая система, моделирование

M.V. KHOKHLOV, PhD, Associate Professor

Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North
of the Federal Research Centre
«Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences»
26 Kommunisticheskaja str, 167982, Syktyvkar
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

Use of ModelingToolkit.jl for Power System Modeling and Simulation

Abstract. This paper addresses the modeling and simulation of power systems with ModelingToolkit.jl, an equation-based acausal modeling system in Julia.

Key words: transients, power system, modeling, simulation

ModelingToolkit.jl (МТК) – это активно развиваемый в настоящее время свободно доступный язык для моделирования сложных динами-

ческих систем, описываемых дифференциальными и алгебраическими уравнениями [1]. МТК является расширением языка Julia, высокопроизводительного языка программирования высокого уровня [2]. Как и языки моделирования Modelica и Simscape язык МТК позволяет легко и быстро создавать имитационные модели физических систем, избегая трудоемкой реализации программного кода. Это обеспечивается за счет:

- акаузального подхода, более естественного для моделирования физических систем;
- декларативного стиля, позволяющего разработчику сосредоточиться на том, что описывает модель, а не как она вычисляется;
- компонентного принципа создания модели, когда с помощью уравнений описываются отдельные компоненты системы, а их соединения осуществляются с помощью интерфейсных переменных (коннекторов).

МТК отличает большое разнообразие доступных в DifferentialEquations.jl [3] решателей систем дифференциальных и алгебраических уравнений, в том числе жестких систем, например, Rosenbrock23, Rodas5 и др., а так же открытость и расширяемость компилятора, отвечающего за формирование совокупной системы уравнений, ее преобразование и генерирование на языке Julia кода функций, необходимых для интегрирования полученной системы решателями.

Возможность применения МТК для моделирования электромеханических переходных процессов электроэнергетической системы (ЭЭС) была показана в [4]. Построение модели ЭЭС сводится к созданию моделей компонентов (синхронная машина, трансформатор, линия электропередачи, выключатель и т.п.), соединяемых затем с помощью интерфейсных переменных – комплексных токов и напряжений (рис.1).

```
function Branch(; name, R=0, X=0.1, B=0, G=0)
  @named p = PhasorPort()
  @named n = PhasorPort()

  pars = @parameters R=R X=X B=B G=G
  g = R / (R^2 + X^2)
  b = X / (R^2 + X^2)

  eqs = [
    p.Ire - g*(p.Vre-n.Vre) + b*(p.Vim-n.Vim) + G*p.Vre - B*p.Vim
    p.Iim - g*(p.Vim-n.Vim) - b*(p.Vre-n.Vre) + B*p.Vre + G*p.Vim
    n.Ire - (g*(p.Vre-n.Vre) + b*(p.Vim-n.Vim)) + G*n.Vre - B*n.Vim
    n.Iim - (g*(p.Vim-n.Vim) - b*(p.Vre-n.Vre)) + B*n.Vre + G*n.Vim
  ]
  compose(ODESystem(eqs, t, [], pars; name=name), [p, n])
end
```

```
@connector function PhasorPort(; name, Vre=1.0, Vim=0, Ire=0, Iim=0)
  vars = @variables{
    Vre(t) = Vre,
    Vim(t) = Vim,
    Ire(t) = Ire, [connect = Flow],
    Iim(t) = Iim, [connect = Flow],
  }
  ODESystem(Equation[], t, vars, []; name=name)
end
```

```
@named line = Branch(R=0.001, X=0.15)
@named trans = Transformer(X=0.15, K=1.025)
@named fault = Fault(X=0.1, fault.Line=0, duration=0.1)
@named slack = GENCLSL(Xd=0.3, B=0, H=0, Vs=1, R=0, Pa=0.1, Q=0.2)
@named gen = GENROU(Ra=0.01, Xd=0.3, Xq=0.2, Xl1=0.1, Xl2=0.1, X2d=0.1,
  X2q=0.1, Xl=0.12, Tl1d=0.1, Tlq=0.5, T2d=0.4, T2q=0.3,
  D=30, H=5, Vs=1.03, θs=0.03, P=0.4, Q=0.23)

eqs = [
  connect(gen.p, trans.p)
  connect(trans.n, line.p, fault.p)
  connect(line.n, slack.p)
]
@named model = ODESystem(eqs, t, systems = [gen, trans, line, fault, slack])
```

The diagram illustrates a power system model. It starts with a generator (represented by a sine wave) connected to a transformer (two overlapping circles). The transformer is connected to a transmission line (two vertical bars). The line is connected to a fault (a red lightning bolt symbol) and a load (a vertical bar with a diagonal line). A red arrow points to the fault location.

Рис.1. Создание имитационной модели ЭЭС и ее компонентов на языке МТК

На рис. 2 приведен пример расчета переходного процесса в IEEE тестовой 39-узловой ЭЭС, смоделированной с использованием библиотеки компонентов OpenIPSL [5] в среде OpenModelica (OM) и с использованием разработанных моделей компонентов на языке МТК. Генераторы представлены синхронными машинами 4-го порядка, оснащенными регуляторами возбуждения и стабилизаторами. Моделировалось короткое замыкание в узле 5. Сравнение результатов показывает идентичность моделей, для иллюстрации на рис.2б приведены графики мощности четырех генераторов. Точность расчета была задана $abstol=10^{-8}$, $reltol=10^{-6}$. Интервал сохранения результатов расчета 1 мс.

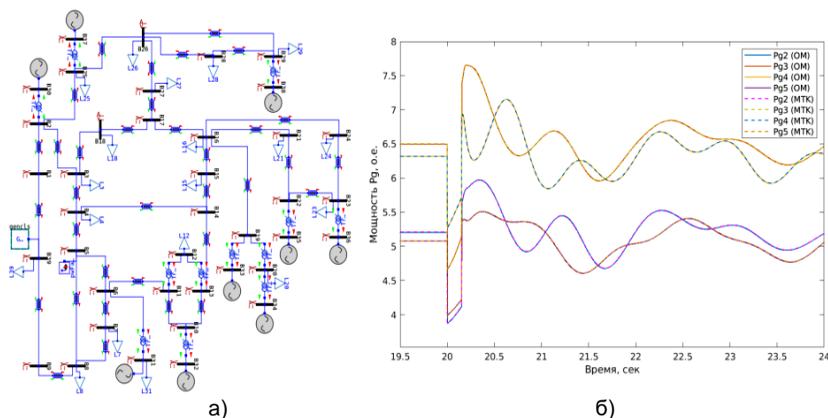


Рис.2. а – IEEE тестовая 39-узловая ЭЭС в OpenModelica;
б – сравнение переходного процесса, полученного на моделях в OM и МТК

Воспроизведение на ноутбуке с Intel Core i5-6300HQ CPU @ 2.30GHz сценария длительностью 100 сек, включающего дополнительную коммутацию одной из линии, заняло 0,68 сек при использовании решателя с переменным шагом Rosenbrock23. Наилучший результат в OM получен с решателем IDA в режиме “daeMode” и составил 7,88 сек. Анализ показал, что большую часть времени занимает запись переменных. Сохранение результатов с шагом интегрирования сокращает время расчета в OM до 0,71 сек.

Моделирование электромагнитных переходных процессов в ЭЭС требует, как известно, более детального представления сетевых элементов ЭЭС, включающего не алгебраические, но дифференциальные уравнения. Интерфейсными переменными в этом случае являются мгновенные значения трехфазного тока и напряжения. На рис.3 приведены результаты расчета переходного процесса в IEEE тестовой 9-узловой ЭЭС при трехфазном коротком замыкании на землю на линии 7-8, отключаемой через 0,1 сек. Сравнение модели ЭЭС из разработанных МТК-компонентов вы-

полнено с моделью, собранной в среде Simulink с использованием библиотеки Simscape Electrical Specialized Power Systems. В обоих случаях интегрирование выполнялось решателями, реализующими неявный метод Эйлера с постоянным шагом 50 мкс. Графики на рис. 3б указывают на идентичность воспроизведения процессов.

Для сравнения вычислительной эффективности был запущен сценарий длительностью 50 сек. Моделирование сценария на МТК-модели заняло 55 сек. Время исполнения в Simulink зависит от количества логируемых сигналов, при логировании 54 электрических величин (трехфазные токи и напряжения в 9 узлах) симуляция завершается за 45,5 сек.

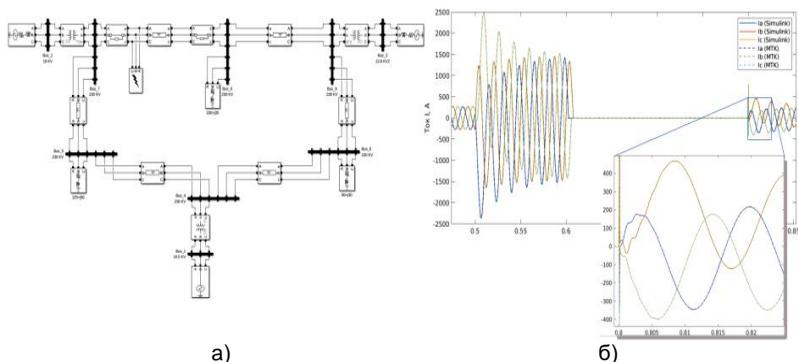


Рис. 3. а – IEEE тестовая 9-узловая ЭЭС в Simulink;
б – сравнение переходного процесса по линии 7-8,
полученного на моделях в Simulink и МТК

Приведенные результаты экспериментов показывают, что МТК – эффективный инструмент для моделирования как электромеханических, так и электромагнитных переходных процессов в ЭЭС. Дальнейшая разработка моделей компонентов ЭЭС, в том числе описываемых стохастическими системами уравнений, а также системами диффузионно-скачкообразного типа, поддерживаемыми МТК, позволит воспроизводить процессы в ЭЭС, содержащих стохастические источники генерации и учесть случайные импульсные и др. воздействия, имеющие место в реальных условиях функционирования энергосистемы.

Статья подготовлена в рамках НИР № 12107270045-1 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития».

Литература

1. Ma Y., Gowda S., Anantharaman R., et al. ModelingToolkit: A composable graph transformation system for equation-based modeling // ArXiv:2103.05244, 2021. – P. 1-11.

2. Хохлов М.В. Возможности и перспективы использования языка программирования Julia в решении задач электроэнергетики // *Материалы Межд. науч.-техн. конф. «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии» (XX Бенардосовские чтения)*. – ИГЭУ, 2019, т.1. – С. 331-334.

3. Rackauckas C., Nie Q. DifferentialEquations.jl - A Performant and Feature-Rich Ecosystem for Solving Differential Equations in Julia // *Journal of Open Research Software*, Vol. 5, Issue1, 2017. – P. 1-10.

4. Хохлов М.В. Построение имитационных моделей электроэнергетических систем с использованием языков акаузального моделирования // *Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2022: Сб. статей Восьмой Всеросс. науч.-практ. конф. (с межд. участ.) (21-23 сентября 2022 г., Сыктывкар): в 2 ч.* – Иркутск: ООО «Максима», 2022, ч. II. – С. 159-169.

5. Baudette M., Castro M., Rabuzin T., Lavenius J., et al. OpenIPSL: Open-Instance Power System Library – Update 1.5 to “iTesla Power Systems Library (iPSL): A Mod- erna library for phasor time-domain simulations” // *SoftwareX*, Vol. 7, 2018. P. 34-36.

УДК 621.311

А.А. МАРТИРОСЯН, к.т.н., доцент,
Л.В. ВЛАСОВА,
К.Д. МАЛЬКОВА,
Е.А. ЯГОДКА, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34
E-mail: lilya.vlasova99@yandex.ru, ekaterina.yagodka@mail.ru

Анализ влияния распределенных управляемых устройств компенсации на устойчивость электроэнергетической системы

Аннотация. В работе приведены результаты исследования влияния УУПК на статическую устойчивость системы и на предел передаваемой мощности, а также анализ выбора места установки устройств продольной компенсации с тиристорным управлением.

Ключевые слова: электроэнергетическая система; устройство продольной емкостной компенсации; распределенная продольная компенсация; пропускная способность линии

А.А. MARTIROSYAN, Candidate of Engineering, docent,
L.V. VLASOVA,
K.D. MALKOVA,
E.A. YAGODKA, student

Ivanovo State Power Engineering University
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya st. 34
E-mail: lilya.vlasova99@yandex.ru, ekaterina.yagodka@mail.ru

Analysis of the influence of distributed controlled compensation devices on the stability of the electric power system

Abstract. This article presents the results of a study of the influence of the thyristor controlled series compensation on the static stability of the system, on the limit of transmitted power, as well as an analysis of the choice of the installation location of longitudinal compensation devices with thyristor control.

Key words: electric power system; controlled series compensation devices; distributed controlled series compensation; power line capacity

В настоящее время большое внимание уделяется повышению пропускной способности линий электропередачи, что объясняется ростом нагрузки, соответствующим возрастанием перетоков активной мощности по линиям. Одним из путей решения этой задачи для протяженных линий является применение устройств продольной емкостной компенсации (УПК). Эти устройства широко применяются в мировой практике [1].

В работе рассматривались линии электропередачи напряжением 500 кВ с проводами марки ЗхАС-500/64. Анализ режимов проводился для линий с одной и двумя установками продольной емкостной компенсации и управляемыми шунтирующими реакторами.

Исследуемая электроэнергетическая система состоит из электростанции, представленной эквивалентным генератором, связанной линией электропередачи, имеющей одно или два УПК с регулируемой емкостью, с потребительской подстанцией, которая связана с мощной энергосистемой, представленной шинами неизменного напряжения и частоты (рис. 1).

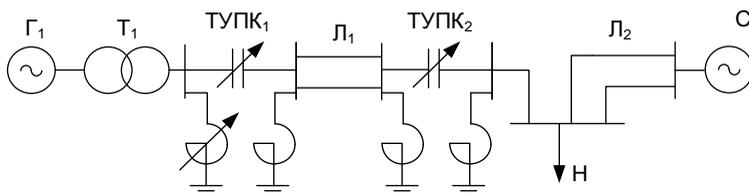


Рис. 1. Исследуемая схема

Одними из наиболее распространенных управляемых устройств продольной компенсации являются тиристорные устройства продольной компенсации (ТУПК) [3]. Эти устройства работают на основе схемы, предусматривающей регулирование тока в реакторе с помощью встречно – параллельно включенных тиристоров. Для получения закона его управления необходимо получить функциональную зависимость между эквивалентным сопротивлением УПК и углом отпираания тиристоров. С учетом параллельно соединенного конденсатора получено:

$$X_{УПК}(\alpha) = \frac{\pi \cdot X_2 \cdot X_C}{\pi \cdot X_2 - 2 \cdot \pi \cdot X_C + 2 \cdot \alpha \cdot X_C - X_C \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}, \quad (1)$$

Из выражения (1) с помощью метода наименьших квадратов, была получена зависимость $\alpha(X_{УПК})$:

$$\alpha(X_{УПК}) = A \cdot (X_{УПК})^{-B}, \quad (2)$$

где A и B - коэффициенты, зависящие от параметров реактора и конденсатора устройства продольной компенсации.

В результате была получена функциональная зависимость между углом отпирания тиристоров и током через УПК $\alpha(I)$:

$$\alpha(I) = A \cdot \left(\frac{10^6}{\omega_0 \cdot (K_1 - K_2 \cdot I \cdot I_E)} \right)^{-B}, \quad (3)$$

где K_2 – коэффициент, величина которого влияет на степень изменения сопротивления УПК в зависимости от тока, протекающего через него.

Полученная функциональная зависимость регулирования позволяет проводить исследования с целью формирования требований к параметрам и характеристикам данного устройства для улучшения устойчивости исследуемой ЭЭС.

Были рассмотрены случаи с установкой управляемых шунтирующих реакторов, необходимых для более точного поддержания напряжений на выводах УПК. Зависимости напряжений на выводах УПК от угла ротора генератора δ представлены на рис. 2, 3.

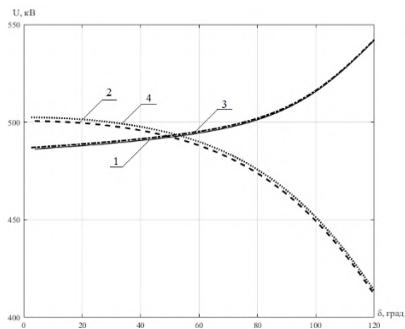


Рис. 2. Зависимость напряжения на выводах УПК с одним устройством от угла δ (при $K_2=6$, $C=-1,3$, $D=200$):
 1 – Напряжение перед ТУПК₂ без УШР;
 2 – Напряжение после ТУПК₂ без УШР;
 3 – Напряжение перед ТУПК₂ с УШР;
 4 – Напряжение после ТУПК₂ с УШР.

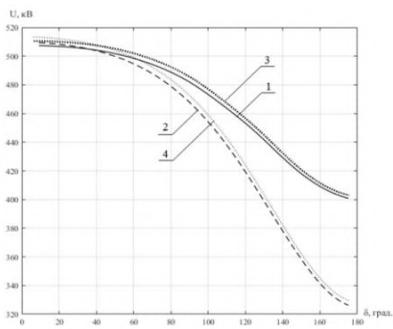


Рис. 3. Зависимость напряжения на выводах УПК с двумя устройствами от угла δ (при $K_2=26$, $C=-1,3$, $D=200$):
 1 – Напряжение перед ТУПК₂ без УШР;
 2 – Напряжение после ТУПК₂ без УШР;
 3 – Напряжение перед ТУПК₂ с УШР;
 4 – Напряжение после ТУПК₂ с УШР.

Результаты расчета показали, что при применении двух УПК достаточно установить по одному реактору с каждой стороны УПК, чтобы напряжения на выводах УПК не превышали допустимое значение. При применении одного УПК происходит превышение допустимого значения напряжения и для регулирования напряжения требуется установить по три реактора слева и справа от УПК.

Вывод. Применение двух УПК положительно влияет на колебательную статическую устойчивость, а также дает увеличение запаса системы по критерию апериодической статической устойчивости. При установке двух управляемых УПК расширяются границы допустимых настроечных коэффициентов АРВ генератора.

Литература

1. Рыжов Ю.П. О возможности сооружения на линиях СВН устройств продольной емкостной компенсации без шунтирующих реакторов на выводах конденсаторных батарей. – Электричество, 2012, № 1.

2. Голов В.П., Калуцков А.В., Кормилицын Д.Н., Суханова О.С. Критерий апериодической статической устойчивости электроэнергетической системы с управляемым устройством продольной компенсации на линии 220 кВ / Вестник ИГЭУ. – 2020. – Вып.6. – С. 14 – 24.

3. Мартиросян А.А., Зотова М.В., Кормилицын Д.Н. Выбор места установки и законов регулирования устройств продольной емкостной компенсации для повышения устойчивости электроэнергетической системы / Вестник ИГЭУ. – 2017. – Вып.4. – С. 30 – 36.

УДК 621.311

В.П. ГОЛОВ, к.т.н.,
Д.Н. КОРМИЛИЦЫН, к.т.н.,
О.С. СУХАНОВА, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина,
153003 г. Иваново, ул.Рабфаковская, 34

E-mail: golov@ispu.ru, dnk@es.ispu.ru, suhanova-olya@mail.ru

Сравнительный анализ влияния управляемой электропередачи высокого и сверхвысокого напряжений на области статической колебательной устойчивости

Аннотация. В работе приведены результаты расчета, построения и сравнения областей колебательной устойчивости для управляемой электропередачи высокого и сверхвысокого напряжений.

Ключевые слова: статическая колебательная устойчивость, линии электропередачи высокого напряжения, линии электропередачи сверхвысокого напряжения, управляемое устройство продольной компенсации.

V.P. GOLOV Candidate of Engineering Sciences,
D.N. KORMILITSYN, Candidate of Engineering Sciences,
O.S. SUKHANOVA, graduate student

Ivanovo State Power Engineering University,
153003 Ivanovo, street Rabfakovskaya, 34
E-mail: golov@ispu.ru, dnk@es.ispu.ru, suhanova-olya@mail.ru

Comparative analysis of the influence of controlled electric power transmission of high and extra-high voltage on the area of oscillatory steady-state stability

Abstract. The article presents the results of calculation, composition and comparison of the area of oscillatory steady-state stability for controlled transmission of high and extra-high voltage.

Key words: oscillatory steady-state stability, high voltage power lines, extra-high voltage power lines, controlled series compensation device

Управляемые устройства продольной компенсации (УУПК) признаны в мировом научном сообществе как один из методов увеличения пропускной способности существующих линии электропередачи (ЛЭП) [1].

Стоит отметить, что генераторы на электрических станциях должны быть оборудованы устройствами автоматического регулирования возбуждения для поддержания напряжения в электрической системе, распределения реактивной мощности, а также для повышения статической и динамической устойчивости электрической системы [2].

Эти устройства оказывают влияние на режимы электроэнергетической системы (ЭЭС), поэтому представляет интерес рассмотрение их совместного влияния на статическую устойчивость и соответствующий выбор настроечных параметров.

Существующие методики исследования статической устойчивости с построением областей устойчивости позволяют анализировать режимы энергосистем с управляемой электропередачей различных классов напряжения[3].

Целью данной работы является сравнительный анализ влияния характеристик АРВ и УУПК на режимы работы электропередачи высокого и сверхвысокого напряжений и статическую колебательную устойчивость.

Исследование выполнено для двух простейших электроэнергетических систем (ЭЭС) высокого и сверхвысокого напряжения, содержащих управляемую линию электропередачи. Структура моделей, исследуемых ЭЭС, идентична и представлена на рис. 1.

Регулирование степени компенсации индуктивного сопротивления линии с управляемым УПК осуществляется путем изменения емкостного сопротивления в зависимости от тока линии (передаваемой по линии мощности) [3]:

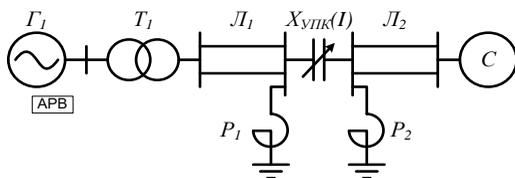


Рис. 1. Принципиальная схема исследуемых электроэнергетических систем

$$X_{УУПК}(I) = \frac{10^6}{\omega_0 \cdot (K_{1УУПК} - K_{2УУПК} \cdot I)} \quad (1)$$

где $X_{УУПК}(I)$ – сопротивление УУПК, Ом; I – ток линии (в месте установки УУПК), кА; $K_{1УУПК}$, $K_{2УУПК}$ – коэффициенты УУПК, мкФ и мкФ/кА соответственно.

Закон регулирования АРВ при анализе статической устойчивости [1]:

$$\Delta u_f = K_{0U}(U_0 - U_f) \quad (2)$$

где Δu_f – значение добавочного напряжения обмотки возбуждения под воздействием АРВ; K_{0U} – коэффициент регулирования по отклонению напряжения генератора; U_0 – уставка АРВ пропорционального действия генератора по напряжению; U_f – напряжение на выводах генератора.

Оценка устойчивости энергосистемы выполняется по характеру протекания переходного процесса при задании «малого» возмущения. Ряд подобных вычислительных экспериментов позволяет построить область статической колебательной устойчивости (рис.2).

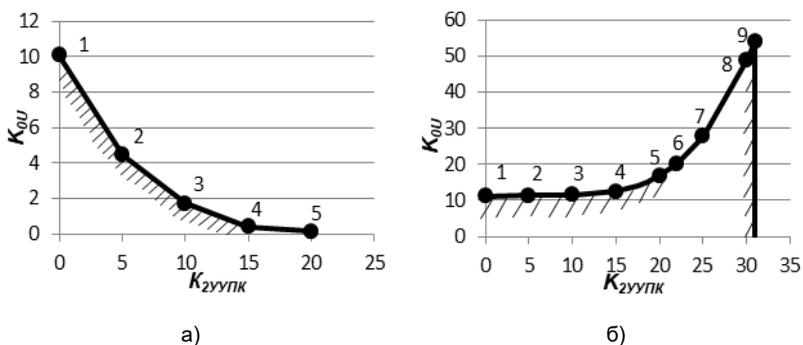


Рис. 2. Область статической колебательной устойчивости: а) – с электропередачей ВН, б) – с электропередачей СВН

Линия электропередачи характеризуется зарядной мощностью, обусловленной протеканием емкостных (зарядных) токов [2]:

$$Q_C = -U^2 b_0 l, \quad (2)$$

где Q_C – зарядная мощность линии электропередачи, МВар; U – напряжение, кВ; b_0 – удельная емкостная проводимость, См/км; l – длина линии, км.

Стоит отметить, что зарядная мощность линии пропорциональна квадрату напряжения, следовательно, зарядная мощность ЛЭП СВН имеет существенно большее значение по сравнению с ЛЭП ВН. Кроме того, на значение зарядной мощности влияет и длина ЛЭП, которая в случае электропередачи СВН превосходит более чем в 6 раз длину ЛЭП ВН. Следовательно, в случае с ЛЭП СВН в системе наблюдается избыток реактивной мощности, вызывающий повышение напряжения на шинах генератора и коэффициент регулирования АРВ необходимо уменьшать для достижения допустимого значения напряжения. В случае с ЛЭП ВН суммарная генерируемая реактивная мощность не компенсирует её потери в продольной части электропередачи, что приводит к понижению напряжения на шинах генератора и, следовательно, к увеличению K_{ou} для достижения допустимого значения напряжения при сохранении колебательной статической устойчивости.

Выводы: для электроэнергетических систем разных классов напряжений области колебательной статической устойчивости имеют различный вид по причинам существенной разницы в величинах реактивных мощностей, генерируемых ЛЭП, а также разницы параметров самих линий электропередачи.

Литература

1. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1985. – 536 с.
2. Правила устройства электроустановок: 7-е издание (ПУЭ)/ Изд-во «Эксмо», 2019, 500 с.
3. Голов В.П., Кормилицын Д.Н., Суханова О.С. Анализ влияния управляемой линии высокого напряжения и автоматического регулирования возбуждения генераторов на колебательную устойчивость электроэнергетической системы // Вестник ИГЭУ.-2022. – Вып. 1. – С.38 – 45.

Казанский государственный энергетический университет
420066 г. Казань, ул. Красносельская, 51
E-mail: dr.akhmetshin@ieee.org

Анализ электрических нагрузок объектов индивидуального жилищного строительства

Аннотация. Проведенные исследования электрических нагрузок индивидуальных жилых домов, расположенных в поселках городской и сельской местности, выявили существенное расхождение между фактическими и запрошенными потребителями мощностями (фактические нагрузки в несколько раз меньше). В результате этого максимальная нагрузка трансформаторных подстанций редко превышает 30% номинальной мощности, вызывая повышенные потери электроэнергии. Если при проектировании многоэтажных жилых домов существует свод правил, позволяющий рассчитать электрическую нагрузку, то для совокупности объектов индивидуального жилищного строительства расчет электрической нагрузки представлен не в полной мере. Представленная работа посвящена анализу фактических электрических нагрузок объектов индивидуального жилищного строительства, в том числе для определения зависимостей от их характеристик.

Ключевые слова: резервная электрическая мощность, график электрической мощности, удельные расчетные электрические нагрузки, объект индивидуально-го жилищного строительства.

A.R. AKHMETSHIN, Candidate of Engineering, Associate Professor

Kazan State Power Engineering University,
51, Krasnoselskaya St., 420066, Kazan
E-mail: dr.akhmetshin@ieee.org

Analysis of electrical loads objects of individual housing construction

Abstract. Conducted studies of the electrical loads of individual residential buildings located in urban and rural areas revealed a significant discrepancy between the actual and requested capacities of consumers (actual loads are several times less). As a result, the maximum load of transformer substations rarely exceeds 30% of the rated power, causing increased power losses. If, when designing multi-storey residential buildings, there is a set of rules that allows you to calculate the electrical load, then for the totality of individual housing construction objects, the calculation of the electrical load is not fully presented. The presented work is devoted to the analysis of the actual electrical loads of individual housing construction objects, including to determine the dependencies on their characteristics.

Key words: standby electric power, electric power schedule, specific calculated electric loads, individual housing construction object.

В Российской Федерации (РФ) стремительно идет строительство объектов индивидуального жилищного строительства (ОИЖС), и по

итогах 2022 г. доля ОИЖС в общем объеме ввода жилья выросла до 56% (2020 г. – 48,4%; 2021г. – 53%).

Для строительства электрических сетей ОИЖС отсутствуют документы, отвечающие современным требованиям, так как основываются на исследованиях, проведенных в прошлом веке. Для ОИЖС, расположенных в городских агломерациях, методика по расчету электрических нагрузок вовсе отсутствует.

Культура энергосбережения, использование энергоэффективных электроприборов [1] наряду с устаревшими нормативными требованиями привели к тому, что сетевая инфраструктура максимально загружена не более, чем на 30%. Что приводит к значительным экономическим потерям как инвестиционным, так и эксплуатационным, в том числе к повышенным потерям электроэнергии в силовых трансформаторах [2].

Устойчивое развитие частного и индустриального ОИЖС возможно только при разработке современных нормативных технических документов (НТД) по расчету электрических нагрузок [3-5].

Выполнению работы по разработке нормативов способствует внедрение интеллектуальных приборов учета электроэнергии [6-8].

Ниже приведены точечные диаграммы максимальных значений получасового графика нагрузок в разрезе максимально загруженных суток для рассматриваемого коттеджного поселка №1, рис. 1.

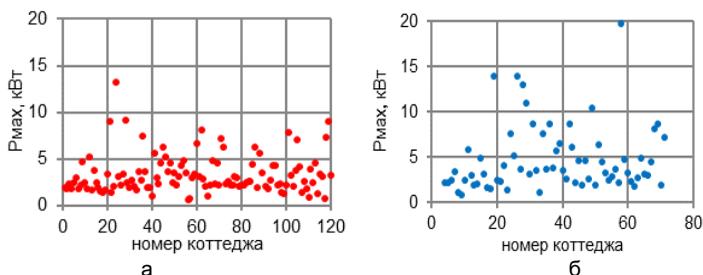


Рис. 1. Максимальная активная мощность коттеджей поселка за летний (а) и зимний (б) периоды

Анализируя рис. 1, можно сделать вывод о том, что в летний и зимний периоды максимальная электрическая нагрузка коттеджного поселка №1 составляет 7,5 кВт (90% случаев), для сравнения, в большинстве случаев потребители заявляют 15 кВт. К примеру, если рассмотреть совокупность ОИЖС, состоящих из 100 домов, то удельное значение электрической нагрузки составит 1,4 кВт/ОИЖС с учетом коэффициента одновременности, учитывающего отношение величины совмещенной максимальной нагрузки к сумме максимумов нагрузок ОИЖС. Для выявления зависимости электрической нагрузки от площади ОИЖС была построена диаграмма для поселков №1 и №2 (рис. 2).

Как видно из рис. 2, существует зависимость электрической нагрузки от площади ОИЖС, чем больше площадь, тем меньше удельное значение нагрузки.

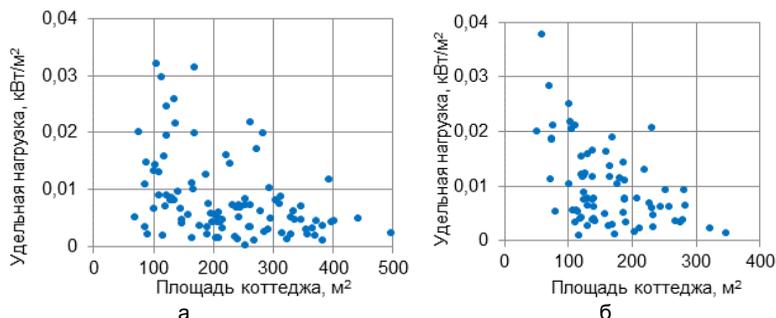


Рис. 2. Диаграмма максимальных активных мощностей ОИЖС за наиболее загруженные сутки: а – поселок №1; б – поселок №2.

Выводы: анализ полученных результатов показал, что необходимо проведение исследований на предмет разработки новых нормативов с учетом коэффициента одновременности, площади и этажности ОИЖС.

Литература

1. Жилкина Ю.В. Концепции интернета вещей как способ мотивации к энергосбережению // Электрические станции. 2020. № 2(1063). С. 23-26. EDN HOOSPG.
2. Грачева, Е. И. Влияние нагрузочной способности силовых трансформаторов на их эксплуатационные характеристики / Е. И. Грачева, О. В. Наумов, Е. А. Федотов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017. Т. 19. № 7-8. С. 71-77.
3. Солюянов, Ю. И. Ахметшин А.Р., Солюянов В.И. Актуализация удельных электрических нагрузок помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 3. С. 47-57. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-3-47-57. EDN LANQDE.
4. Надтока, И.И. Повышение точности расчета электрических нагрузок многоквартирных домов с электроплитами / И.И. Надтока, А.В. Павлов // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2015. – № 2. – С. 45-48.
5. Солюянов Ю. И., Федотов А. И., Галицкий Ю. Я. и др. Актуализация нормативных значений удельной электрической нагрузки многоквартирных домов в Республике Татарстан // Электричество. 2021. № 6. С. 62-71. DOI 10.24160/0013-5380-2021-6-62-71.
6. Надтока, И.И., Проблемы расчета электрических нагрузок коммунально-бытовых потребителей микрорайонов мегаполисов / А.В. Павлов, С.И. Новиков // Известия вузов. Электромеханика. – 2013. – №1. – С. 136-139.
7. Солюянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Чернова Н.В. Результаты статистического анализа электрических нагрузок многоквартирных домов г. Москвы // Электрические станции. 2023. № 2(1099). С. 22-28. EDN WUEGJL.
8. Ахметшин А.Р., Солюянов Ю.И., Федотов А.И., др. Расчет удельных электрических нагрузок жилых зданий на основании фактических замеров // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2022. Т. 25. № 4. С. 313-323. DOI 10.21443/1560-9278-2022-25-4-313-323. EDN AHMDJR.

УДК 621.311

В.И. СОЛУЯНОВ, главный инженер

АО «Татэлектромонтаж», КМУ-2
420132 г. Казань, ул.Адоратского, 50-а
E-mail: vs@tatem.ru

Анализ электрических нагрузок многоквартирных жилых домов Московской области

Аннотация. Статья посвящена анализу электрических нагрузок жилых объектов высотой от 11 до 18 этажей, расположенных в Московской области. Проведенные исследования подтвердили актуальность работы по обновлению нормативных документов, позволяющих рассчитать электрическую нагрузку жилых зданий. Результатом работы станет разработка проекта изменений в СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа», входящий в перечень обязательных к применению.

Ключевые слова: удельная расчетная электрическая нагрузка, график электрической нагрузки, многоквартирный жилой дом, проектирование электрических сетей.

V.I. SOLUYANOV, Chief Engineer

JSC Tatelektromontazh, KMU-2
50-a, Adoratskogo St., 420132, Kazan
E-mail: vs@tatem.ru

Analysis of electrical loads in multi-apartment buildings residential buildings in the Moscow region

Abstract. The article is devoted to the analysis of the coverage of residential buildings with a height of 11 to 18 floors, the validity in the Moscow region. The conducted studies confirmed the relevance of work on updating regulatory documents that allow calculating the electrical load of residential buildings. The result of the work will be the development of a draft amendment to SP 256.1325800.2016 "Electrical installations of residential and residential buildings. Design and Installation Rules" included in the list of application requirements.

Key words: specific design electrical load, electrical load schedule, multi-apartment residential building, design of electrical networks.

Объектом исследования являются удельные электропотребление и электрические нагрузки многоквартирных домов (МКД) Московской области (МО). Цель работы – установление статистически обоснованных значений удельных электропотребления и электрических нагрузок МКД в расчете на одну квартиру. Актуальной задачей является разработка новых нормативных требований в части проектирования жилых зданий одновременно с решением задачи обеспечения качества электроэнергии [1-3]. В процессе работы проводились экспериментальные исследования по электропотреблению МКД МО и их суточным профи-

лям нагрузки с последующей статистической обработкой полученных результатов [4-6].

На рис. 1 приведена диаграмма максимального удельного суточного электропотребления МКД исследуемой выборочной совокупности в зависимости от количества эксплуатируемых квартир, рассчитанная по данным за сентябрь 2022 г. Зеленой сплошной линией на рис. 1 показано среднее выборочное значение удельного суточного электропотребления квартир МКД, а зелеными прерывистыми линиями - среднее значение \pm среднеквадратическое отклонение.

Проведенные расчеты показали, что количество эксплуатируемых квартир у МКД выборочной совокупности колеблется в диапазоне от 58 до 238; максимальное удельное суточное электропотребление квартир МКД выборочной совокупности изменяется в диапазоне от 4,73 до 6,26 кВт·ч/квартира.

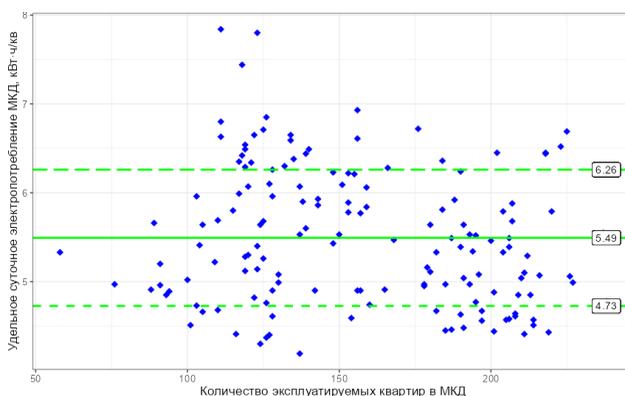


Рис. 1. Максимальное удельное суточное электропотребление квартир МКД

В табл. 1 для сравнения приведены базовые статистические показатели максимальной удельной мощности квартир выборок МКД Московской области за сентябрь – ноябрь 2022.

Таблица 1. Базовые статистические показатели

Месяц	n _в , шт	кВт/квартира						
		n _{ср}	Sd	Me	n _{мин}	n _{макс}	Q _{25%}	Q _{75%}
Сентябрь	152	0,37	0,05	0,36	0,26	0,52	0,33	0,41
Октябрь	152	0,35	0,05	0,35	0,26	0,48	0,31	0,39
Ноябрь	150	0,36	0,05	0,36	0,29	0,48	0,32	0,40

где n_b – размер выборки (число домов); $\bar{p}_{ср}$ – среднее значение; S_d – среднеквадратическое отклонение; Me – медиана; $p_{мин}$ – минимальное значение; $p_{макс}$ – максимальное значение; $Q_{25\%}$ – первый квартиль; $Q_{75\%}$ – третий квартиль.

Полученные результаты объясняются сменой времен года и следующими за ней изменениями в электропотреблении. В сентябре еще не в полной мере работает центральное отопление, и активно используются обогреватели [7]. Наименьшее значение удельной мощности зафиксировано в октябре и ноябре, а наибольшее – в сентябре.

По данным табл. 1 можно оценить границы изменения максимальной удельной мощности квартир МКД за разные месяцы периода наблюдения, которые в несколько раз меньше нормативных, представленных в СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» [5-7].

Статистическая обработка удельной мощности квартир пилотной выборочной совокупности МКД МО группы 11-18 этажей за каждый месяц периода наблюдения позволила сформировать статистически значимые выборки путем исключения из них выбросов и получить их базовую описательную статистику. Полученные результаты расчета удельной мощности квартир МКД МО необходимо уточнить по данным зимних месяцев как наиболее энергозатратных месяцев года.

Литература

1. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Чернова Н.В. Результаты статистического анализа электрических нагрузок многоквартирных домов г. Москвы // Электрические станции. 2023. № 2 (1099). С. 22-28. EDN WUEGJL.
2. Федотов А.И. Ахметшин А.Р. Мероприятия по увеличению пропускной способности линий электропередач в распределительных сетях 10 кВ // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2011. № 5-6. С. 79-85. EDN NVAMET.
3. Зарипова С.Н., Чернова Н.В., Ахметшин А.Р. Глубокая компенсация реактивной мощности в распределительных электрических сетях напряжением 0,4-10кВ // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2014. № 1-2. С. 60-66. EDN SAWUQX.
4. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Исследование электрических нагрузок многоквартирных жилых комплексов в период распространения новой коронавирусной инфекции // Вопросы электротехнологии. 2021. № 2(31). С. 57-67. EDN OOUAON.
5. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Анализ фактических электрических нагрузок помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 6. С. 134-147. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-6-134-147. EDN MBYUSE.
6. Ахметшин А.Р., Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Чернова Н.В., Солуянов В.И. Расчет удельных электрических нагрузок жилых зданий на основании фактических замеров // Вестник МГТУ. 2022. Т. 25, № 4. С. 313-323. DOI: 10.21443/1560-9278-2022-25-4-313-323/

7. Солуянов, Ю. И. Ахметшин А.Р., Солуянов В.И. Актуализация удельных электрических нагрузок помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 3. С. 47-57. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-3-47-57. EDN LANQDE.

УДК 621.311

В.А. ХАЛТУРИН, начальник управления

АО «Татэлектромонтаж», управление проектирования
420132 г. Казань, ул.Адоратского, 50-а
E-mail: k183om@mail.ru

Анализ электрических нагрузок дошкольных образовательных и общеобразовательных учреждений

Аннотация. Исследование Ассоциации «Росэлектромонтаж» направлено на разработку изменений в существующий федеральный свод правил по проектированию жилых и общественных зданий путем статистического анализа получасовых графиков электрических нагрузок. Данная статья посвящена анализу электрических нагрузок дошкольных образовательных и общеобразовательных учреждений. Актуальность данной темы заключается в том, что существует значительное расхождение между фактическими и проектными нагрузками, что приводит к неэффективному использованию инвестиций и увеличенным потерям электроэнергии в силовых трансформаторах.

Ключевые слова: система электроснабжения, удельная электрическая нагрузка, получасовой график электрической нагрузки, дошкольные образовательные учреждения, общеобразовательные учреждения.

V.A. KHALTURIN, Head of Department

JSC Tatelektromontazh, Design Department
50-a, Adoratskogo St., 420132, Kazan
E-mail: k183om@mail.ru

Analysis of electrical loads of kindergartens and schools

Abstract. The study of the Association "Roselectromontazh" is aimed at developing changes to the existing federal set of rules for the design of residential and public buildings by statistical analysis of half-hour graphs of electrical loads. This article is devoted to the analysis of electrical loads in preschool educational and educational institutions. The relevance of this topic lies in the fact that there is a significant discrepancy between the actual and design loads, which leads to inefficient use of investments and increased losses of electricity in power transformers.

Key words: power supply system, specific electrical load, half-hour electrical load schedule, preschool educational institutions, general educational institutions.

На протяжении 6 лет Ассоциация «Росэлектромонтаж» по заданию АО «Сетевая компания» и Министерства строительства, архитектуры и

ЖКХ Республики Татарстан выполняет работу по анализу электрических нагрузок жилых и общественных зданий, в том числе дошкольных образовательных (ДОУ) и общеобразовательных учреждений (СОШ), для последующей разработки изменений в правила проектирования [1-3] одновременно с решением вопроса обеспечения качественной электроэнергией [4, 5].

Замеры электрических нагрузок на эксплуатируемых жилых домах, ДОУ и СОШ показали, что проектные значения выше в 1,5-2 раза по сравнению с фактическими [6, 7].

На рис. 1 приведена диаграмма максимального удельного месячного электропотребления ДОУ и СОШ г. Казани.

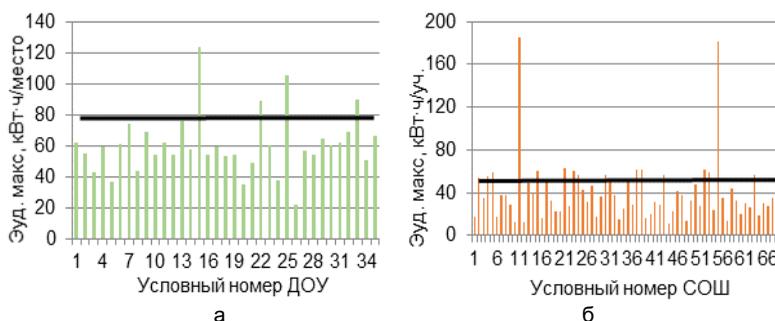


Рис. 1. Диаграмма максимального удельного месячного электропотребления ДОУ (а) и СОШ (б) г. Казани

Из рис. 1 видно, что удельное электропотребление 91% ДОУ не превышает значения 80 кВт·ч/место, а 97% СОШ - 65 кВт·ч/учащегося. Такая же тенденция сохраняется и при анализе максимальной удельной нагрузки, рис. 2 (были проанализированы получасовые графики нагрузки в течение года, и определены максимальные значения для: ДОУ – 23 шт.; СОШ – 10 шт.).

Как видно из рис. 2, полученные удельные нагрузки ДОУ и СОШ превышают удельные нагрузки, приведённые в проектной документации.

На основании вышеизложенного, подтвердив полученные результаты путем статистического анализа, было предложено внесение изменений в республиканские нормативы градостроительного проектирования в части расчета электрических нагрузок ДОУ и СОШ для снижения бюджетных расходов на системы электроснабжения. Важно отметить, что разработку нормативов необходимо выполнить для каждого региона или группы регионов в отдельности, так как существуют отличия, к примеру, по климатическим особенностям. Универсальных норм, пригодных для любого региона страны, ожидать не стоит [1, 6]. Федеральный свод правил поз-

воляет разработку региональных нормативов для определения электрической нагрузки жилых и общественных объектов.

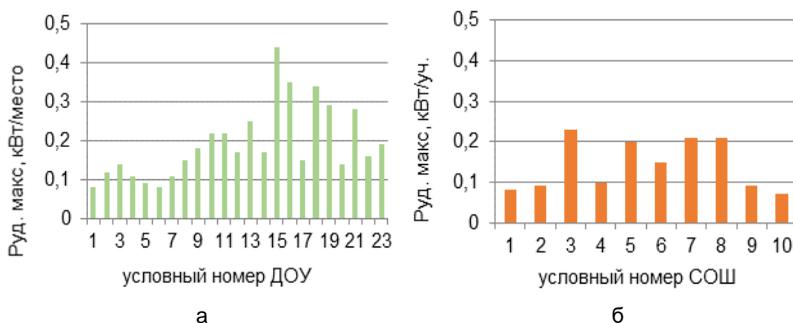


Рис. 2. Максимальные нагрузки ДОУ (а) и СОШ (б) г. Казани

Утвержденные новые нормативы приведут к экономическому эффекту за счет снижения стоимости строительства внешних сетей электроснабжения и снижению потерь электроэнергии за счет правильного выбора трансформаторов, экономически обоснованной их загрузки.

Удельные расчетные электрические нагрузки городских и сельских ДОУ и СОШ сильно различаются, так как имеют разную заполняемость. К примеру, в рассматриваемых учреждениях в городе наблюдается превышение учащих над проектными значениями, а в сельской местности обратная картина.

Применение интеллектуальных счётчиков электроэнергии позволит обеспечить постоянное наблюдение за электрической нагрузкой для своевременной актуализации нормативных значений.

Литература

1. Солюянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Солюянов В.И. Анализ фактических электрических нагрузок помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 6. С. 134-147. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-6-134-147. EDN MBYUSE.
2. Солюянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Солюянов В.И. Исследование электрических нагрузок многоквартирных жилых комплексов в период распространения новой коронавирусной инфекции // Вопросы электротехнологии. 2021. № 2(31). С. 57-67. EDN OOUAON.
3. Солюянов, Ю. И. Ахметшин А.Р., Солюянов В.И. Актуализация удельных электрических нагрузок помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 3. С. 47-57. DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-3-47-57.
4. Федотов А.И. Ахметшин А.Р. Мероприятия по увеличению пропускной способности линий электропередач в распределительных сетях 10 кВ // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2011. № 5-6. С. 79-85.

5. Зарипова С.Н., Чернова Н.В., Ахметшин А.Р. Глубокая компенсация реактивной мощности в распределительных электрических сетях напряжением 0,4-10кВ // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2014. № 1-2. С. 60-66. EDN SAWUQX.

6. Солюянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Чернова Н.В. Результаты статистического анализа электрических нагрузок многоквартирных домов г. Москвы // Электрические станции. 2023. № 2 (1099). С. 22-28. EDN WUEGJL.

7. Ахметшин А.Р., Солюянов Ю.И., Федотов А.И., Чернова Н.В., Солюянов В.И. Расчет удельных электрических нагрузок жилых зданий на основании фактических замеров // Вестник МГТУ. 2022. Т. 25, № 4. С. 313-323. DOI: 10.21443/1560-9278-2022-25-4-313-323/

АВТОРСКИЙ ИНДЕКС

А

АЛЕЙНИКОВ А.В. 12
АЛЕШИН Д.А. 35, 38
АРТЮХОВ И.И. 41
АХМЕТШИН А.Р. 332

Б

БАБИКОВА Н.Л. 167
БАНДЮК А.И. 217
БАРАНОВ А.А. 41
БАРАНОВ Н.Н. 46
БАТАЕВА В.В. 100
БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш. 49
БЕЛОГЛОВСКИЙ А.А. 52, 55, 58
БЕЛОУСОВ С.В. 58
БРАТОЛЮБОВ А.А. 286
БУДНИК Г.А. 170
БУШУЕВ К.А. 220

В

ВЕРЕМЬЁВ В.О. 176
ВЕРЕМЬЁВ О.А. 176
ВЕРЕМЬЁВА Н.В. 176
ВИХАРЕВ А.В. 79, 82, 85
ВИХОРЕВ Н.Н. 35, 38
ВЛАСОВА Л.В. 325
ВОРОБЬЕВ С.В. 75
ВУКОЛОВ В.Ю. 290
ВЫЛГИНА Ю.В. 217, 225, 280,
264

Г

ГАВРИЛОВ Д.Н. 103
ГАЛИМОВА А.В. 55, 58
ГАЛЬЦЕВ Ю.В. 229
ГОЛОВ В.П. 328
ГОЛУБЕВ А.Н. 27
ГОЛУБЕВА Л.В. 220, 223
ГОРБУНОВ А.Г. 127
ГОРОХОВ А.Е. 277
ГРУБОВ Е.О. 229, 232, 235
238
ГРУБОВА Ю.В. 241
ГУСЕВА Ю.В. 91

Д

ДАНИЛУШКИН В.А. 3
ДОЛГИХ И.Ю. 12
ДЬЯЧКОВ А.А. 61, 65
ДЮПОВКИН Н.И. 69, 244

Ж

ЖЕЛЕЗНЯКОВ Р.А. 114
ЖУРАВЛЁВА И.В. 179

З

ЗАХАРОВ М.А. 97, 106, 109
ЗУБОВ Н.В. 223

И

ИВАНОВ И.Е. 293, 310
ИСАЧЕНКО С.И. 61, 65

К

КАЛМЫКОВ А.Н. 297
КАРЯКИН А.М. 247, 251
КИСЕЛЕВ М.Г. 18, 46
КЛИМЕНКО А.В. 147
КЛОЧКОВА Н.В. 254
КОРМИЛИЦЫН Д.Н. 328
КОРНЕВ С.А. 182
КОРОЛЁВА Т.В. 170
КОСТЕРИН А.Ю. 258, 271
КОСТЮК О.С. 164
КОСТЮКОВ С.А. 91
КОТЛОВА Т.Б. 170
КОТОВА К.А. 187
КОЧАРОВ Б.Э. 100
КРАСНОСЕЛЬСКИХ Н.В. 61
КРУПНОВ К.В. 235
КРЮКОВ К.В. 18, 46
КРЮКОВ О.В. 87
КРЮКОВА Т.Б. 191
КУКУКИНА И.Г. 261

Л

ЛАПШИН В.М. 114, 117, 120
ЛИПУЖИН И.А. 49
ЛИСОВА С.Ю. 187
ЛУГОВКИН Д.С. 213

М

МАКАРИЧЕВ Ю.А. 6
МАЛЬКОВА К.Д. 325
МАРТИРОСЯН А.А. 297, 325
МАСТАЛЫГИН А.Е. 247
МАТВИЕВСКИЙ А.А. 261
МЕЛЬНИКОВА О.С. 72, 75
МУРЗИН А.Ю. 310
МУХИН В.И. 232
МЯГКОВ А.Ю. 195

Н			
НОВОСЕЛОВ Е.М.	97, 103, 106	СТЕПАНОВА К.К.	238
	109	СТРАХОВ А.С.	97, 103, 106, 109
О		СТУЛОВ А.В.	15
ОВСЯННИКОВ Ю.М.	150	СУЛЫНЕНКОВ И.Н.	94
ОРЛОВ А.Ю.	264	СУХАНОВА О.С.	328
ОСОКИН В.Л.	123	Т	
П		ТАРАСОВА Т.Н.	55
ПАПКОВ Б.В.	123	ТВЕРСКОЙ М.Ю.	274
ПИТЕРСКИЙ Н.С.	300	ТЕРЕХОВА Н.Р.	277
ПИЧКУРОВ И.Е.	3	ТЕРЁШИН А.Г.	147
ПОДШИВАЛОВ Е.С.	87	ТИМОФЕЕВ Е.М.	52
ПОЛКОШНИКОВ Д.А.	97, 103, 106	ТИТОВ В.А.	313
	109	ТИХОВ М.Е.	12, 79, 82, 85
ПОЛКОШНИКОВА М.А.	241	ТИХОНОВ А.И.	15
ПОЛЯНСКИЙ Е.А.	6	ТРАВИНА А.Д.	247
ПРУН О.Е.,	147	ТРУТНЕВ С.Т.	280
ПЫРИН Д.С.	117	ТЫЧКИН А.Р.	313
ПЫШНЕНКО Е.А.	159, 161, 164	У	
Р		УЛЬЯНОВ Д.А.	35
РАЕВА Т.Д.	268	УМНОВ Я.А.	293
РАСКУМАНДРИНА М.Е.	198	Ф	
РАФИКОВ В.Р.	306, 310	ФЕДОСОВ С.В.	61, 65
РЕВЯКИН Е.С.	202	Х	
РОГОЖНИКОВ Ю.Ю.	153, 156	ХАБАРИН М.Р.	120
РОДЬКИН Н.С.	46	ХАЛТУРИН В.А.	338
РОМАНОВА А.Т.	204	ХОХЛОВ М.В.	317, 321
РОМАНОВА Н.Р.	208	ХРИПУНОВ А.С.	213
РУСИНА А.В.	251	Ч	
РЫЖОВ А.С.	268	ЧЕРНОВ К.В.	131, 134, 137
С		ЧЕРНОВ К.В.	140, 144
САВЕЛЬЕВ И.О.	52	ЧИКАЛЕВА А.М.	75
САВЕНКО А.Е.	21	Ш	
САВЕНКО П.С.	21	ШАДРИКОВА Т.Ю.	306
САВИН О.А.	254	ШАДРУНОВ Ю.В.	65
САЙКИН М.С.	30	ШАЛУХО А.В.	49
САЯХОВ И.Ф.	24	ШАФИГУЛЛИН И.К.	204
СЕМАКОВ М.Ю.	225	ШЕЛЕПИНА И.Г.	283
СКОРОБОГАТОВ А.А.	97, 103, 106	ШИРШИН К.А.	38
	109	ШОРСТКИН Н.С.	18
СЛОВЕСНЫЙ С.А.	79, 82, 85	ШТЕМПЕЛЬ Е.Е.	3
СМЕТАНИН М.В.	286	ШУВАЛОВА Ю.Н.	49
СМИРНОВА Ю.М.	72	ШУНАЕВ С.А.	300
СНИТЬКО И.С.	15	Я	
СОКОЛОВ А.М.	61, 65	ЯБЛОКОВ А.А.	313
СОЛУЯНОВ В.И.	335	ЯГОДКА Е.А.	325
СОРОКИН А.Ф.	79		
СОРОКИН А.Ф.	82, 85		
СТАВРОВСКИЙ Е.С.	258, 271		

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. "ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ"	3
Секция 2. « ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА »	52
Секция 5. " НАДЕЖНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНЦИЙ И ЭНЕРГОСИСТЕМ "	87
Секция 14. " ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЭРГЕТИКЕ: ЧЕЛОВЕК, ТЕХНИКА, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА "	127
Секция 15. " ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА "	167
Секция 16. " СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА "	217
Секция 18. " ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ "	286

МАТЕРИАЛЫ
Международной научно-технической конференции
**«СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ»**
(XXII Бенардосовские чтения)

75-летию теплоэнергетического факультета посвящается

Печатаются в авторской редакции

I том
**Электроэнергетика. Современные инструменты менеджмента.
Гуманитарные проблемы развития общества**

Электронное издание

ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина»
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34