

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»**

(XXIII Бенардосовские чтения),

*посвящается 80-летию  
Российской атомной промышленности*

*29–31 мая 2025 г.*

I том

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

Иваново 2025

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»  
(XXIII Бенардосовские чтения) будет выпущен электронный сборник научных  
трудов, который будет размещен в научной электронной библиотеке  
на eLIBRARY.RU договор № 1042-03/2015K

*посвящается 80-летию Российской атомной промышленности*

ISBN 978-5-00062-671-9  
ISBN 978-5-00062-670-2 (1)

© ФГБОУВО «Ивановский государственный  
энергетический университет  
имени В.И. Ленина», 2025.

## СЕКЦИЯ 1.

### ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.365.5

И.Ю. ДОЛГИХ, к.т.н.

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

#### **Моделирование электротепловых процессов индукционного сквозного нагрева цилиндрических стальных заготовок**

*Аннотация.* Статья посвящена разработке математической модели и исследованию электротепловых процессов индукционного сквозного нагрева цилиндрических стальных заготовок перед их пластическим деформированием.

*Ключевые слова:* индукционный нагрев, моделирование, электротепловые процессы.

I.YU. DOLGIKH, Candidate of Engineering

Ivanovo State Power Engineering University,  
153003, Ivanovo, Rabfakovskay St., 34  
*E-mail: ivan.dolgikh.89@mail.ru*

#### **Modeling of electrothermal processes of induction through heating of cylindrical steel billets**

*Abstract.* The article is devoted to the development of a mathematical model and the study of electrothermal processes of induction through-heating of cylindrical steel billets before their plastic deformation.

*Key words:* induction heating, modeling, electrothermal processes.

В настоящее время индукционный нагрев является прогрессивным электротехнологическим процессом, в основе которого лежит тепловое действие вихревых токов, наводимых в изделия в соответствии с явлением электромагнитной индукции. Широкий спектр преимуществ индукционного нагрева делает актуальным его использование в различных промышленных процессах [1, 2, 3], требующих точного регулирования технологических параметров. Так, например, актуальным направлением использования индукционных установок является сквозной нагрев, ориентированный, в первую очередь, на тепловую обработку металлических заготовок перед их пластическим деформированием. Использование индукционных нагревателей для указанных целей возможно в составе автоматических комплексов, обеспечивающих периодический

или непрерывный нагрев изделий до требуемой температуры. Применение таких комплексов позволяет осуществлять непрерывную загрузку и выгрузку изделий, а также подбирать оптимальные режимы нагрева, обеспечивающие высокую производительность процесса и требуемое распределение температурного поля в объёме заготовки. При этом многообразии форм, размеров и материалов деталей требует в каждом конкретном случае корректного выбора конфигурации индуктора и мощности установки для осуществления быстрого и равномерного нагрева детали при минимальном температурном перепаде. С этой целью рационально использование методов численного моделирования на базе стандартных прикладных программ, позволяющих реализовывать совместное исследование различных физических процессов при учёте их характерных особенностей.

В данной работе рассмотрены вопросы проектирования индукционного нагревателя периодического типа, ориентированного на одновременный нагрев цилиндрической стальной заготовки диаметром 40 мм и длиной 250 мм до температуры порядка 1300...1350 °С. При этом цель расчётов заключалась в выборе конструкции индуктора и режима работы индукционной установки, обеспечивающих равномерный нагрев заготовки до требуемого уровня при допустимом температурном перепаде 150 °С. Поставленная задача решалась посредством совместного численного моделирования электромагнитных и тепловых процессов при использовании двумерной осесимметричной геометрии, в которой витки индуктора и нагреваемая деталь представляются в виде сечений, расположенных справа от оси симметрии. Структурная схема, иллюстрирующая работу электротепловой модели, представлена на рисунке.

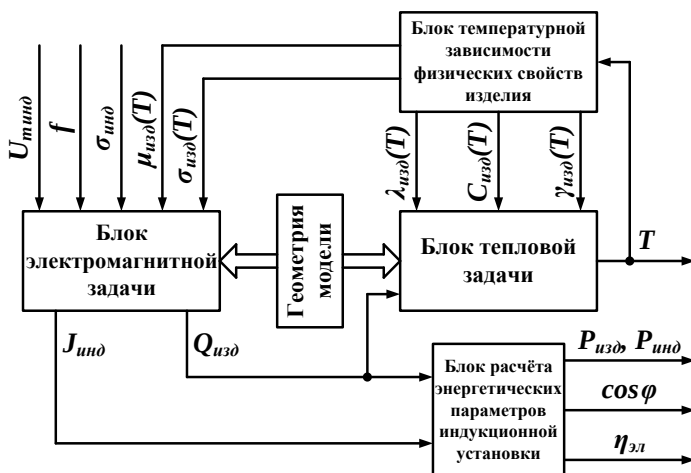


Рис. Структурная схема электротепловой модели индукционной установки

В основе разработанной модели лежит совместное решение уравнения электромагнитного поля, записываемого через азимутальную составляющую векторного магнитного потенциала, и дифференциального уравнения теплопроводности, характеризующего распределение теплового поля в пространстве и во времени. При этом в качестве исходных данных задаются физические свойства материалов индуктора и заготовки (удельная электрическая проводимость, магнитная проницаемость, теплопроводность, плотность, теплоемкость), а также подаваемое на индуктор напряжение и его частота. Посредством решения электромагнитной задачи рассчитывается пространственное распределение векторного магнитного потенциала в области моделирования, необходимое для определения плотности тока и тепловыделения в индукторе и изделии. Это позволяет определять энергетические показатели процесса – потребляемую индуктором и рассеиваемую в заготовке мощность, а также коэффициент мощности и электрический КПД индукционной установки. В то же время распределение объемной плотности тепловыделения в заготовке является входным параметром теплового модуля, корректная работа которого требует учета температурной зависимости физических свойств материалов моделируемых объектов на основе табличных данных справочной литературы. Кроме того, решение электромагнитной задачи в ферромагнитной среде связано с необходимостью учета зависимости магнитной проницаемости от напряженности поля, что может быть осуществлено посредством использования аппроксимирующей кривой, рекомендованной в [4] для широкого спектра сталей. Учет тепловых потерь с поверхности заготовки осуществляется настройкой граничных условий теплового модуля, требующей ввода температуры окружающей среды, коэффициента теплоотдачи конвекцией и степени черноты.

Разработанная модель позволяет проводить исследования, направленные на оптимизацию процесса индукционного сквозного нагрева заготовок заданного вида, посредством выбора конструкции и размеров индуктора, а также мощности индукционной установки. При этом для рассматриваемого технологического процесса критериями оценки результатов являются обеспечение высокой равномерности и малой длительности нагрева. С этой целью возможна проверка режимов работы установки с регулируемой мощностью за счёт изменения подаваемого на индуктор напряжения, что также позволяет разработанная модель.

### 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. Владимиров, С.Н. Аналитические соотношения, аппроксимирующие температурно-полевую зависимость магнитной проницаемости конструктивных сталей / С.Н. Владимиров, С.К. Земан, В.В. Рубан // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 315. № 4. С. 100–104.

УДК 621.317.334

М.С. САЙКИН, к.т.н., доцент,  
П.В. СПЛЕНДЕР, студентка

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
Email: saikinms@mail.ru, asplender03@mail.ru

### **Магнитожидкостные датчики вибродиагностики оборудования электрических станций**

*Аннотация.* Для вибродиагностики оборудования электрических станций предлагается использовать магнитожидкостные датчики. Общим в конструкциях этих датчиков является магнитный подвес, состоящий из трёх кольцевых постоянных магнитов, один из которых является чувствительным элементом. Цель исследований состояла в определении значений магнитной индукции в разных сечениях магнитного подвеса при изменении размеров чувствительного элемента и магнитов магнитного подвеса. Моделирование магнитного поля осуществлялось в программной среде QUICK FIELD. Результаты расчёта могут быть полезны при разработке магнитожидкостных датчиков вибродиагностики.

*Ключевые слова:* магнитожидкостный датчик, постоянный магнит, магнитный подвес, вибродиагностика, магнитная жидкость.

M.S. SAIKIN, PhD, Associate Professor,  
P.V. SPLENDER, student

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St. 34  
Email: saikinms@mail.ru, splender03@mail.ru

### **Magnetoliquid sensors for vibration diagnostics of electric power station equipment**

*Abstract.* It is proposed to use magnetic liquid sensors for vibration diagnostics of power station equipment. The common feature of these sensors is a magnetic suspension consisting of three ring-shaped permanent magnets, one of which is a sensitive element. The purpose of the study was to determine the values of magnetic induction in different sections of the magnetic suspension when changing the sizes of the sensitive element and magnets of the magnetic suspension. The magnetic field

was modeled in the QUICK FIELD software environment. The calculation results can be useful in the development of magnetic liquid sensors for vibration diagnostics.

**Key words:** magnetic liquid sensor, permanent magnet, magnetic suspension, vibration diagnostics, magnetic liquid.

В настоящее время для диагностики вибрационных параметров энергетического оборудования электрических станций используется система технической диагностики (СТД). Она позволяет определить работоспособность узлов энергетического оборудования и обеспечить переход на обслуживание отдельных узлов и проведение их регламентного ремонта.

При эксплуатации оборудования осуществляется контроль и диагностика его состояния, результаты которых обрабатываются с помощью специализированных программных продуктов, что позволяет иметь информацию о текущем состоянии энергетического оборудования.

В состав СТД входит магнитоожидкостный датчик вибродиагностики, обладающий высокой чувствительностью и малым временем переходного процесса. Это достигается конструкцией датчика, основным элементом которого является магнитный подвес, состоящий из чувствительного элемента 1 и расположенных по отношению к нему одноименными полюсами двух постоянных магнитов 2 и 3 (рис. 1).

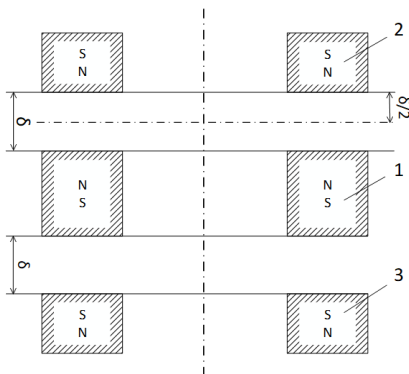


Рис. 1. Магнитный подвес магнитоожидкостного датчика вибродиагностики:  
1 – чувствительный элемент; 2,3 – постоянные магниты магнитного подвеса

Постоянные магниты изготовлены из «закрытых» материалов и имеют форму колец.

Конструктивно чувствительный элемент и постоянные магниты могут быть расположены как внутри, так и снаружи немагнитопроводного корпуса [1,2]. Для снижения силы трения чувствительного элемента о корпус в зазор между ними заправлена магнитная жидкость (МЖ), которая удерживается в нем пондеромоторной силой. С одной из сторон корпуса расположена обмотка,

в которой наводится ЭДС, пропорциональная скорости вибраций.

В зависимости от измеряемого диапазона вибраций, которая может быть высокочастотной или низкочастотной, МЖДВ имеют возможность настройки на требуемый диапазон частот [3].

Магнитожидкостные датчики вибродиагностики должны соответствовать следующим условиям эксплуатации:

- диапазон рабочих температур: от  $-15$  до  $+50$  °С;
- относительная влажность воздуха при температуре воздуха  $25$  °С: не более 85%;
- атмосферное давление: от 100 до 800 мм рт. ст.

Для оценки эксплуатационных параметров МЖДВ был проведен расчет магнитопровода датчика. С этой целью использовалась интегрированная среда QUICK FIELD, в которой была создана расчетная модель с учетом граничных условий Дирихле-Неймана.

В ходе численных исследований определялось значение магнитной индукции в разных сечениях магнитного подвеса. Изменялись размеры кольцевых магнитов, диапазон наружных диаметров которых составлял от 9 до 17 мм, внутренний диаметр – от 5 до 10 мм, а высота магнитов – от 2,5 до 5 мм.

На рис. 2 представлен график распределения средней индукции в зависимости от расстояния  $L$  между чувствительным элементом и одним из магнитов магнитного подвеса, имеющих размеры  $K14 \times 8 \times 5$ .

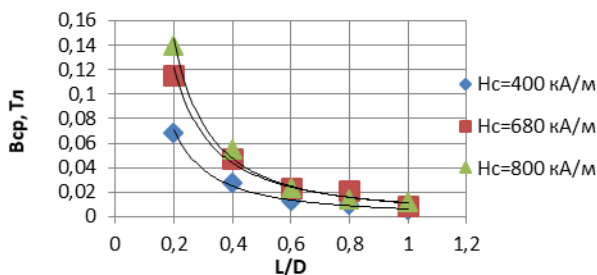


Рис. 2. Зависимость средней индукции от расстояния между чувствительным элементом и одним из магнитов магнитного подвеса

В результате проведенных исследований получены зависимости изменения магнитной индукции от расстояния между чувствительным элементом и магнитом магнитного подвеса. Данные результаты получены для всех типоразмеров магнитов и на расстояниях между магнитами от  $0,2D$  до  $D$ , где  $D$  – наружный диаметр постоянных магнитов магнитного подвеса.

### Литература

1. Сайкин М.С., Федосеева В.П. Разработка магнитожидкостных датчиков диагностики динамического состояния технических объектов / «Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение», N3 (63), 2020. С.83-97.
2. Сайкин М.С., Федосеева В.П. Разработка и исследование магнитожид-

костных вибродатчиков с магнитным подвесом на кольцевых постоянных магнитах / Вестник Рыбинского государственного авиационно-технического университета имени П.А.Соловьёва. Изд-во (РГАТУ имени П.А.Соловьёва), №3 (58), 2021, С. 65–71.

3. Сплендер П.В., Сайкин М.С. Конструктивные пути совершенствования магнитожидкостных датчиков вибраций. Сборник научных трудов 21-ой Всероссийской с международным участием Плёсской научной конференции по нанодисперсным магнитным жидкостям, Россия, Иваново, 2024 г. С.191–198 (сентябрь 2024 г.).

УДК 531.3: 621. 3

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

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

### **Анализ путей совершенствования судовых электротехнических комплексов**

*Аннотация.* Рассмотрены основные проблемы, возникающие в электротехнических комплексах морских судов. Проведенные исследования позволяют улучшить эксплуатационные характеристики при параллельной работе генераторных установок за счет снижения уровня обменных колебаний мощности. Также установлены особенности настройки преобразователей частоты в групповом электроприводе большой мощности.

*Ключевые слова:* обменные колебания мощности, параллельная работа, электротехнический комплекс, генераторный агрегат, преобразователь частоты.

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

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

### **Analysis of ways to improve ship electrical power systems**

*Abstract.* The main problems arising in electrical power systems of sea vessels are considered. The conducted research allows to improve operational characteristics during parallel operation of generator units due to the reduction of the level of exchange power oscillations. The features of frequency converters adjustment in a high-power group electric drive are also established.

*Key words:* exchange power oscillations, parallel operation, electrical power systems, generating set, frequency converter.

Суда морского флота продолжают оставаться важнейшей составляющей в развитии экономики Российской Федерации. Успешность

решения широкого спектра технологических задач в значительной степени зависит от эксплуатационных характеристик электротехнических комплексов морских судов. Необходимо обеспечить выполнение возрастающих требований по производству, распределению и потреблению электрической энергии на борту современных судов с учетом перспективных ситуаций.

Для выработки электрической энергии на большинстве морских судов традиционно используется параллельная работа синхронных генераторов, единичная мощность и уровень вырабатываемого напряжения которых зависит от конкретного электротехнического комплекса. Здесь основной проблемой является существование обменных колебаний мощности (ОКМ), возникающих из-за нелинейностей типа «люфт» в контурах регулирования скорости приводных двигателей генераторных агрегатов (рис 1). Одним из эффективных разработанных методов снижения амплитуд ОКМ является изменение настроек регуляторов частоты дополнительным блоком в системе управления [1].

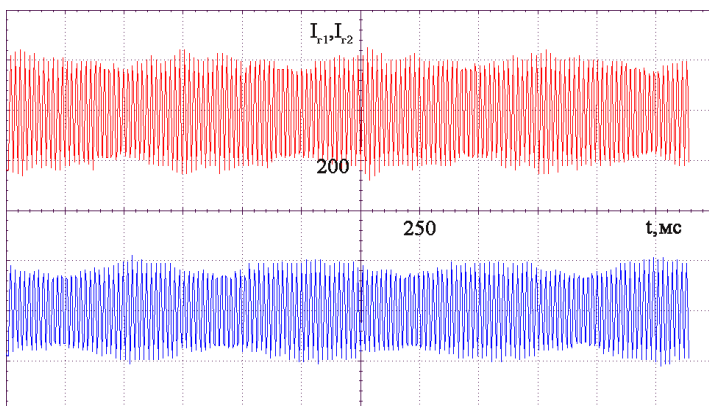


Рис. 1. Обменные колебания мощности

Потребление электрической энергии на морских судах, в первую очередь, связано с работой электроприводов различных устройств и механизмов, обеспечивающих движение судна, подъем и спуск грузов, перекачку жидкостей и газов и т.д. Практически во всех таких электроприводах для улучшения их эксплуатационных характеристик и характеристик всего электротехнического комплекса необходимо регулирование частоты вращения приводных и исполнительных двигателей. Реализовать такое управление эффективнее всего с помощью инверторных преобразователей частоты со звеном постоянного тока, которые обеспечивают хорошую плавность, точность и надежность. Кроме того, контроллеры таких устройств способны обеспечить реализацию специ-

альных функций, защит и сигнализаций. Особое внимание необходимо уделить групповым электроприводам с частотным управлением, где необходимо обеспечить синхронную работу нескольких, иногда более пяти, устройств на одну нагрузку. В таких системах необходимо тщательно выбирать закон обработки информации о параметрах работы для определения скорости вращения двигателей и согласовывать его с установленными техническими средствами. Невыполнение таких условий привело в невозможности работы судового грузового крана, рассчитанного на подъем грузов до 250 тонн [2]. В групповом электроприводе этого крана, состоящем из шести асинхронных моторов с частотным управлением, во время работы на максимальных скоростях, возникла неопределенность в определении оборотов.

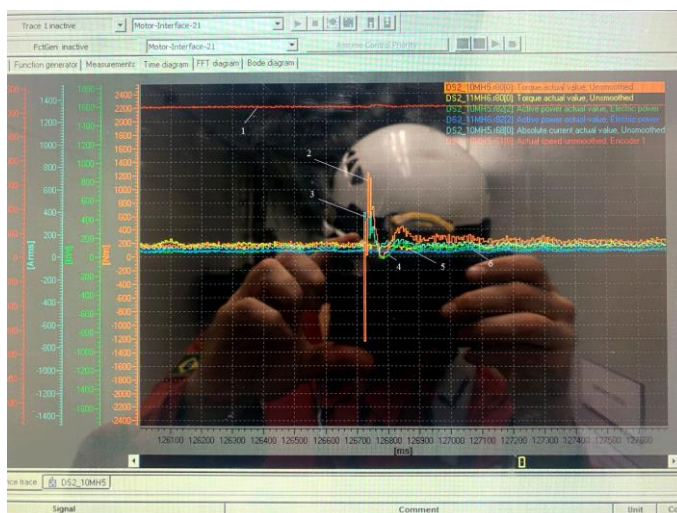


Рис. 2. Графики: 1 – частота вращения асинхронного двигателя №5, 2 – момент асинхронного двигателя №5, 3 – ток главной лебедки, 4 – активная мощность асинхронного двигателя №5, 5 – момент асинхронного двигателя № 4, 6 – активная мощность асинхронного двигателя №4

В результате, без участия оператора один из шести асинхронных двигателей автоматически отключался, возникала сильная перегрузка оставшихся в работе моторов и система прекращала работу.

Азимутальные винторулевые колонки Azipod, обеспечивающие движение и маневрирование судна, имеют в своем составе двигатели переменного тока, мощность которых может достигать 30 МВт. Управление электроприводами таких установок в составе единого судового электротехнического комплекса также реализуется частотными преоб-

разователями со звеном постоянного тока. И здесь стоит обратить внимание на возможность применения многофазных электрических двигателей, что позволило бы значительно улучшить эксплуатационные характеристики всего судового электротехнического комплекса, а также уменьшить шум и вибрацию.

Таким образом, необходимо обеспечить внедрение системы, устраняющую ОКМ, и корректно настроить элементы в электроприводах с частотным управлением, особенно групповым.

### 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. Особенности работы кранового группового электропривода с частотным управлением на морском судне / А.Е. Савенко, П.С. Савенко // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2024. № 2. С. 59–69. DOI 10.17588/2072-2672.2024.2.059-069.

УДК 621.314

М.Г. ЛЕПАНОВ, ст. преподаватель,  
М.Г. КИСЕЛЕВ, доцент, к.т.н., зав. кафедрой,  
В.А. АГЕЕВ, магистрант

Национальный исследовательский университет «МЭИ»,  
111250, г. Москва, Красноказарменная ул., 14  
E-mail: lepanovmg@mpei.ru, kiselevmg@mpei.ru, ageevva@mpei.ru

### **Сравнительный анализ схем транзисторных преобразователей для сетевого регулятора на базе индуктивного накопителя энергии**

*Аннотация.* Рассматривается реализация трехфазного регулятора мощности на основе индуктивного накопителя посредством преобразователей тока и напряжения, приведены результаты моделирования и их анализ.

*Ключевые слова:* преобразователь напряжения, преобразователь тока, сетевой регулятор, индуктивный накопитель энергии.

M.G. LEPANOV, senior lecturer,  
M.G. KISELEV, associate professor, PhD, head of department,  
V.A. AGEEV, student

National Research University «Moscow Power Engineering Institute»,  
111250, Moscow, Krasnokazarmennaya street 14  
E-mail: lepanovmg@mpei.ru, kiselevmg@mpei.ru, ageevva@mpei.ru

## Comparative analysis of transistor converters for grid regulator based on magnetic energy storage

**Abstract.** Three-phase power regulator based on magnetic energy storage is considered. Voltage-source and current-source converters for grid-connected regulator are presented. Simulation results for these cases and its analysis are given.

**Key words:** voltage-source converter, current-source converter, grid-connected regulator, magnetic energy storage.

В связи с увеличением использования возобновляемых источников энергии и развитием систем распределенной генерации возникает необходимость применения накопителей электрической энергии. Одним из перспективных типов таких устройств является индуктивный накопитель с обмоткой из сверхпроводникового материала [1].

Связь накопителя с сетью обеспечивается посредством силового электронного регулятора мощности, выполняющего функции потребления и выдачи энергии индуктивного накопителя. Помимо управления активной мощностью регулятора возможно реализовать дополнительные функции, такие как компенсация реактивной мощности и улучшение качества электрической энергии. Рассматриваются две базовые схемы сетевого регулятора на основе индуктивного накопителя (рис. 1): схема на базе преобразователя (инвертора) напряжения и преобразователя постоянного тока, схема с использованием трехфазного преобразователя (инвертора) тока.

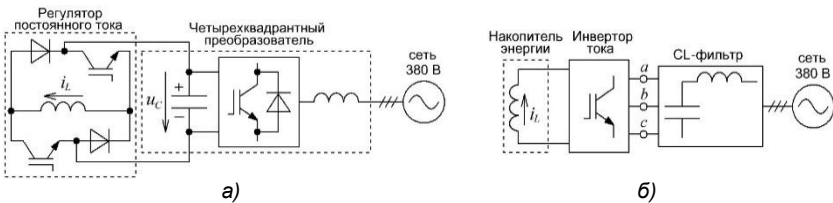


Рис. 1. Структурные схемы регулятора мощности на базе индуктивного накопителя: а – на основе преобразователя напряжения и регулятора постоянного тока; б – на основе преобразователя тока с выходным CL-фильтром

Инвертор напряжения, подключаемый к сети через дроссель, представляет собой четырехквадрантный преобразователь, который позволяет формировать ток с требуемой фазой относительно напряжения сети. Такая структура является наиболее часто используемой, например, в устройствах компенсации реактивной мощности [2]. В режимах потребления или генерирования активной мощности конденсатор на стороне постоянного тока преобразователя является промежуточным звеном передачи энергии, связь которого с накопителем осуществляет посредством импульсного регулятора постоянного тока (рис. 1,а).

При открытых транзисторах за счет положительного напряжения возрастает ток накопителя, а на интервалах проводимости диодов к накопителю прикладывается отрицательное напряжение конденсатора, который заряжается током катушки. Посредством широтно-импульсного регулирования относительного времени проводящего состояния транзисторов обеспечиваются режимы накопления или вывода энергии, при этом напряжение на конденсаторе сохраняется практически постоянным за счет генерирования или потребления из сети активной мощности. В случае выполнения сетевого регулятора на базе преобразователя тока инвертор реализуется на транзисторах с односторонней проводимостью, а индуктивный накопитель является источником входного тока преобразователя, выходной CL-фильтр обеспечивает близкую к синусоидальной форму тока регулятора (рис. 1, б).

С целью анализа работы и сравнения характеристик рассматриваемых структур сетевого регулятора были созданы модели устройства в программе SimInTech, результаты моделирования регулятора на основе преобразователя напряжения показаны на рис. 2. На интервале времени от 0 до 0,3 с регулятор работает в режиме генерирования активной мощности, формируя ток с амплитудой 50 А, после чего происходит переход в режим потребления мощности. Напряжение на конденсаторе поддерживается на уровне 800 В, ток накопителя изменяется в диапазоне от 100 А до 55 А.

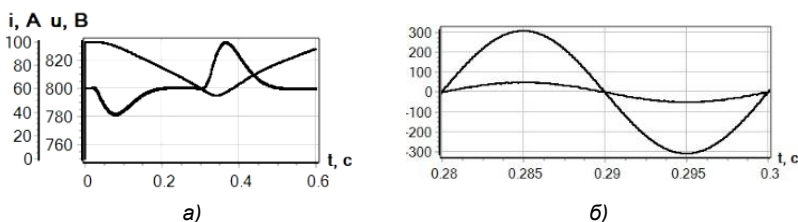


Рис. 2. Результаты моделирования регулятора на базе инвертора напряжения:  
 а – диаграммы напряжения на конденсаторе и тока накопителя;  
 б – диаграммы тока и напряжения сети для фазы А (один период)

На рис. 3 приведены результаты моделирования регулятора на основе преобразователя тока для аналогичных режимов работы. В этом случае сразу после включения на выходе регулятора создается ток близкий к требуемому, за счет обратной связи компенсируются отклонения амплитуды и фазы тока, связанные с наличием CL-фильтра.

На рис. 4 представлено сравнение диаграмм напряжения на накопителе для двух анализируемых структур регуляторов при частоте модуляции 2 кГц. В схеме с инвертором напряжения к накопителю всегда прикладывается импульсное напряжение с амплитудой 800 В, в схеме с инвертором тока амплитуды импульсов определяются напряжением на

конденсаторах CL-фильтра, а их полярность зависит от режима работы. Меньшее значение переменной составляющей напряжения позволяет улучшить характеристики накопителя.

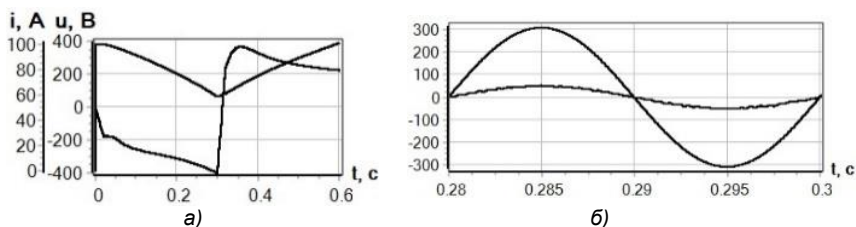


Рис. 3. Результаты моделирования регулятора на основе преобразователя тока:  
 а – диаграммы постоянной составляющей напряжения и тока накопителя;  
 б – диаграммы тока и напряжения сети для фазы А (один период)

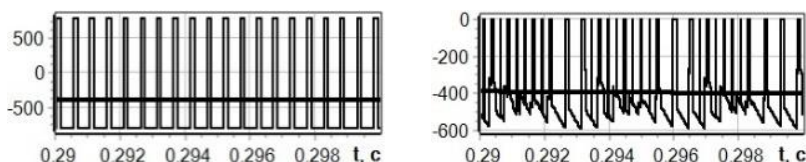


Рис. 4. Диаграммы напряжения на накопителе (половина периода):  
 слева – в схеме с инвертором напряжения; справа – в схеме с инвертором тока

Таким образом, к преимуществам схемы регулятора на базе преобразователя тока можно отнести меньшее значение переменной составляющей напряжения на индуктивном накопителе, большее быстродействие, а также увеличение диапазона регулирования в режиме компенсации реактивной мощности.

## Литература

1. M.H. Ali, B. Wu, R.A. Dougal. An Overview of SMES Applications in Power and Energy Systems // IEEE Transactions on sustainable energy. Vol. 1. No. 1. 2010.
2. Rozanov Yu.K., Ryvkin S.E., Chaplygin E.E., Voronin P.A. Power electronics basics: operating principles, design, formulas, and applications // CRC press, 2015.

УДК 621.313.8

Ю.В. ЗУБКОВ, д.т.н.  
Н.А. ТАРУТИН, аспирант

Самарский государственный технический университет,  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
E-mail: zub577@mail.ru, nikitarutin@mail.ru

### **Перспективы применения синхронных генераторов с постоянными магнитами на электростанциях собственных нужд газокomppressorных станций**

*Аннотация.* В работе рассмотрены перспективы применения синхронных генераторов с постоянными магнитами на электростанциях собственных нужд газокomppressorных станций. Проанализированы основные преимущества и недостатки различных типов генераторов, рассмотрены возможности повышения их эффективности.

*Ключевые слова:* синхронный генератор, постоянные магниты, электростанция собственных нужд, газокomppressorная станция

Yu.V. ZUBKOV, Doctor of Engineering,  
N.A. TARUTIN, postgraduate

Samara State Technical University,  
443100, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244  
E-mail: zub577@mail.ru, nikitarutin@mail.ru

### **Prospects for the use of synchronous generators with permanent magnets at power plants for the auxiliary needs of gas compressor stations**

*Abstract.* The paper presents the prospects for using synchronous generators with permanent magnets at auxiliary power plants of gas compressor stations. The main advantages and disadvantages of generators various types are analyzed, and the possibilities of increasing their efficiency are considered.

*Key words:* synchronous generator, permanent magnets, auxiliary power plant, gas compressor station

Генераторы на электростанциях собственных нужд (ЭСН) газоперекачивающих агрегатов (ГПА) играют ключевую роль в обеспечении бесперебойного электроснабжения критически важного оборудования на газокomppressorных станциях (ГКС). ГПА являются основными элементами системы транспортировки природного газа, и стабильная работа ГКС напрямую зависит от надежности их электроснабжения. Генераторы собственных нужд должны обеспечивать непрерывное питание вспомогательных систем и устройств, в число которых могут входить насосы, системы управления, вентиляционные установки. Транспортировка природного газа составляет значительную часть его себестоимо-

сти, достигая 50% и более, что делает актуальной задачу снижения этих затрат с использованием инновационных технологий.

Особенности эксплуатации генераторов на ГКС требуют тщательно-го внимания к их характеристикам с учетом влияния таких факторов, как высокая нагрузка, вариация потребления электроэнергии и воздействие внешних условий.

Выбор генератора для ЭСН – ключевой аспект, от которого зависит стабильная работа, экономичность и надежность работы всей системы энергоснабжения. В качестве основных типов генераторов рассматриваются асинхронный (АГ), синхронные с электромагнитным возбуждением, с постоянными магнитами, с комбинированным возбуждением.

Основное преимущество АГ, по сравнению с другими типами генераторов, это простота конструкции. АГ не нуждается в сложных системах возбуждения, что делает его экономически выгодным как в производстве, так и при эксплуатации. Также к достоинствам можно отнести надежность данного типа генератора из-за отсутствия вращающихся обмоток и электронных деталей, которые чувствительны к внешним воздействиям и могут быть подвержены повреждениям. Еще одним преимуществом является низкий коэффициент гармоник. Например, у синхронных генераторов величина данного коэффициента может составлять до 15%, в то время как у АГ – не превышает 2%. Однако, не смотря на простоту конструкции и низкие эксплуатационные затраты, применение АГ на ЭСН ГПА ограничено в силу его зависимости от внешнего источника реактивной мощности. Кроме того, он менее устойчив к изменениям нагрузки в широком диапазоне, что может привести к нестабильности напряжения и частоты.

Перспективным вариантом СГ является СГ с комбинированным возбуждением (СГКВ). В таком генераторе постоянные магниты используются для обеспечения высокой энергоэффективности, а обмотка возбуждения – для управления напряжением и мощностью. Комбинирование двух систем возбуждения улучшает динамические характеристики машины. ПМ обеспечивают основную часть магнитного потока, что уменьшает ток возбуждения. Электромагнитное возбуждение используется для регулирования потока. Электрические потери снижаются за счет уменьшения тока возбуждения, потери в сердечнике - из-за минимизации намагничивающего тока путем эффективного управления магнитным потоком. Однако, несмотря на улучшенные характеристики по сравнению с СГПМ и СГ с электромагнитным возбуждением (СГЭВ), СГКВ существенно сложнее в обслуживании из-за использования большого числа компонентов. Электронная часть генератора с данным типом возбуждения требует регулярной калибровки и тестирования, а это увеличивает эксплуатационные затраты.

В этих условиях СГПМ становятся оптимальным решением благодаря сочетанию высокой энергоэффективности, надежности и минимальных эксплуатационных затрат.

В таблице приведены основные характеристики рассмотренных типов генераторов. Анализ этих данных показывает, что, несмотря на некоторые ограничения, СГПМ лучше всего соответствуют требованиям, предъявляемым к ГСН, благодаря их энергоэффективности, надежности и простоте обслуживания.

**Таблица. Сравнительный анализ генераторов для ЭСН ГПА**

| Тип генератора | КПД    | Надежность    | Регулируемость напряжения        | Обслуживание                          |
|----------------|--------|---------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| АГ             | 85%    | Высокая       | Низкая                           | Минимальное, простое                  |
| СГЭВ           | 90–93% | Средняя       | Высокая                          | Сложное, требует контроля возбуждения |
| СГПМ           | 95–97% | Очень высокая | Средняя (зависит от электроники) | Минимальное, редкое                   |
| СГКВ           | 95–97% | Высокая       | Очень высокая                    | Сложное, интенсивное                  |

Высокий КПД СГПМ обеспечивается за счет сокращения потерь. Основными потерями СГПМ являются: электрические потери в силовой обмотке, потери в сердечнике якоря, потери в ПМ и механические потери. Главный источник тепла - электрические потери, возникающие из-за сопротивления проводников обмоток. В зависимости от мощности, конструкции и условий работы они могут составлять от 2 до 5 % от номинальной мощности машины. Потери в стали учитываются с помощью формулы Бертоцци

$$P_c = (k_c * f^2 * B^2 + k_h * B^2) + k_e (fB)^{1.5},$$

где  $B$  – амплитуда индукции магнитного поля;  $f$  – частота поля;  $k_h$ ,  $k_c$ ,  $k_e$  – коэффициенты, зависящие от материала, толщины листа, электропроводности и других факторов.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о высоких эксплуатационных характеристиках и хороших перспективах использования синхронных генераторов с постоянными магнитами на электростанциях собственных нужд газокompрессорных станций. Их внедрение позволит существенно снизить эксплуатационные затраты и повысить надёжность работы всей энергетической системы газоперекачивающей установки.

### Литература

1. Артюхов И.И., Бочкарев Д.А. Автономная система электроснабжения на основе генератора с изменяемой частотой вращения вала // Научное обозрение. 2014. № 3. С. 178–183.
2. Татевосян А.А. Исследование влияния конструктивных параметров тихоходных синхронных генераторов с постоянными магнитами в составе электротехнических комплексов на их энергетические характеристики // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2019. №2.

УДК 621.313.333

А.Н. ГОЛУБЕВ, профессор, 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 многоканальным принципом управления**

*Аннотация.* Перспективным вариантом оптимизации технико-экономических характеристик синхронного электропривода является его реализация на основе исполнительного двигателя с увеличенным числом фаз. Однако особенности  $m$ -фазного ( $m > 3$ ) синхронного двигателя, связанные с переносом электромагнитной энергии целым спектром пространственных гармонических поля, ставит задачу разработки системы автоматического управления, учитывающей эту специфику.

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

A.N. GOLUBEV, Professor, Doctor of Technical Sciences

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

## **Synchronous electric drive with multi -channel control principle**

*Abstract.* A promising option for optimizing the technical and economic characteristics of a synchronous electric drive is its implementation based on an executive motor with an increased number of phases. However, the features of an  $m$ -phase ( $m > 3$ ) synchronous motor associated with the transfer of electromagnetic energy by a whole range of spatial harmonic fields pose the task of developing an automatic control system that takes this specificity into account.

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

Разработка синхронного электропривода (ЭП) с высокими требованиями к его статическим и динамическим характеристикам, диапазону регулирования скорости и повышенным энергетическим показателям сталкивается со сложностью исполнительного двигателя как объекта управления. Это приводит к конструктивно-технической сложности как преобразователя частоты, так и всей электромеханической системы (ЭМС). При использовании низковольтных источников энергии, имеющих широкое распространение в автономных установках специального назначения, значимость этой проблемы возрастает.

При разработке ЭП традиционно используется концепция конструктивной неизменности исполнительного двигателя. Очевидно, что повышение требований к качеству регулировочных характеристик ЭМС

обуславливает усложнение как силового преобразователя, так и системы управления. В этой связи при подходе к ЭП как единому функциональному целому рационально использовать концепцию конструктивной вариативности всех его компонентов, в том числе и исполнительного двигателя. Такая стратегия позволяет использовать более простые технические решения на основе перераспределения функциональных свойств ЭМС между ее элементами, что позволяет снизить трудности при их практической реализации. Важнейшим параметром, оказывающим существенное влияние на характеристики ЭП и позволяющим оптимизировать целый спектр его технико-экономических показателей [1, 2], является количество фаз  $m$  статорной обмотки исполнительного двигателя.

Специфика  $m$ -фазного ( $m > 3$ ) синхронного двигателя (СД) как ОУ, определяемая, в первую очередь, увеличением числа фазных электромагнитных переменных и характерными особенностями, по сравнению с традиционными 3-фазными машинами, связанными с переносом электромагнитной энергии по отдельным пространственным гармоническим, определяет требование адекватного подхода к разработке системы автоматического управления (САУ), то есть использованию принципов управления и структурного построения ЭМС, способствующих наиболее полной реализации преимуществ  $m$ -фазной машины в плане общего улучшения технико-экономических показателей синхронного ЭП [2].

Улучшение энергетических характеристик синхронного ЭП в рассматриваемом плане может быть обеспечено на основе целенаправленного формирования электромагнитного состояния  $m$ -фазного СД по всем  $B = m[(N-1)/2 + 0,5] / N$  энергетическим каналам [1].

Обобщенная функциональная схема многоканальной САУ, обеспечивающей решение этой задачи, приведена на рис. 1 [2]. Ее особенность состоит в отсутствии в ней замкнутых контуров регулирования фазных токов  $m$ -фазного СД, что обусловлено осуществлением регулирования составляющих приведенных векторов тока статора.

В координатном преобразователе (ПК1) в этом случае для всех высших пространственных гармонических ( $\nu > B$ ) задается  $\bar{U}_S(\nu) = 0$ . Это обеспечивает однозначность восстановления фазных напряжений при обратном преобразовании векторов напряжения  $\bar{U}_S(\nu)$ . Указанное приводит к отсутствию для данных пространственных гармонических  $\nu$  в фазных напряжениях и токах временных гармоник  $\mu$ , которые для  $Q \neq 0$  определяются соотношением

$$\mu = \nu + 2mQ.$$

Следовательно, форму кривых фазных токов будут определять низкочастотные гармоники  $\mu$ , основная часть энергии которых идет на



УДК 621.313.333

В. Г. БЕЛОНОГОВ, начальник военного учебного центра ИГЭУ

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34

Email: BelonogovVladimir@yandex.ru

### **Реализация полевой модели синхронного электропривода в интерактивной среде посредством программы управления**

*Аннотация.* В работе приведена полевая модель синхронного электропривода (ЭП) необходимой для проведения исследования системы автоматического управления (САУ) ЭП с улучшенными виброшумовыми характеристиками.

*Ключевые слова:* синхронный электропривод, многофазный двигатель, виброшумовые характеристики.

V.G. BELONOGOV, Head of the military training center

Ivanovo State Power Engineering University,

153003, Ivanovo, Rabfakovskaya st. 34

E-mail: BelonogovVladimir@yandex.ru

### **Implementation of a synchronous electric drive field model in an interactive environment through a control program**

*Abstract.* The paper presents a field model of a synchronous electric drive (EC) required for the study of an automatic control system (ACS) EC with improved vibration-noise characteristics.

*Key words:* synchronous electric drive, multiphase motor, vibration-noise characteristic.

Разработка модели в программной среде дает возможность одновременно решать множество задач, включая магнитостатические и упругие расчеты.

Исполнительный двигатель на базе программного комплекса ELCUT [1], посредством разработанной программы Engine, интегрируется в блок-схему интерактивной среды Simulink. Данная среда позволяет использовать уже готовые библиотеки блоков для моделирования электросиловых, механических систем, а также применять развитый модельно-ориентированный подход при разработке систем управления и устройств реального времени. На рис. 1 представлена модель САУ синхронного привода, где управляемый объект – это исполнительный двигатель ИД на базе программного комплекса ELCUT с реализацией в среде Simulink, а управляющее устройство – разработанная система управления СУ [2].

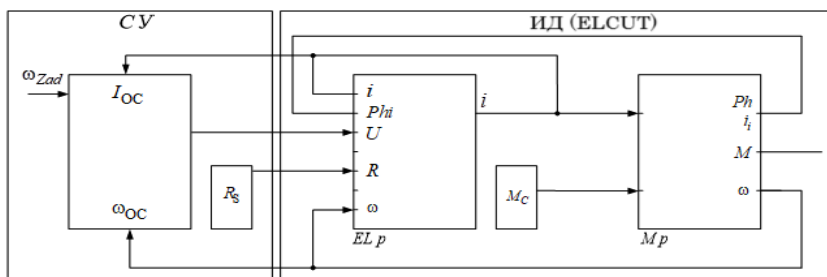


Рис. 1. Модель САУ синхронного привода с исполнительным двигателем на базе программного комплекса ELCUT, с реализацией в среде Simulink

Математическое моделирование электромагнитных процессов в электрических машинах требует значительных временных затрат как на подготовку задачи, так и времени решения систем уравнений. Поэтому естественно использовать экономичные методы решения многомерных краевых задач, представленные в пакетах математических программ. Следует также учитывать, что разумное сочетание прямых и итерационных методов в ряде случаев позволяет в значительной степени упростить решение краевых задач. Практика математического моделирования электрических машин показывает важность творческого подхода и к методам математического описания процессов электрических машин, и к выбору методов решения соответствующих краевых задач. Необходимо отметить, что потребность в разработке комплекса моделирования связана с отсутствием серийных m-фазных СДПМ и известных методов проектирования.

На рис. 2. представлена структура модели САУ с использованием симулятора Simulink:

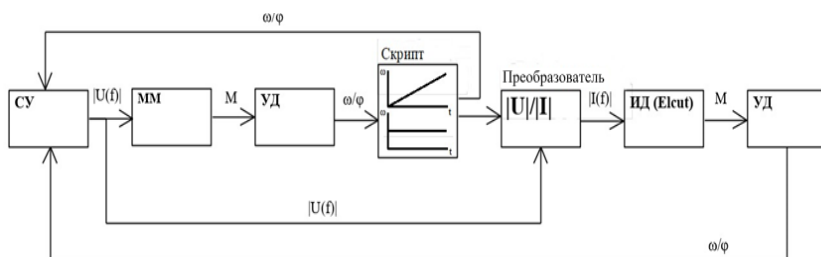


Рис. 2. Схема модели САУ в Simulink

Данная схема полевой модели состоит из следующих элементов:

1. Система Управления (СУ) является центральным элементом для

контроля и мониторинга всей системы электропривода. СУ обрабатывает входные данные и сигналы, оптимизирует параметры работы и выдает команды для обеспечения эффективного и безопасного функционирования СДПМ;

2. Математическая модель (ММ) служит для имитационного моделирования работы СДПМ на основе представленных математических уравнений и алгоритмов. Это позволяет анализировать и предсказывать поведение двигателя в различных условиях и сценариях работы без непосредственного воздействия на физический прототип;

3. Уравнение движения (УД) моделирует динамику и кинематику СДПМ(ММ), учитывая такие параметры, как момент инерции, сопротивление, скорость и ускорение. Это помогает в анализе и оптимизации динамических характеристик двигателя;

4. Скрипт – программный код, управляет переключением между различными моделями и режимами работы, обеспечивая гибкость и многофункциональность системы. Автоматизирует процессы переключения и контроля, сокращая время и усилия, необходимые для тестирования и анализа;

5. Преобразователь обрабатывает и модифицирует данные и сигналы для адаптации и оптимизации работы исполнительного двигателя. Он включает в себя алгоритмы масштабирования, фильтрации и преобразования сигналов для повышения точности и надежности системы;

6. Исполнительный двигатель (ИД) представляет собой два варианта расчетных блоков, подключающихся по командам системы управления. В основе одной модели лежит математический расчёт – идеальная машина на основе Simulink Matlab. Вторая модель – Расчётная модель на основе Elcut со всеми параметрами двигателя;

7. Уравнение Движения (УД2) моделирует динамику и кинематику СДПМ(Elcut), учитывая такие параметры, как момент инерции, сопротивление, скорость и ускорение. Это помогает в анализе и оптимизации динамических характеристик двигателя;

8. Программа «Скрипт» написана к системе, для подключения СУ либо к ММ, либо к ИД Elcut. Данная структура необходима, для исследования особенностей электромагнитных процессов в многофазных СДПМ в установившемся и переходных режимах работы, которые проводятся раздельно, путём подключения либо к ММ, либо к ИД Elcut. На первом этапе разгона машины (динамический режим) подключена ММ, в установившемся режиме «Скрипт» в определённый момент подключает ИД Elcut. Данное разделение обусловлено тем, что интегрирование полевой машины среды Elcut в систему управления на базе Simulink, в динамических режимах не позволяет провести анализ динамических характеристик многофазного СДПМ, ввиду существенного «утяжеления» модели, при этом основные вопросы виброшумовых показателей в динамических режимах и не решаются.

## Литература

1. ELCUTR. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Версия 5.10. Руководство пользователя / ООО «Тор». СПб., 2012. 356 с. URL: <http://emtep.chuvsu.ru/elcut.pdf> (дата обращения: 14.04.22).

2. Белоногов В.Г. Применение метода переменных состояния к анализу стационарных и динамических режимов нелинейных электромагнитных устройств. **Белоногов В.Г.**, Голубев А.Н., Мартынов В.А // Вестник ИГЭУ. 2015. Вып. 4. С. 23–27. DOI: 10.17588/2072-2672.2015.4.023-027 [http://vestnik.ispu.ru/sites/vestnik.ispu.ru/files/published/4-15\\_str\\_23-27.pdf](http://vestnik.ispu.ru/sites/vestnik.ispu.ru/files/published/4-15_str_23-27.pdf)

УДК 621.313.

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

Самарский государственный технический университет  
443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
[evgeniy.polyanskiy@samara-metallurg.ru](mailto:evgeniy.polyanskiy@samara-metallurg.ru)

## Оптимизация процессов и повышение эффективности переплавки алюминиевого лома.

*Аннотация.* В работе рассмотрена оптимизация процессов и повышение энергоэффективности индукционного комплекса переплавки алюминиевого лома АО «Самарский металлургический завод». Приведены основные проблемы комплекса и варианты их решения. Рассмотрены варианты повышения энергоэффективности индукционного комплекса и оптимизации процессов в целом.

*Ключевые слова:* индукционный комплекс, индуктор, компенсация реактивной мощности, секции индуктора, печной трансформатор, разделение секции, расплав, загрузки шихты.

Yu.A. MAKARICHEV, Ph.D.,  
E.A. POLYANSKY, Postgraduate student

Samara State Technical University  
443100, Samara, 244 Molodogvardeyskaya str.  
[evgeniy.polyanskiy@samara-metallurg.ru](mailto:evgeniy.polyanskiy@samara-metallurg.ru)

## Optimization of processes and increase of efficiency remelting of aluminum scrap.

*Abstract.* The paper deals with optimization of processes and increase of energy efficiency of the induction complex of aluminum scrap remelting of JSC “Samara Metallurgical Plant”. The main problems of the complex and variants of their solution are given. The variants of increasing energy efficiency of induction complex and optimization of processes as a whole are considered.

*Key words:* induction complex, inductor, reactive power compensation, inductor sections, furnace transformer, section separation, melt, charge loading.

## **1. Введение**

АО «Самарский металлургический завод» один из крупнейших Российских производителей алюминиевых полуфабрикатов в Евразии. Перечень основной производимой продукции АО «Самарский металлургический завод» включает в себя алюминиевый прокат в виде полосы для дальнейшего производства пищевых банок, алюминиевый прокат в виде плит, алюминиевая профильная и трубная продукция, изделия для ОПК.

Неотъемлемой частью производства являются отходы, лом. Так же лом поступает с других предприятий. Отходы алюминиевого производства – шихта, представляет собой обрезки полосы проката, обрезки плит и листов, остатки от прессования профильной и трубной продукции, остатки от прессования банок, брак продукции. От повторного использования отходов зависит себестоимость продукции в целом. Шихта разделена по сортам сплавов.

Для переплавки шихты применяется специальная, индукционная технология. На АО «Самарский металлургический завод» используются индукционные комплексы промышленной частоты с номинальной нагрузкой 6 тонн.

## **2. Состав индукционного комплекса**

Источник питания. Камера комплектного распределительного устройства 10 кВ, включающее в себя вакуумный выключатель, трансформаторы тока, устройства релейной защиты и автоматики, устройства учета, сбора и передачи данных в программный комплекс «Пирамида» (счетчик электрической энергии).

Трансформатор. Специальный печной трансформатор ЭОМНИ-2700/10-73УЗ с встроенным устройством регулирования напряжения под нагрузкой РПН типа РНО-23-625/10. Устройство РПН предназначено для ступенчатой регулировки коэффициента трансформации специального печного трансформатора, и как следствие вторичного напряжения на стороне низкого напряжения трансформатора. При переключении положений устройством РПН, которых насчитывается 17, существует возможность ступенчато регулировать напряжение на стороне низкого напряжения трансформатора от 210В до 1054В. Эта регулировка необходима для корректной работы индукционного комплекса. Устройство РПН – совокупность сложных электромеханических устройств и контактов, позволяющих выполнять ступенчатую регулировку без разрыва цепи тока, под нагрузкой. Трансформатор располагается в отдельной, специальной камере.

Система компенсации реактивной мощности. Компенсация выполняется на стороне низкого напряжения. Конденсаторные батареи общей мощностью 10080 кВАр, состоящие из шести секций. Одна секция мощностью 5120 кВАр подключена постоянно, а пять секций общей мощностью 4960 кВАр могут подключаться дополнительно. Мощность

подключаемых секций 160 кВАр, 320 кВАр, 640 кВАр, 1280 кВАр, 2560 кВАр соответственно. Включение и отключение подключаемых секций осуществляется с помощью контакторов, управляемых с пульта управления индукционного комплекса в зависимости от режима работы и этапов плавки. Конденсаторы располагаются в конденсаторном зале.

Индуктор ИАТ-6. ИАТ-6 (индуктор алюминиевый тигельный с номинальной загрузкой 6 тонн) представляет собой катушку, состоящую из двух секций, верхняя и нижняя, намотанных встречно. Встречно секции намотаны для создания эффекта перемешивания расплава. Начало секций общее и выполнено в середине индуктора, а концы секций выполнены сверху и снизу индуктора. При подаче напряжения на индуктор две секции находятся в работе. Верхняя и нижняя секции имеют по 30 витков полого медного проводника сечением 324 мм<sup>2</sup>. По проводнику циркулирует вода для охлаждения. Сверху индуктора уложена дополнительная секция, состоящая из 10 витков, на которую напряжение не подается, секция предназначена для охлаждения верхней части индуктора. Индуктор располагается в специальном корпусе литейного производства.

Размеры индуктора следующие.

- высота всех трех секций катушки индуктора: верхняя, нижняя, дополнительная –1640 мм;
- внутренний диаметр секций катушки индуктора – 1600 мм;
- внутренний диаметр футеровки (рабочего объема) индуктора – 1400 мм;
- высота (рабочего объема) индуктора –1800 мм.

Системы управления, защит. Система управления состоит из пульта управления, на котором расположены: приборы, показывающие плавильщику ток, напряжение, мощность,  $\cos \varphi$ , температуру расплава; органы управления комплекса и визуализации состояния комплекса в целом и его основных частей. Система защит индукционного комплекса контролирует следующие параметры: состояние изоляции индуктора, состояние системы охлаждения – температуру, проток, давление воды.

Дополнительные системы. К дополнительным системам относятся. Система загрузки шихты, система удаления дыма из индуктора, система наклона индуктора для слива расплава.

### 3. Описание работы

Работы на индукционном комплексе выполняет специально обученный работник АО «Самарский металлургический завод» – плавильщик в соответствии с инструкцией по эксплуатации «Эксплуатация и обслуживание индукционных печей ИАТ» ИЭ 01-000-2021. Индукционный комплекс работает круглосуточно, режим работы – циклический.

После окончания очередного цикла плавки индуктор отключается от сети отключением выключателя 10 кВ, индуктор наклоняется и расплав сливается в специальные формы. В индукторе остается примерно 2

тонны расплава (30% от общего объема), «болото» для продолжения плавки. После этого начинается новый цикл плавки, который содержит четыре этапа.

Первый этап, подготовка к плавке. Индуктор возвращается в исходное положение. Подается напряжение на индуктор включением выключателя 10 кВ. Индуктор наполнен расплавом на треть.

Второй этап, первая загрузка. В индуктор с расплавом загружается первая партия шихты весом примерно 1,3 тонны. После загрузки в индукторе находится примерно 3,3 тонны (50% от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. Плавильщик выбирает положение РПН печного трансформатора для работы на этом этапе плавки. Плавильщик, руководствуясь показаниями приборов мощности и  $\cos \varphi$  подключает либо отключает секции конденсаторов, управляя контакторами, тем самым выводя индукционный комплекс на оптимальный режим работы. После полного расплавления всей первой партии индуктор наполовину заполнен расплавом.

Третий этап, вторая загрузка. В индуктор с расплавом загружается вторая партия шихты весом примерно 1,3 тонны. После загрузки в индукторе находится примерно 4,6 тонны (75% от общего объема). Плавильщик выбирает необходимое положение РПН и продолжает регулировку компенсации реактивной мощности. Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей второй партии индуктор заполнен расплавом на три четверти.

Четвертый этап, третья, заключительная загрузка и окончание плавки. В индуктор с расплавом загружается третья партия шихты весом примерно 1,3 тонны. После загрузки в индукторе находится примерно 5,9 тонны (100% от общего объема). Плавильщик выбирает необходимое положение РПН и продолжает регулировку компенсации реактивной мощности. Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей третьей партии индуктор заполнен расплавом полностью.

Расплав выдерживается при максимальной температуре не более 900°C в течении определенного времени для полного расплава шихты и удаления шлака.

После окончания четвертого этапа индуктор наклоняется для слива расплава. Цикл плавки повторяется.

Плавка длится в зависимости от материала и структуры шихты от одного часа до четырех часов.

Номинальная мощность индукционного комплекса 1 МВт.

## **4. Проблемы**

### ***4.1. Энергоэффективность верхней секции катушки индуктора***

Две секции катушки индуктора, верхняя и нижняя, включены постоянно и постоянно находятся в работе.

Во время выполнения всего первого этапа плавки и окончания вто-

рого этапа плавки расплав находится полностью в индукционном поле нижней секции. В начале выполнения второго этапа плавки в индукционное поле верхней секции попадает загруженная шихта, и то на непродолжительное время, т.к. шихта «оседает» в расплав. Верхняя секция при выполнении первого и второго этапов плавки недостаточно энергоэффективна.

Во время выполнения третьего этапа плавки расплав находится в индукционном поле нижней секции и частично в индукционном поле верхней секции. Верхняя секция при выполнении третьего этапа плавки недостаточно энергоэффективна.

Максимальная энергоэффективность верхней секции катушки индуктора достигается при полной загрузке индуктора, во время выполнения четвертого этапа плавки.

#### *4.2. Устройство РПН специального печного трансформатора*

Режим работы устройства РПН специального печного трансформатора – постоянный. Плавильщик постоянно переводит положения устройства РПН в зависимости от загрузки индуктора. В таком режиме работы устройство РПН является не надежным устройством. При неисправностях и отказе устройства РПН специальный печной трансформатор, как и весь индукционный комплекс выводится из работы на длительное время.

#### *4.3. Оптимизация процесса плавки.*

Процессом плавки управляет плавильщик, он находится в непосредственной близости к индуктору, контролирует весь процесс плавки. Высокая температура, шум, вибрации, загазованность рабочего места отрицательно сказываются на ответственности и сложной работе плавильщика. Вероятность ошибок, которые могут повлиять на технологический процесс плавки и на исправное функционирование комплекса возрастает, особенно в ночные смены.

### **5. Решение проблем**

#### *5.1. Энергоэффективность верхней секции катушки индуктора.*

Предлагается отключать верхнюю секцию катушки индуктора на время выполнения первого и второго этапов плавки. В этом режиме будет работать только нижняя секция. Включаться верхняя катушка будет на время выполнения третьего и четвертого этапов плавки.

Верхнюю секцию предлагается разделить в свою очередь на две секции: верхняя №1 и верхняя №2. Верхняя №1 располагается между нижней секцией и верхней №2. Верхняя №2 располагается между верхней №1 и дополнительной, неподключенной секцией.

Описание работы с отключением и разделением верхней секции.

Первый этап, подготовка к плавке. Индуктор возвращается в исходное положение. Подается напряжение на индуктор включением выключателя.

чателя 10 кВ. Индуктор наполнен расплавом на треть. Введена в работу только нижняя секция, а верхние секции отключены. Расплав полностью в индукционном поле нижней секции.

Второй этап, первая загрузка. В расплав загружается первая партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 3,3 тонны (50% от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей первой партии индуктор наполовину заполнен расплавом. Введена в работу только нижняя секция, а верхние секции отключены. В конце второго этапа плавки расплав полностью в индукционном поле нижней секции. В начале второго этапа плавки шихта «оседает» в расплав. Расплав полностью в индукционном поле нижней секции.

Третий этап, вторая загрузка. В наполовину наполненный индуктор загружается вторая партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 4,6 тонны (75% от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей второй партии индуктор заполнен расплавом на три четверти. Дополнительно к нижней секции вводится в работу верхняя №1 секция индуктора. Нижняя и верхняя №1 секции индуктора включаются встречно для создания эффекта перемешивания расплава. Расплав полностью в индукционном поле нижней секции и в индукционном поле верхней №1 секции.

Четвертый этап, третья загрузка и окончание плавки. В три четверти наполненный индуктор загружается третья партия шихты весом примерно 1,3 тонны. В индукторе находится примерно 5,9 тонны (100% от общего объема). Шихта, расплавляясь «оседает» в расплав. После полного расплавления всей третьей партии индуктор заполнен расплавом полностью. Дополнительно к нижней и верхней №1 вводится в работу верхняя №2 секция индуктора. Нижняя и верхняя №1 секции индуктора включаются встречно. Верхняя №1 и верхняя №2 включаются согласно для создания эффекта перемешивания расплава. Расплав полностью в индукционных полях всех секций индуктора. Расплав выдерживается при температуре до 850-900 °С в течении определенного времени для полного расплава шихты и удаления шлака.

После окончания четвертого этапа индуктор наклоняется для слива расплава. Цикл плавки продолжается.

### *5.2. Устройство РПН специального печного трансформатора*

Предлагается вместо классической схемы и совокупности сложных электромеханических устройств и контактов применить полупроводниковую, тиристорную технологию для перевода положений устройства РПН. Это позволит значительно повысить надежность устройства РПН печного трансформатора. Непосредственная функция переключения при переводе положения устройства РПН возлагается не на контакты, а на тиристоры.

### 5.3. Оптимизация процесса плавки

Предлагается оптимизировать процесс плавки переводом схемы управления и контроля индукционного комплекса на автоматику управления и контроля. Автоматика управления может быть выполнена с применением микропроцессорной технологии, микропроцессорного устройства. Микропроцессорное устройство с определенным программным обеспечением берет на себя функции по автоматизированному управлению процессом плавки. Плавильщик загружает шихту в индуктор и запускает процесс плавки микропроцессорным устройством. Устройство собирает сигналы со всех систем, устройств и в случае отсутствия запретов запускает процесс плавки. Далее процесс плавки происходит автоматически. В процессе плавки устройство контролирует температуру расплава, управляя тиристорным РПН. Так же в процессе плавки устройство контролирует фазы, подключая группы конденсаторов. 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.

Применение автоматики позволит так же вывести плавильщика из не экологичной и опасной зоны проведения работ.

#### Литература

1. Инструкция по эксплуатации «Эксплуатация и обслуживание индукционных печей ИАТ». ИЭ 01-000-2021. АО «Арконик СМЗ», 2021.
2. Сарапулов Ф.Н., Фризен В.Э. Электромагнитная модель многофазной индукционной тигельной печи с кусковой загрузкой / Электротехника №3. 2013 г.
3. Индукционные тигельные печи: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Л.И. Иванова, Л.С. Грובה, Б.А. Сокунов, С.Ф. Сарапулов. Екатеринбург: Изд-во УГТУ - УПИ, 2002. 87 с.
4. Базаров А.А. Моделирование электромагнитных, тепловых и гидравлических процессов в системах индукционного нагрева: учеб. пособие – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2019. – 304 с.: ил.
5. Устройство регулирования напряжения преобразовательных трансформаторов под нагрузкой: учеб. пособие / Б.А. Аржаников. Екатеринбург: УрГУПС, 2017. 101 с.

УДК 621.313.1

Р.Г. АПАЛЬКОВ, 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: apalkovrg@mpei.ru, kiselevmg@mpei.ru*

### **Адаптивное управление синхронного генератора с независимым возбуждением**

**Аннотация.** В работе приведены результаты сравнения работы систем управления стабилизации напряжения на основе ПИ-регулятора и одноконтурного регулятора для синхронного генератора с независимым возбуждением от возбуждателя.

**Ключевые слова:** синхронный генератор, ПИ-регулятор, одноконтурный регулятор,

R.G. APALKOV, graduate student,  
M.G. KISELEV, Candidate of Engineering

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

### **Adaptive control of a synchronous generator with independent excitation**

**Abstract.** The paper presents the results of comparing the operation of voltage stabilization control systems based on a PI regulator and a single-stroke regulator for a synchronous generator with independent excitation from the exciter.

**Key words:** synchronous generator, PI-controller, OCC

Синхронные генераторы широко применяются в системе электро-снабжения самолета. Однако колебания нагрузки и внешние возмущения требуют использования систем управления для поддержания стабильного напряжения на выходных клеммах генератора. В данной статье рассматриваются два подхода к управлению синхронным генератором с независимым возбуждением, использование классического пропорционально-интегрального (ПИ) регулятора и метод одноконтурного управления.

ПИ-регулятор является одним из наиболее распространенных методов, применяемых в системах управления, в том числе в системах управления электрическими машинами. Он обеспечивает стабильное регулирование, корректируя управляющее воздействие в зависимости от ошибки выходного сигнала.

К достоинствам ПИ-регулятора можно отнести простоту реализации и устойчивость при правильно настроенных параметрах. Однако к его недостаткам входят следующие особенности: запаздывание реакции на резкие изменения нагрузки и необходимость точной настройки коэффициентов. В условиях скачкообразной изменяющейся нагрузки, ПИ-регулятор может демонстрировать недостаточную скорость реакции, что приводит к значительным отклонениям выходного напряжения. Для устранения данного недостатка применяются адаптивные ПИ-регуляторы в комбинации с нечеткой логикой [1].

Метод однотоктного управления представляет собой способ мгновенного регулирования выходного напряжения за один период переключения ключа. Основная идея однотоктного управления заключается в балансировке напряжения на каждом такте работы, обеспечивая быстрый отклик на изменения нагрузки [2]. Управление осуществляется путем сравнения интегрированной ошибки с опорным сигналом, что позволяет минимизировать динамические ошибки. Формула однотоктного управления выглядит следующим образом:

$$U_{\text{упр}}(t) = \frac{1}{T} \int_0^T e(t) dt \quad (1)$$

где  $T$  – период переключения ключа,  $e(t)$  – ошибка между заданным и реальным значением выходного напряжения.

Ключевым преимуществом однотоктного управления является высокая скорость реакции на изменение ошибки напряжения, что делает его эффективным для адаптивного управления в условиях нестабильных нагрузок. Однако однотоктное управление требует сложных схем управления.

Синхронный генератор с независимым возбуждением управляется путем регулирования напряжения возбуждения, как следствие изменение тока в цепи обмотки возбуждения (рис. 1), что позволяет контролировать выходное напряжение и поддерживать его на заданном уровне.

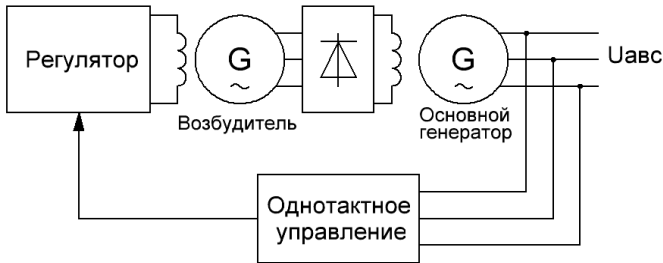


Рис. 1. Структурная схема управления синхронного генератора

В традиционных системах применяются классические ПИ-регуляторы, однако в цепях с быстроизменяющейся нагрузкой, их применение может уступать более современным методам, таким как однотактное управление.

В отличие от ПИ-регулятора, однотактное управление не накапливает ошибку, а вычисляет её за каждый цикл, что позволяет минимизировать колебания выходного напряжения даже при резких изменениях нагрузки.

На рис. 2 показана разница по времени стабилизации с использованием ПИ-регулятора (PI-controller) и однотактной системой управления (ОСС) для действующего значения напряжения 115 В и частотой 400 Гц.

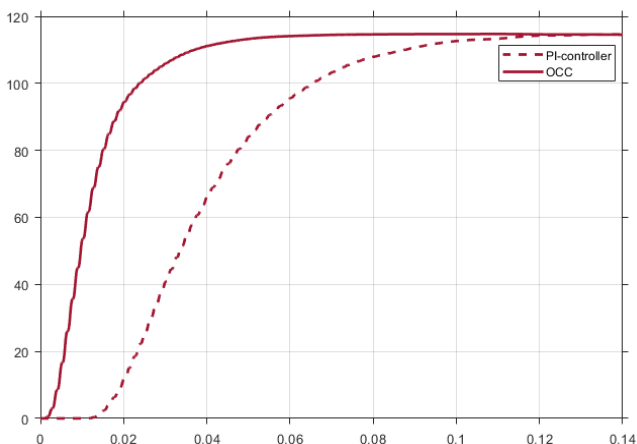


Рис. 2. Стабилизация действующего значения напряжения от времени

Анализируя результаты моделирования, можно сделать вывод, что ОСС обладает лучшей динамической характеристикой и быстрее реагирует на переходной процесс, как следствие и на изменение нагрузки, что делает его привлекательным для использования в автономных энергосистемах.

#### Литература

1. Bedoud, Khoulood, et al. "Adaptive fuzzy gain scheduling of PI controller for control of the wind energy conversion systems." *Energy Procedia* 74 (2015): 211–225.
2. Subramanian, K., et al. "Implementation of one cycle control technique in DC-DC buck converter." *Indian Journal of Science and Technology* 8.S2 (2015): 200–206.

## СЕКЦИЯ 2.

### **ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА**

УДК 537.523.9

С. ГУ, аспирант,  
ЛЫСОВ Н.Ю., к.т.н.

Национальный исследовательский университет «МЭИ»,  
111250, г. Москва, Красноказарменная улица дом 14  
E-mail: g995650913@gmail.com

#### **Особенности работы многозазорных генераторов озона на основе барьерного разряда**

*Аннотация.* Приведены результаты компьютерного моделирования работы барьерных генераторов озона с одним и двумя газовыми зазорами. Показано, что эффективность использования генераторов озона с одним или двумя зазорами определяется диапазоном приложенного напряжения.

*Ключевые слова:* барьерный разряд, озонатор, моделирование, мощность.

X. GU, PhD Student,  
LYSOV N.Yu., Cand. Sci. (Eng.).

National Research University "MPEI",  
111250, Russia, Moscow, Krasnokazarmennaya st. 14  
E-mail: g995650913@gmail.com

#### **Features of operation of multi-gap ozone generators based on barrier discharge**

*Abstract.* The results of computer modeling of barrier ozone generators with one and two gas gaps are presented. It is shown that the efficiency of using ozone generators with one or two gaps is determined by the range of applied voltage.

*Keywords:* DBD, ozone generator, modeling, discharge power.

Озон ( $O_3$ ) – высокореакционная аллотропная форма кислорода с мощными окислительными свойствами. Впервые описан К. Шёнбейном в 1840 году. При охлаждении переходит в тёмно-синюю жидкость и далее в фиолетовый твёрдый кристалл. В высоких концентрациях нестабилен и взрывоопасен.

Благодаря экологичности и эффективности, озон широко используется в водоочистке, медицине, пищевой промышленности и энергетике, обеспечивая инактивацию микроорганизмов без токсичных побочных продуктов. Наиболее эффективным способом промышленного получе-

ния озона является синтез в барьерном разряде, основанный на диссоциации молекул ( $O_2$ ) в электрическом поле и последующем образовании ( $O_3$ ).

Барьерный разряд реализуется за счёт диэлектрического слоя между электродами, формирующего множество стабильных микроразрядов. В генераторах озона применяется преимущественно объемная схема, обеспечивающая равномерное распределение энергии в рабочем газе. [1] Конструкции генераторов озона на основе барьерного разряда разнообразны, однако они имеют общие черты. Типичная схема генератора включает высоковольтный источник питания, два электрода, разделённых диэлектриком, и рабочий газ, заполняющий промежуток между ними. Диэлектрик может располагаться на одном или обоих электродах или разделять газовый промежуток, находясь между ними [2] (рис. 1).

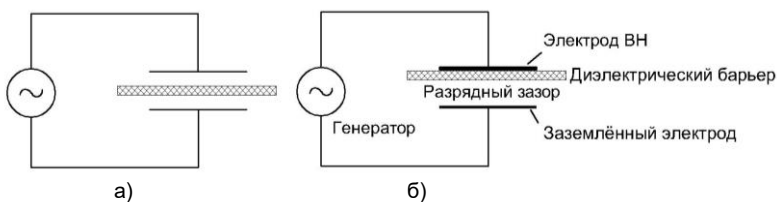


Рис. 1. Модель озонатора: двойной (а) и одинарный зазор (б)

В работе исследуются режимы работы озонатора с одним или двумя газовыми зазорами. Особое внимание уделяется влиянию структуры газового зазора на распределение и величину разрядной мощности. Моделирование процессов разряда выполнено в MATLAB Simulink, где разряд представлен эквивалентной схемой с высоковольтным источником и двумя конденсаторами, соответствующими емкостям диэлектрического барьера ( $C_B$ ) и газового зазора ( $C_r$ ). При двойном зазоре в схеме присутствует два конденсатора  $C_r$ . Параллельно емкости газового зазора встречно включены диоды ( $D$ ) с напряжением открытия, равным напряжению зажигания разряда в зазоре (рис. 2).

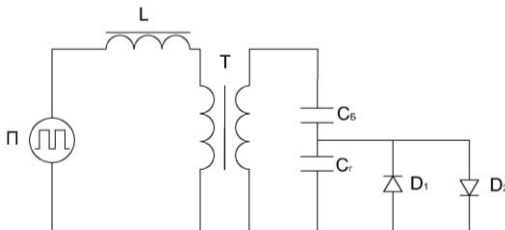


Рис. 2. Общая схема замещения барьерного озонатора

Для создания высокого напряжения на генераторе озона применяется резонансная схема питания, повышающая напряжение от преобразователя (П) за счет высоковольтного трансформатора (Т) и дросселя (L).

На первом этапе исследования при фиксированной амплитуде напряжения преобразователя были найдены резонансные частоты системы для случаев с 1 и 2 зазорами. Для дальнейших исследований была выбрана частота напряжения, превышающая резонансную для обоих моделируемых случаев.

Для верификации полученных результатов использовалась известная формула расчёта мощности разряда [3]:

$$P = 4U_{\Gamma}C_B f \cdot \left( U_m - U_{\Gamma} \frac{C_B + C_{\Gamma}}{C_B} \right),$$

где  $U_{\Gamma}$  – напряжение горения разряда,  $U_m$  – амплитуда питающего напряжения,  $f$  – частота питающего напряжения.

На рис. 3 представлены зависимости активной мощности разряда от амплитуды напряжения на вторичной стороне трансформатора, полученные при помощи расчетов и моделирования.

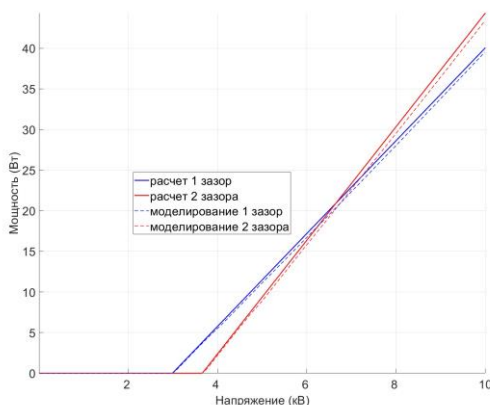


Рис. 3. Зависимость мощности разряда от напряжения на генераторе озона

Можно отметить хорошее совпадение результатов, а некоторое снижение мощности в случае моделирования объясняется учетом в модели неидеальности элементов цепи (внутренние сопротивления, индуктивности рассеяния и пр.). Несовпадение зависимостей для случаев одного и двух зазоров объясняется более ранним зажиганием разряда в случае двух зазоров.

**Вывод:** выбор конструкции барьерного генератора озона (с одним или двумя газовыми зазорами) может быть основан на желаемом значении получаемой мощности. При определенном диапазоне напряже-

ний более высокой эффективностью обладает одноазорный барьерный озонатор, а при увеличении амплитуды напряжения – двуазорный.

#### **Литература**

1. В.В. Лунин и др. Способы получения озона и современные конструкции озонаторов. Изд. МАКС Пресс. 2008
2. Kogelschatz U. Dielectric-barrier Discharges: Their History, Discharge Physics, and Industrial Applications// Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2003. Vol. 23. N 1. P. 1–46.
3. Manley T.C. The electrical characteristics of the ozonator discharge. Transactions of the electrochemical society 1943. V. 84. P. 83–96B.

УДК

А.В. КЛУБКОВ, м.н.с,  
Н.Ю. ЛЫСОВ, к.т.н, доцент

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

### **Алгоритм регулирования работы высоковольтного источника питания барьерного генератора озона**

*Аннотация.* В работе представлен концепция управления режимом работы высоковольтного источника, питающего генератор озона объемного барьерного разряда.

*Ключевые слова:* генератор озона, барьерный разряд, резонансный источник питания, обратная связь

A.V. KLUBKOV, Junior researcher,  
N.Yu. LYSOV, Ph.D., Associate Professor

National Research University "MPEI"  
111250, Moscow, Krasnokazarmennaya street, 17  
E-mail: a-klubkov@mail.ru

### **Algorithm for controlling the operation of a high-voltage power supply source of a barrier ozone generator**

*Abstract.* The paper presents a concept for controlling the operating mode of a high-voltage source feeding a volume barrier discharge ozone generator.

*Key words:* ozone generator, barrier discharge, power source, feedback

Озонные технологии находят все большее применение в различных отраслях промышленности и народного хозяйства. Одним из основных способов получения озона является электросинтез озона в барьерном разряде. Для этого применяются специальные электротехнологические установки, называемые генераторами озона (ГО). При этом для работы таких устройств требуется источник высокого напряжения повышенной

частоты. Поскольку входное сопротивление ГО имеет ёмкостной характер для их питания используются, как правило, резонансные источники высокого напряжения. Наличие периодически зажигающегося электрического разряда, шунтирующего газовый зазор, вносит нелинейность в работу цепи питания ГО. Поэтому для стабильной работы ГО и достижения максимальной производительности требуется гибкая система управления его источником питания (ИП). Такая система управления должна в режиме реального времени ориентироваться на выходные характеристики ГО.

При этом наиболее информативной выходной характеристикой для генератора озона является его вольт-кулонная характеристика (ВКХ) [1]. Несмотря на то, что для её построения требуется всего 2 сигнала (сигнал общего напряжения на ГО и сигнал напряжения на измерительной ёмкости  $C_{изм}$ ), из получившейся фигуры Лиссажу, имеющую форму параллелограмма, можно извлечь почти всю информацию о текущем режиме ГО. Помимо мощности, рассеиваемой в ГО, по ВКХ можно определить амплитуду входного напряжения, напряжение горения разряда, величины максимального и свободного заряда, а также общей и рабочей ёмкости диэлектрического барьера [2].

В работе предлагается построение обратной связи по рассеиваемой в ГО мощности. Принцип работы такой системы проиллюстрирован на рис.1. Сетевое напряжение поступает на выпрямитель **В**, после чего выпрямленное и сглаженное напряжение при помощи полумостового инвертора **И** преобразуется в биполярное периодическое напряжение, которое в свою очередь через повышающий высокочастотный трансформатор **Т** возбуждает резонанс в контуре, образованном ёмкостью генератора озона **ГО** и дросселем **Л**. Сигнал высокого напряжения на ГО, ослабленного высоковольтным делителем, также как и сигнал через с измерительной ёмкости поступает на аналогово-цифровой преобразователь АЦП. Цифровой процессор работает с цифровым сигналом, определяет по ВКХ мощность, сравнивает её с базисным значением и подает сигнал на систему управления ключами инвертора, работающего по принципу частотно импульсной модуляции и тем самым регулируя частоту возбуждающего генератора. В общем случае значение мощности можно определить по формуле Мэнли (1).

$$P=4 \cdot U_r \cdot C_6 \cdot f \cdot \left( U_m - U_r \frac{C_6 + C_r}{C_6} \right) \quad (1)$$

где  $U_r$  – напряжение горения разряда,  $C_6$  – ёмкость диэлектрического барьера,  $C_r$  – ёмкость газового зазора,  $f$  – частота. Тогда значения ёмкостей диэлектрического барьера и газового зазора определяются как тангенсы углов наклона сторон параллелограмма ВКХ.

Система поддержания постоянной мощности с обратной связью становится еще более актуальной для источников питания промышленных ГО. Т.к. реальные промышленные озонаторы представляют собой до-

статочны протяженные электродные конструкции, возникает проблема с обеспечением постоянства величины газового зазора по всей длине [3]. В результате появляются зоны, в которых разряд зажигается при меньшем напряжении и в дальнейшем с ростом напряжения увеличивается и доля промежутка, занятая разрядом. Такая неоднородность накладывает дополнительные требования к настройке источников питания для генераторов озона.

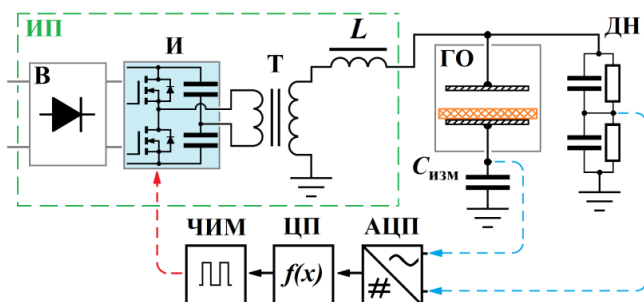


Рис.1 Блок-схема ГО с системой управления источника питания

При запуске системы «генератор озона – источник питания» в работу предполагается кратковременная (10-15 периодов работы инвертора) проверка работы различных режимов работы по частоте и напряжению. Диапазон частот определяется резонансными частотами, соответствующими полной и барьерной емкостям генератора озона, а диапазон напряжений – значением напряжения зажигания разряда. Для каждого режима из ВКХ определяется значение плотности мощности (отношение единичной мощности к единичной площади барьера) и выбирается оптимальный. Критерием оптимальности служит наиболее равномерное распределение выделения мощности по разрядному промежутку при заданной.

**Вывод.** Предложен алгоритм работы источника питания барьерного генератора озона, позволяющий при запуске озонатора в работу определить наиболее эффективный режим его работы.

### Литература

1. Лысов Н.Ю. Синтез озона в барьерном разряде: учеб. пособие / Н.Ю. Лысов, А.Г. Темников, М.В. Соколова и др. М.: Изд-во МЭИ, 2023;
2. Лысов Н.Ю. О вольт-кулонной характеристике генератора озона//Тезисы докл. Всерос. конференции, посвящ. озону и другим экологически чистым окислителям, науке и технологиям. Москва. 2–3 июня 2010 г;
3. Исследование влияния неоднородности разрядного промежутка на параметры генератора озона / Н.Ю. Лысов, А.Я. Шмелев, А.И. Милосердов [и др.] // Электричество. 2024. № 11. С. 36-42.

УДК 631.314

В.Е.АНТРОПОВ, к.т.н. доцент,  
А.П.ВОЛКОВ<sup>1</sup>, ведущий инженер

Самарский государственный технический университет,  
443100, г.Самара, Молодогвардейская, д.244  
E-mail: [veantr@mail.ru](mailto:veantr@mail.ru), [andvolkov@yandex.ru](mailto:andvolkov@yandex.ru)<sup>1</sup>

## **Определение экономической эффективности применения трансформаторов с магнитопроводом из аморфной стали**

*Аннотация.* Приведены расчеты по определению экономической эффективности применения трансформаторов с магнитопроводами из аморфной стали, для предварительной оценки рассматривается упрощенная методика сравнения по критерию приведенных затрат.

*Ключевые слова:* энергетика, энергосбережение, трансформаторы, магнитопровод, аморфная сталь.

V.E.ANTROPOV, Ph.D., Associate Professor,  
A.P.VOLKOV, 1st Leading Engineer

Samara State Technical University (SamSTU) ,  
244 Molodogvardeyskaya Street, Samara,  
443100 E-mail: [veantr@mail.ru](mailto:veantr@mail.ru), [andvolkov@yandex.ru](mailto:andvolkov@yandex.ru)<sup>1</sup>

## **Determination of the economic efficiency of using transformers with amorphous steel magnetic core**

*Abstract.* Calculations are given to determine the economic efficiency of using transformers with magnetic circuits made of amorphous steel. A simplified methodology for a preliminary assessment, compared with the cost of operating a power transformer.

*Key words:* energy saving, transformers, magnetic circuit, amorphous steel

Снижение потерь и замена устаревшего электрооборудования, является одной из главнейших задач в электроэнергетике.

Силовые трансформаторы являются важнейшим элементом в процессе передачи, распределения и потребления электрической энергии. На пути от места производства электроэнергии до конечного потребителя, она неоднократно подвергается трансформации. На долю силовых трансформаторов приходится примерно 25% от суммарных технических потерь в электрических сетях.

Трансформаторы электрические силовые мощностью от 100 до 2500 кВА со сниженными потерями внесены в перечень объектов и технологий высокой энергетической эффективности Постановлением Правительства РФ от 16 июня 2015 года № 600 [1]

В работе рассматриваются вопросы, связанные с основными потерями в силовых трансформаторах. К основным потерям (нормированным потерям) в трансформаторах относятся электрические потери в обмотках  $R_k$  (потери короткого замыкания) и магнитные потери в магнитопроводе  $P_o$  (потери холостого хода).

К существенному снижению потерь холостого хода приводит изготовление магнитопровода из аморфной стали. В табл. 1 приведены сравнительные характеристики электротехнической (ЭТС) и аморфной стали (АС) [2].

Таблица 1 Характеристики ЭТС и АС

| Показатели                   | АС 2605SA1 | ЭТС 30P140 Fe97Si13 |
|------------------------------|------------|---------------------|
| Уд.потери в железе, Вт/кг    | 0,17       | 0,86                |
| Магнитная индукция, Тл       | 1,56       | 2,03                |
| Плотность, г/см <sup>3</sup> | 7,18       | 7,65                |
| Коэффициент заполнения       | >75%       | >94%                |

Из приведенных данных следует, что электромагнитные потери в АС в 5 раз меньше, чем потери в ЭТС. Однако, в сравниваемых марках стали, рабочая индукция в АС ниже в 1,3 раза чем у ЭТС. На 20% ниже в АС и коэффициент заполнения стали. Таким образом, магнитопровод из АС при равных сечениях магнитопровода, позволит проводить магнитный поток 1,5 раза меньше, чем при использовании магнитопровода из ЭТС. При уменьшении магнитного потока в трансформаторе в 1,5 раза и сохранения постоянной величины э.д.с. обмотки, необходимо увеличить в 1,5 раз число витков, что, при неизменных сечениях магнитопровода и окна для размещения обмотки, возможно только при уменьшении сечения провода обмотки. При этом увеличиваются плотность тока в обмотках и, соответственно, электрические потери.

Для сохранения неизменной величины магнитного потока, в трансформаторах с магнитопроводом из АС необходимо увеличение сечений стержня и ярма для приведенных данных в 1,5 раза, что неизбежно приведет к увеличению массы магнитопровода, длины обмоток и росту потерь  $R_k$ . Снижение потерь короткого замыкания возможно достичь увеличением сечения обмотки, что приводит к увеличению окна под обмотку, а также росту массы обмоток и магнитопровода.

В [3] приведены сравнительные расчеты потерь трансформатора для магнитопроводов из АС и ЭТС. Рассмотрены варианты проектирования трансформаторов, в первом случае - при равенстве габаритных размеров, во втором - при равенстве магнитных потоков и в третьем случае - при равенстве потерь короткого замыкания.

Из приведенных значений, очевидно, что во всех рассматриваемых вариантах достигается значительное снижение потерь в магнитопроводе, но в вариантах 1 и 2 потери короткого замыкания в трансформаторах с магнитопроводами из АС превышают потери в трансформаторах

с магнитопроводами из ЭТС. В 3 варианте потери короткого замыкания в сравниваемых трансформаторах равны, но масса обмотки и магнитопровода, в случае применения аморфной стали, значительно - на 35 и 40% превышают аналогичные показатели для трансформаторов с магнитопроводами из ЭТС. С учетом более высокой стоимости АС и сложности технологического процесса изготовления магнитопровода из АС по отношению к магнитопроводу из ЭТС, стоимость трансформатора из АС в несколько раз превышает стоимость аналогичного трансформатора из ЭТС.

Таблица 2. Результаты сравнительного расчета

|    | Параметр, о.е.       | Вариант 1                 | Вариант 2                  | Вариант 3              |
|----|----------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
|    |                      | Постоянные габариты тр-ра | Постоянный магнитный поток | Постоянные потери к.з. |
| 1. | Потери х.х           | 0,13                      | 0,22                       | 0,23                   |
| 2. | Потери к.з.          | 2,34                      | 1,12                       | 1,0                    |
| 3. | Масса магнитопровода | 0,82                      | 1,33                       | 1,4                    |
| 4. | Масса обмотки        | 1                         | 1,12                       | 1,35                   |

При проектировании нового силового трансформатора, возникает вопрос сравнения экономической выгоды от внедрения инновационных трансформаторов с магнитопроводами из аморфной стали. Трансформаторы с магнитопроводом из АС обладают более низкими потерями холостого хода, но, с другой стороны, имеют более высокие массогабаритные показатели и стоимость.

В [4] рекомендуется при приобретении силового трансформатора, производить сравнение стоимости потерь за весь срок службы трансформатора. При предварительной оценке оптимальный вариант выбирается по приведенным затратам, с учетом стоимости трансформатора по упрощенной схеме.

Приведенные эксплуатационные издержки ( $З_{\text{п.а}}$ ) для трансформатора с магнитопроводом из АС:

$$З_{\text{п.а}} = \frac{C_{\text{та}}}{n} + A \cdot (N \cdot P_{\text{Оа}} + \beta^2 \cdot \tau \cdot P_{\text{Ка}}) \quad (1)$$

где  $З_{\text{п.а}}$  – приведенные одному году эксплуатационные издержки, руб.;  $C_{\text{та}}$  – стоимость трансформатора, руб.;  $P_{\text{Оа}}$  – потери холостого хода, кВт;  $P_{\text{Ка}}$  – потери короткого замыкания, кВт;  $\tau$  – число часов наибольших потерь мощности, час;  $\beta$  – коэффициент загрузки трансформатора, о.е.;  $A$  – тариф на компенсацию потерь электроэнергии руб/кВт·ч;  $n$  – число лет нормативного срока эксплуатации трансформатора;  $N = 8760$  – число часов в году.

Тогда разница приведенных ( $\Delta Z$ ) годовых затрат:

$$\Delta Z = \frac{C_{та} - C_{тс}}{n} + A \cdot [N \cdot (P_{Оа} - P_{Ос}) + \beta^2 \cdot \tau \cdot (P_{Ка} - P_{Кс})] \quad (2)$$

где  $C_{тс}$  – стоимость трансформатора из ЭТС, руб.;  $P_{Ос}$  – потери холостого хода трансформатора из ЭТС, кВт;  $P_{Кс}$  – потери короткого замыкания трансформатора с магнитопроводом из ЭТС, кВт.

Преобразовав предыдущее выражение, получим:

$$\Delta Z = \frac{C_{тс} \cdot (K_{ае} - 1)}{n} + A \cdot N \cdot \left( \Delta P_0 - \frac{\beta^2 \cdot \tau}{N} \cdot \Delta P_K \right) \quad (3)$$

где  $K_{ае} = C_{тс}/C_{та}$  – отношение стоимости сравниваемых трансформатора, о.е;  $\Delta P_0$  и  $\Delta P_K$  – соответственно разности потерь холостого и короткого замыкания трансформаторов, изготовленных из ЭТС и АС, кВт;

В табл. 3 приведены технические характеристики и стоимость трансформаторов с магнитопроводами из АС (ТМГА) и ЭТС (ТМГ) [5,6].

Таблица 3. **Технические характеристики трансформаторов**

| Тип трансформатора | Номинальная мощность, кВА | Потери, Вт |                | Масса, кг | Стоимость трансформатора, руб. |
|--------------------|---------------------------|------------|----------------|-----------|--------------------------------|
|                    |                           | х.х.       | к.з.<br>(75°C) |           |                                |
| ТМГА               | 160                       | 110        | 2200           | 1110      | 900 000                        |
| ТМГ                | 160                       | 410        | 2700           | 720       | 200 000                        |

При сравнении приведенных к году эксплуатационных издержек были приняты: коэффициент загрузки трансформаторов  $\beta=1$ , число часов наибольших потерь мощности  $\tau = 4000$  час., соотношение стоимости сравниваемых трансформаторов  $K_{ае} = 4,5$ .

Расчет по выражению (3) для принятых параметров, показывает, что приведенные годовые издержки трансформатора с магнитопроводом из АС, будут равны годовым издержкам трансформатора с магнитопроводом из ЭТС при тарифе на компенсацию потерь электроэнергии в размере 8 руб/кВт·ч.

При коэффициенте загрузки трансформатора 0,75 и неизменных значениях других величин, эффективность применения трансформатора с АС наступит при тарифе в размере 14 руб/кВт·ч.

На рис. 1 приведено семейство зависимостей  $\Delta Z = f(A)$  для различных  $K_{ае}$  и тарифах на электроэнергию.

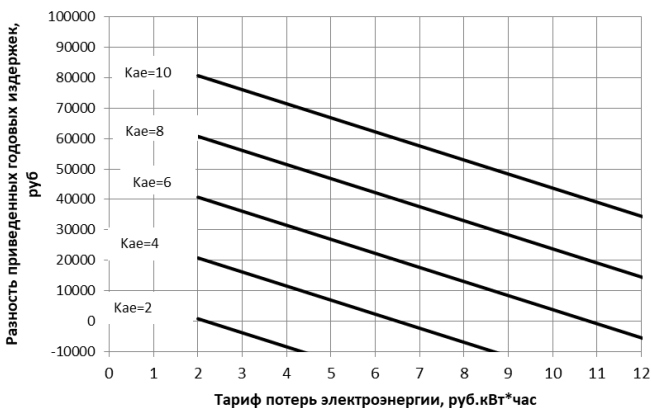


Рис. 1 Разность приведенных эксплуатационных издержек сравниваемых трансформаторов

В работе рассмотрены проблемы, связанные с применением магнитопровода трансформатора из аморфной стали.

Применение АС, для магнитопроводов трансформаторов приводит к значительному снижению потерь холостого хода, но высокая стоимость АС и усложнение технологии изготовления трансформатора ведет к удорожанию трансформатора. При расчете эффективности применения таких трансформаторов, помимо потерь в трансформаторе и его стоимости, необходимо учитывать загрузку трансформатора и время наибольших потерь.

### Литература

1. Постановление Правительства РФ от 17.06.2015 N 600 «Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности», раздел «II.27. Трансформаторы электрические силовые»;

2. Хавроничев С.В., Сошинов А.Г., Галушак В.С., Копейкина Т.В. Современные тенденции применения аморфных сплавов в магнитопроводах силовых трансформаторов. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7986> (дата обращения 19.11.2018).

3. Антропов В.Е., Волков А.П. Оценка эффективности применения аморфной стали в трансформаторах. С. 309-314 Повышение эффективности эксплуатации электромеханических преобразователей энергии в промышленности и на транспорте: Материалы X всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2023. 409 с. ISBN 978-5-949-41336-4

4. СТО 34.01-3.2-011-2017 «Трансформаторы силовые распределительные 6-10 кв мощностью 63-2500 кВА. требования к уровню потерь холостого хода и короткого замыкания». Стандарт организации Дата введения: 12.04.2017

5. Энергетическая компания «Силовые трансформаторы»  
<https://transform74.ru/calculate/calculator-tmg/>  
6. Трансформаторы в наличии — РОСТРЭЙДКОМ (rostradecom.ru)  
<https://rostradecom.ru/equipment/available/>

УДК 537.221

И.О. САВЕЛЬЕВ, аспирант,  
С.С. ЖУЛИКОВ, к.т.н., доцент,

Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
111250 г. Москва, Красноказарменная улица, 17  
E-mail: SavelyevIO2@mpei.ru

### **Электростатические разряды как угроза микроэлектронике: анализ и пути решения**

*Аннотация.* Электростатические разряды (ЭСР) представляют серьёзную угрозу для некоторых отраслей промышленности, вызывая сбои в работе или выход из строя устройств микроэлектроники, пожары и взрывы. Эффективная защита от ЭСР требует комплексного подхода, включающего применение антистатических напольных покрытий, заземления оборудования и персонала, контроль относительной влажности воздуха, а также использование "умных" систем мониторинга электростатической безопасности (ЭСБ). Перспективными направлениями исследований в этом направлении являются разработка новых антистатических материалов, совершенствование методик расчёта процессов накопления и диссипации зарядов статического электричества (СЭ), разработка на их основе новых методов защиты и диагностики ЭСБ, гармонизация стандартов.

*Ключевые слова:* электростатические разряды (ЭСР), антистатические покрытия, ограничение накопления заряда, промышленная безопасность.

I.O. SAVELYEV, graduate student,  
S.S. ZHULIKOV, PhD, associate professor,

National Research University «MPEI»  
111250 Moscow, Krasnokazarmennaya street 17  
E-mail: SavelyevIO2@mpei.ru

### **Electrostatic discharges as a threat to microelectronics: analysis and solutions**

*Abstract.* Electrostatic discharges (ESD) pose a serious threat to some industries, causing malfunctions or failure of microelectronic devices, fires and explosions. Effective ESD protection requires a comprehensive approach, including the use of antistatic floor coverings, grounding of equipment and personnel, control of relative air humidity, and the use of "smart" electrostatic safety (ESB) monitoring systems. Promising areas of research in this area are the development of new antistatic materials, improvement of methods for calculating the processes of accu-

mulation and dissipation of static electricity (SE) charges, development of new methods for ESB protection and diagnostics on their basis, and harmonization of standards.

*Key words:* electrostatic discharge (ESD), antistatic coatings, limitation of charge accumulation, industrial safety.

Электростатические разряды в современных промышленных условиях представляют собой серьезную проблему, способную нарушить работу чувствительного электронного оборудования, вывести из строя дорогостоящие микропроцессорные устройства и даже создать угрозу жизни персонала. Особую актуальность эта проблема приобретает на объектах с автоматизированными системами управления технологическими процессами, где случайный разряд статического электричества может привести к катастрофическим последствиям. Основным механизмом образования зарядов СЭ и опасных потенциалов на теле человека является трибоэлектризация [1] - процесс возникновения электрических зарядов при контакте и последующем разделении различных материалов, таких как одежда персонала, подошва обуви оператора и напольное покрытие. В зимний период, когда относительная влажность воздуха в отапливаемых помещениях падает до отметки в 30%, интенсивность электризации резко возрастает, а потенциал тела человека может достигать 20–30 кВ, что в несколько раз превышает допустимые нормы, установленные НТД.

На промышленных предприятиях различного профиля - от нефтеперерабатывающих заводов до электростанций и медицинских учреждений - последствия электростатических разрядов могут быть самыми разнообразными. В химической промышленности они способны вызвать пожары и взрывы, на текстильных производствах приводят к слипанию нитей и нарушению технологического процесса, в электроэнергетике становятся причиной сбоев в работе терминалов релейной защиты и автоматики. Особенно уязвимыми оказываются современные микропроцессорные устройства, входящие в состав автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП). Исследования, проведенные на действующих энергетических объектах, показали, что в зимний период времени потенциал оператора на релейном щите может достигать 20 кВ, тогда как в соответствии с [2] допустимые значения потенциала составляют 6 кВ для контактного и 8 кВ для воздушного разрядов.

Наглядным примером комплексного подхода к решению проблемы является опыт нефтеперерабатывающего завода в Республике Татарстан, на котором внедрение антистатических напольных покрытий с удельным объемным сопротивлением  $10^8$  Ом·м в сочетании с системами увлажнения воздуха позволило сократить количество инцидентов, связанных с возникновением ЭСР, на 40%.

Для комплексного решения проблемы электризации необходимо учитывать множество факторов, среди которых основными являются

электрические свойства и геометрические параметры напольных покрытий (удельные объемная и поверхностная проводимости, толщина, размеры и форма поверхности), условия эксплуатации помещений (относительная влажность воздуха), параметры человека (электрические сопротивление и емкость) и особенности технологических процессов (плотность тока электризации). Одним из ключевых элементов защиты являются специальные антистатические напольные покрытия с удельным объемным сопротивлением в диапазоне  $10^5$ – $10^{10}$  Ом·м [3], которые обеспечивают эффективное рассеяние зарядов СЭ с тела человека на заземленный (бетонный) пол, на котором расположены покрытия. Однако, кроме этого, необходимо также использовать антистатическую обувь или специальные ремешки, надеваемые на обычную обувь и создающие надежный электрический контакт между телом оператора (нижней частью ноги) и антистатическим напольным покрытием [4]. Современные разработки в этой области предлагают инновационные решения, например, такие как графеновые нанопокрывтия с удельным поверхностным сопротивлением порядка  $10^2$  –  $10^3$  Ом, обладающие стабильной электропроводностью и износостойкостью. Перспективным направлением является также внедрение "умных" систем заземления с датчиками мониторинга параметров окружающей среды, способных динамически регулировать свои характеристики в зависимости от относительной влажности воздуха и других факторов.

Одним из основных методом оценки уровня электризации является математическое моделирование процессов накопления зарядов СЭ. Разработана математическая модель для расчета потенциала напольного покрытия, учитывающая зависимость удельных поверхностных и объемных сопротивлений покрытия от относительной влажности воздуха, а также размер его открытых (незаземленных) частей поверхности. Модель позволяет определить комплекс мероприятий для выполнения требований ЭМС в части ЭСР при эксплуатации микропроцессорных устройств на объектах энергетики: предельно допустимые размеры открытых частей поверхности напольного покрытия и оптимальную относительную влажность воздуха в технологическом помещении [5].

В [4] представлена модель, учитывающая нелинейные эффекты в поведении диэлектриков при высоких напряженностях электрического поля. Учет в расчетной модели нелинейной зависимости удельной объемной проводимости покрытия от нормальной составляющей напряженности электрического поля позволяет получить значения установившегося потенциала поверхности (или человека, стоящего на поверхности покрытия в антистатической обуви), которые в 6–10 раз ниже расчетных значений, полученных в соответствии с омическим законом диссипации.

Эффект снижения установившегося потенциала напольного покрытия наблюдается из-за нелинейной зависимости его удельного поверхностного сопротивления от тангенциальной составляющей напряженности электрического поля [6], что также необходимо учитывать при моделировании процессов электризации.

Несмотря на большую эффективность защитных мероприятий, проблема ЭСР остается актуальной, особенно в условиях быстрого развития микроэлектроники и увеличения чувствительности ее компонентов. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на совершенствование расчетных методов, разработку новых материалов с улучшенными антистатическими свойствами и создание интеллектуальных систем мониторинга ЭСБ в реальном времени.

Только комплексный подход, объединяющий несколько технических и организационных мероприятий, способен предотвратить возникновение ЭСР и обеспечить ЭСБ микропроцессорного оборудования на объектах энергетики.

### Литература

1. Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 340100 "Упр. качеством" / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. М.: Издательский Дом «Технологии», 2005. 352 с;
2. ГОСТ 30804.4.2–2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний;
3. Максимов Б.К., Обух А.А. Защита от статического электричества. М.: МЭИ, 1982. 68 с.
4. Жуликов, С. С. Исследование процессов накопления и диссипации зарядов статического электричества на поверхности полимерных диэлектриков с учетом нелинейных параметров / С.С. Жуликов, Д.И. Ковалев // Электротехника. 2023. № 8. С. 32–37;
5. Глазунов, П.С. Методика ограничения накопления зарядов статического электричества на операторе при обслуживании автоматизированных систем управления технологическим процессом / П.С. Глазунов, С.С. Жуликов, И.М. А. Абдельшафи // Журнал радиоэлектроники. 2017. № 10. С. 11;
6. Жуликов С.С., Ковалев Д.И., Темников А.Г., Королев И.В. Влияние поверхностной проводимости на накопление и диссипацию зарядов статического электричества на поверхности полимерных диэлектриков. Электротехника, 2024, N4, стр. 33–39.

УДК 551.594.221

С.А. СЛОВЕСНЫЙ<sup>1</sup>, 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<sup>1</sup>

### **Изменение параметров устройств защиты электрооборудования от импульсных перенапряжений в эксплуатации**

*Аннотация:* В статье рассматриваются электрические характеристики устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) и влияние на них эксплуатационных факторов. Исследованы температурные зависимости сопротивления, емкости и тангенса угла диэлектрических потерь варисторов ранее не эксплуатируемых образцов и УЗИП находившихся в эксплуатации в течение времени, не превышающего нормативный период. Остаточные напряжения УЗИП определялись при воздействии на них разрядного тока, имеющего форму волны 8/20 мкс.

*Ключевые слова:* электрические характеристики варисторов, УЗИП, остаточное напряжение, разрядный ток.

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

Ivanovo State Power Engineering University  
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: slovsa@eef.ispu.ru<sup>1</sup>

### **Changing the parameters of surge protective devices during operation**

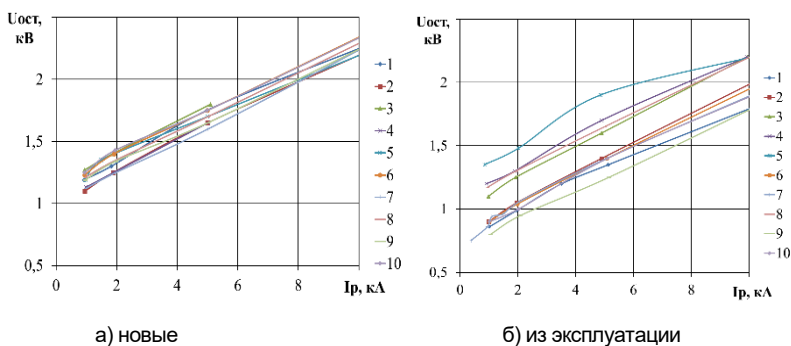
*Abstract.* The article discusses the electrical characteristics of surge protection devices (SPD) and the influence of operational factors on them. The temperature dependences of resistance, capacity and dielectric dissipation factor of varistors of previously unused samples and SPDs that were in operation for a time not exceeding the standard period are investigated. Residual voltages of SPDs were determined when exposed to a discharge current with a waveform of 8/20  $\mu$ s.

Для защиты электрооборудования электрических сетей (в том числе – низковольтных) применяют устройства ограничения перенапряжений на основе нелинейных элементов – варисторов [1, 2]. Такие аппараты предназначены для уменьшения влияния грозовых и коммутационных перенапряжений на элементы систем распределения электроэнергии.

Надежность работы самих защитных аппаратов зависит от условий эксплуатации, от видов и интенсивности перенапряжений [3].

Исследованиям, направленным на оценку влияния эксплуатационных факторов на защитные характеристики высоковольтных устройств ограничения перенапряжений, посвящено множество работ. При этом процессам старения самих низковольтных защитных аппаратов не уделяется должного внимания, при том, что количество последних многократно превышает количество высоковольтных защитных устройств.

Защитные устройства, применяемые в низковольтных системах электроснабжения или телекоммуникационных сетях, называют устройствами защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). В качестве элементной базы для создания УЗИП, как правило, используют оксидно-цинковые варисторы (ОПН). В работе были проведены экспериментальные исследования вольт-амперных характеристик (ВАХ) варисторов с различным сроком эксплуатации, показывающие динамику остаточного напряжения с применением генератора импульсных токов NAICG-100 кА (рис. 1). Можно отметить, что для варисторов, ранее не эксплуатируемых образцов, разброс значений остаточного напряжения меньше, чем для УЗИП находившихся в эксплуатации.



На рис. 2 и 3 представлены температурные зависимости сопротивлений и тангенса угла диэлектрических потерь ( $\tan \delta$ ) варисторов УЗИП.

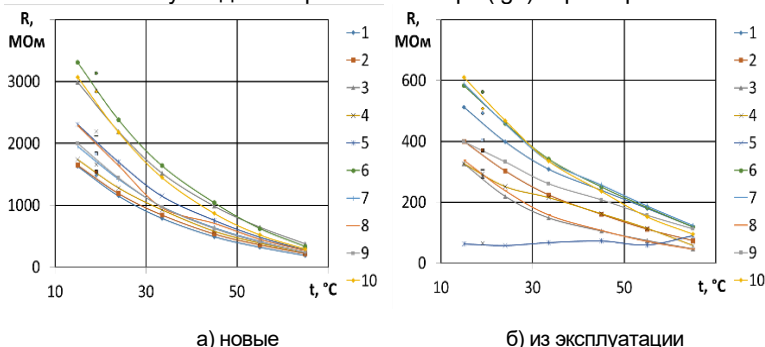


Рис. 2. Температурная зависимость сопротивления варисторов УЗИП

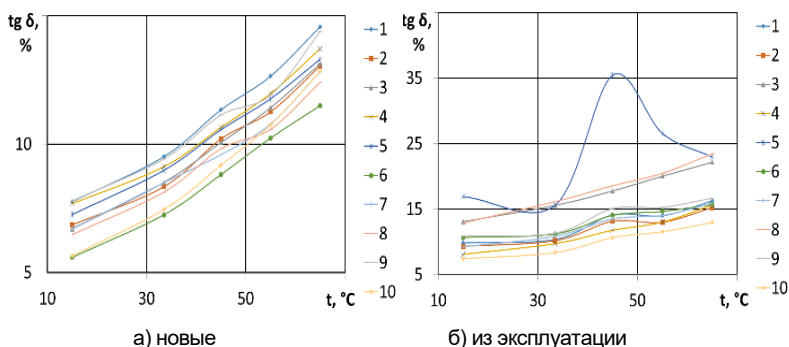


Рис. 3. Температурная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь УЗИП

Проведенные исследования выявили существенное снижение сопротивления варисторов и остаточного напряжения на них для партии образцов, бывших в эксплуатации по сравнению с образцами, не подвергавшимся эксплуатационным воздействиям. Тангенс угла диэлектрических потерь, при этом, у состаренных образцов защитных аппаратов увеличился, а, следовательно, будет увеличиваться тепловыделение и температура УЗИП, что представляет опасность в аспекте тепловой устойчивости ограничителя перенапряжений. Контроль при испытаниях значений емкости варисторов показал не значительное увеличение емкости с ростом температуры и не существенное ее различие для варисторов с разным сроком эксплуатации.

В соответствии с рекомендациями производителей при профилактических испытаниях УЗИП контролируют только значение тока проводимости при максимальном длительном рабочем напряжении. Основные защитные характеристики устройства соответствуют высоковольтным импульсным воздействиям и должны определяться с использованием специализированного оборудования (генератор импульсных токов). Высоковольтные импульсные испытания дают более достоверную оценку изменению характеристик варисторов, однако их проведение возможно только в лабораторных условиях.

Принцип действия УЗИП основан на протекании через варистор на землю импульсного тока, определяемого энергией импульса перенапряжения. Оксид цинка относится к категории полупроводниковых материалов, электрические характеристики которых существенно зависят от температуры. Прохождение импульсного тока сопровождается нагревом рабочего сопротивления (варистора) защитного аппарата. Многократно повторяющиеся импульсные воздействия вызывают старение варистора и изменение его защитных характеристик.

Высоковольтные импульсные испытания показали, что, в целом, надежность УЗИП с меньшим значением сопротивления варисторов ниже, чем у УЗИП, варисторы которых характеризуются более высоким сопротивлением и более низким значением  $\text{tg} \delta$ . В то же время у отдельных

образцов исследуемых УЗИП характер температурных зависимостей сопротивления и  $\tan \delta$  никак не коррелирует с остаточным напряжением и для их объяснения требуется проведение дополнительных экспериментальных исследований.

#### Литература

1. ГОСТ Р 52725-2021 Ограничители перенапряжений нелинейные для электроустановок переменного тока напряжением от 3 до 750 кВ. Общие технические условия.
2. ГОСТ IEC 61643-21-2014. Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 21. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к телекоммуникационным и сигнализационным сетям. Требования к эксплуатационным характеристикам и методы испытаний.
3. Технический бюллетень ТНР021 01.04.2017 г. УЗИП, ЩЗИП®. Рекомендации по монтажу, подключению, обслуживанию.

УДК 551.594.221

А.Ф. СОРОКИН<sup>1</sup>, 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<sup>1</sup>

### Оценка параметров разряда молнии при расчете грозовых перенапряжений

**Аннотация.** В статье рассматриваются результаты расчета параметров разряда молнии по характеристикам лидерной стадии развития при поражении электроэнергетических объектов. Проведена сравнительная оценка максимальных значений токов и длительности воздействия молнии на изоляцию. Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о необходимости при расчете грозовых перенапряжений использовать уточненные методики.

**Ключевые слова:** объекты электроэнергетики, молниезащита, параметры молнии, грозовое перенапряжение.

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

Ivanovo State Power Engineering University  
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: sorokin@es.ispu.ru<sup>1</sup>

### Estimation of lightning stroke parameters in case of calculating lightning surges

*Abstract.* The article discusses the results of calculating the parameters of a lightning stroke based on the characteristics of the leader stage of lightning process. A comparative assessment of the maximum values of currents and the duration of lightning to insulation has been carried out. The analysis of the obtained results allows us to conclude that it is necessary to use refined calculating methods of lightning surges.

*Key words:* overhead transmission line, electrical substation, lightning protection, lightning parameters, lightning surge.

Оценка параметров разряда молнии особенно важна для расчета атмосферных перенапряжений на объектах электроэнергетики: линиях электропередачи и подстанциях. Так, использование необоснованных данных может привести к многочисленным отключениям и выходу из строя электрооборудования или же неоправданным экономическим затратам на усиление изоляции объектов. Для выбора наилучших вариантов грозозащиты этих объектов определяются возможные перенапряжения, которые зависят от параметров главного разряда или стадии нейтрализации объемного заряда лидерной стадии молнии: максимального значения тока, его крутизны, скорости распространения волны нейтрализации и волнового сопротивления канала. Однако, экспериментальное исследование параметров разряда молнии чрезвычайно сложно, поэтому литературные данные часто не согласуются и взаимосвязь между отдельными параметрами разряда молнии в стадии нейтрализации не выявлена.

Так максимальное значение тока первой компоненты молнии и его крутизна представляются экспериментально полученными распределениями, которые различаются в зависимости от места регистрации. Скорость волны нейтрализации изменяется в зависимости от тока молнии от 0,05 до 0,5 величины скорости света  $v_{св}$  [1]. Одновременных регистраций тока молнии и скорости распространения волны нейтрализации не производилось, и в расчетах скорость нейтрализации принимается равной 0,3  $v_{св}$ .

Волновое сопротивление канала молнии  $Z_m$  составляет сотни и даже тысячи Ом [1]. Отмечается, что большим значениям тока молнии соответствуют меньшие величины  $Z_m$ . Поскольку наибольшую опасность представляют удары молнии с большими максимальными значениями тока, в практических расчетах грозозащиты  $Z_m$  принимается равным бесконечности, что соответствует представлению молнии источником тока.

Такие упрощения параметров главного разряда при проведении расчетов грозозащиты приводят к неточным результатам, которые вполне можно назвать качественной оценкой. Так расчет грозоупорности воздушных линий электропередачи позволяет оценить число отключений линии в течение года из-за воздействий разрядов молнии. В результате расчетов получается количество отключений, на порядок превышающее реальные данные эксплуатации. Это свидетельствует о том, что в реальных условиях грозовые перенапряжения с критическими для данной линии параметрами возникают значительно реже, нежели получаются по таким расчетам.

Это вполне устраивает эксплуатационный персонал, поскольку на молнию можно списать многие недоработки, но не может удовлетворить проектировщиков, т.к. в таких условиях невозможно экономически обосновать мероприятия по молниезащите объекта. Основной недостаток расчетных методик [1] заключается в том, что максимальное значение и крутизна тока молнии и импульсов перенапряжений считаются независимыми друг от друга и от параметров пораженного объекта.

В работе [2] предлагается другая методика расчета грозоупорности объектов электроэнергетики, основанная на одновременном расчете процессов нейтрализации объемного заряда лидерной стадии молнии и распространении волны тока молнии в пораженном объекте. Результаты расчетов по этой методике удовлетворительно согласуются с данными эксплуатации, но она пока не рекомендована к использованию. Поэтому предлагается внести некоторые изменения в методику [1] для уточнения результатов расчета.

В работе [3] выполнены расчеты тока при ударе молнии в землю  $I_M$  и провод воздушной линии электропередачи  $I_{ПР}$  при одинаковых параметрах лидерной стадии. Ток молнии  $I_{ПР}$  имеет меньшее максимальное значение и меньшую крутизну фронта, чем при ударе в землю. Максимальные значения  $I_M$  и  $I_{ПР}$  наблюдаются в разное время после начала стадии нейтрализации, а скорость распространения волны нейтрализации при ударе в провод значительно меньше, чем при ударе в землю.

Полученные разные величины токов  $I_M$  и  $I_{ПР}$  использовались для оценки волнового сопротивления канала молнии  $Z_M$  с применением известного соотношения между ними [1].

Зависимость  $Z_M$  от времени имеет V-образную форму. В начале процесса величина  $Z_M$  быстро уменьшается из-за того, что волна нейтрализации при ударе молнии в провод распространяется медленнее и крутизна тока значительно меньше, чем при ударе в землю. Минимальное значение соответствует по времени максимальному току  $I_M$ . При больших временах процесса нейтрализации разность токов медленно уменьшается, что обуславливает рост  $Z_M$ .

Однако при расчете перенапряжений определяющее значение имеет максимальная величина тока молнии при ударе в объект, которая определяется по вероятности распределения амплитуд токов молнии при ударе в землю  $I_M$  и величине волнового сопротивления молнии. За расчетную величину  $Z_M$  следует принимать не минимальное значение волнового сопротивления, а значение  $Z_M$ , соответствующее максимумам токов  $I_M$  и  $I_{ПР}$ . В результате расчетов, выполненных при различных значениях параметров лидерной стадии молнии [3] получено, что расчетная величина волнового сопротивления канала молнии существенно изменяется при изменении тока молнии (кривая 1, рис. 1). Причем имеет значительно меньшие значения, чем по рекомендациям [1].

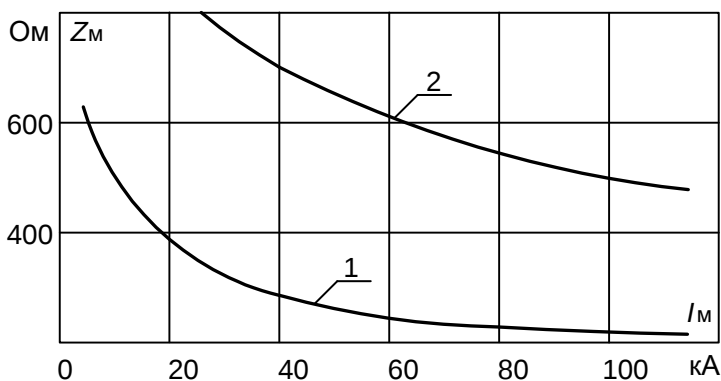


Рис. 1. Зависимость волнового сопротивления канала от тока:  
1 – по данным [3]; 2 – по данным [1].

Таким образом, для расчета грозовых перенапряжений, возникающих на объектах электроэнергетики при разрядах молнии целесообразно использовать расчетную модель стадии нейтрализации объемного заряда лидера [2,3]. Модель предполагает применение в качестве исходного параметра зависимость вероятности появления разряда от линейной плотности объемного заряда лидера, которая не зависит от параметров пораженного молнией объекта. В результате расчетов оценивается вероятность возникновения опасных перенапряжений на электроэнергетических объектах.

### Литература

- 1.Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений / Под научной редакцией Н.Н.Тиходеева. 2-е изд. 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. Материалы докладов РНСЕ, Т. 2, КГЭУ, Казань, 2001.
- 3.Александров Г.Н., Сорокин А.Ф. Оценка параметров разряда молнии при прямом поражении проводов (тросов). Изв.ВУЗов «Энергетика», № 10, 1985.

УДК 621.311.1: 621.316.1

Т.Е. ШАДРИКОВ, к.т.н., доцент,  
А.М. СОКОЛОВ, д.т.н., доцент,  
А.А. ДЬЯЧКОВ, аспирант,  
АБЕЛЬ ТАНКОЙ, аспирант,  
А.О. СМЕРНОВ, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская 34  
E-mail: [amsokolov37@yandex.ru](mailto:amsokolov37@yandex.ru)

### **Перспективные схемотехнические решения электротехнических комплексов повышенной частоты высокого напряжения**

*Аннотация.* В статье рассмотрены в упрощенном виде схемотехнические решения высоковольтных электротехнических комплексов повышенной частоты (ЭТКПЧ) на примере систем промышленного электроснабжения установок индукционного нагрева железобетонных конструкций и систем электропитания зарядных установок электротранспорта. Расчетные оценки характеристик этих вариантов ЭТКПЧ свидетельствуют об их высокой эффективности.

*Ключевые слова:* электротехнический комплекс, повышенная частота, промышленное электроснабжение, индукционный нагрев, электромобиль

T. E. SHADRIKOV, PhD, Associate Professor,  
A. M. SOKOLOV, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,  
A. A. DYACHKOV, PhD students,  
TANKOE ABEL, PhD students,  
A. O. SMIRNOV, PhD student

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: [amsokolov37@yandex.ru](mailto:amsokolov37@yandex.ru)

### **Promising circuit design solutions for high-frequency, high-voltage electrical systems**

*Abstract.* The article discusses in a simplified form the circuit engineering solutions of high-voltage high-frequency electrical complexes (HF ECS) using the example of industrial power supply systems for induction heating installations of reinforced concrete structures and power supply systems for electric vehicle charging installations. Calculated estimates of the characteristics of these variants of the HF ECS indicate their high efficiency.

*Key words:* electrotechnical complex, high frequency, industrial power supply, induction heating, electric vehicle.

Как показывает анализ существующих методов тепловой и электро-тепловой обработки бетона наиболее удобным и целесообразным является применение электротепловой обработки (ЭТО) токами повышенной частоты ( $10\div 20$  кГц) индукционным методом. 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 [1,2].

В качестве примера такой ЭТО целесообразно использовать реальные конструкции свайно-ростверковых фундаментов согласно типовому проекту ТП 407-656.01 АС подстанции 10(6)/0,4 кВ для городских электрических сетей для районов заполярья рис. 1.

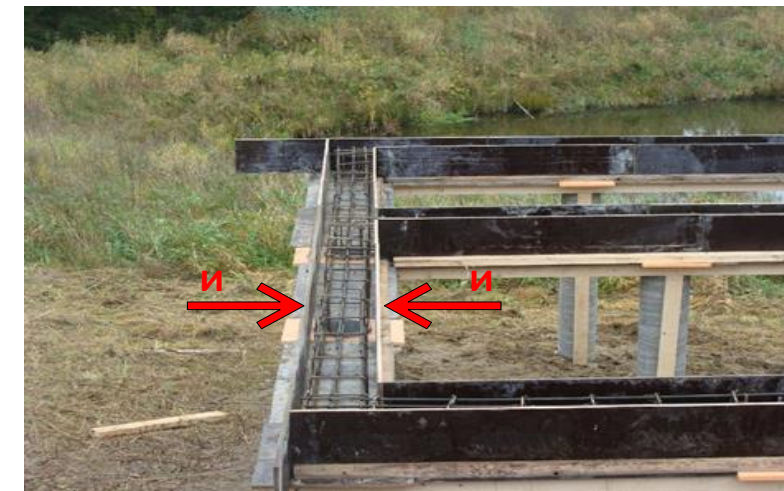
Участок опалубки (рис. 2) с расположенным в ней арматурным каркасом и заполненный бетонной смесью, а также с установленной одной парой индукторов на наружной поверхности представляет собой повторяющийся элемент всей конструкции.

Учитывая протяженность конструкции фундамента требуется установка и одновременное электропитание большого количества индукторов. Поэтому для их электроснабжения целесообразно использовать электротехнический комплекс повышенной частоты (ЭТКПЧ) [2] магистрального типа, конструкция которого представлена на рис. 3.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований характеристик ЭТКПЧ (рис. 3), выполненные с помощью существующих расчетных методик и лабораторных установок [2,3] доказали высокую эффективность такой системы электроснабжения. Например, КПД такой системы имеет величину не ниже  $96\div 97$  %, что достигается благодаря повышенной частоте рабочего напряжения и применению высокого напряжения для передачи электроэнергии от источника питания потребителю.

Как известно, одним из перспективных направлений научно-технического прогресса в мировом масштабе является развитие и применение электротранспорта, которое требует создание широкой сети зарядных установок. Применение ЭТКПЧ магистрального типа может оказаться эффективным решением такой задачи. На рис. 4 представлена схема возможной конструкции такого устройства, рассчитанного на одновременную зарядку нескольких транспортных средств.

С использованием имеющейся программы расчета установившихся режимов ЭТКПЧ, основанной на применении метода частотного анализа, был выполнен расчет осциллограмм токов и напряжений в различных точках установки, а также оценены показатели ее энергетической эффективности [2,3]. В расчетах предполагалось, что на выходе зарядной станции нагрузка имеет активный характер, напряжение равно напряжению на выходе транзисторного преобразователя, т.е. 600 В. Длина кабельной линии принята равной 500 м.



**И** – поверхности опалубки для установки индукторов

<https://loftecomarket.ru/wpcontent/uploads/c/8/3/c838f73fa8e25d78b377da37f6665694.jpeg> (дата обращения 9.04.2025)

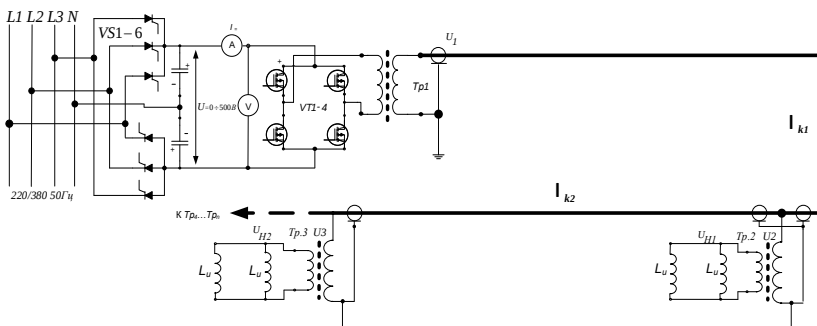


Рис. 3. Магистральная схема высоковольтного промышленного электроснабжения индукторов при ЭТО свайно-ростверковых фундаментов:

$Tr_1, Tr_2, \dots, Tr_n$  – высоковольтные трансформаторы повышенной частоты;  $l_k$  – высоковольтная кабельная линия повышенной частоты;  $L_u$  – индукторы

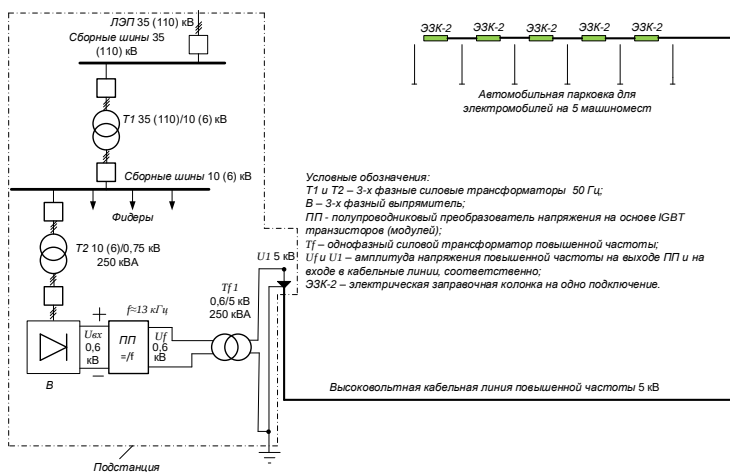


Рис. 4. Общая схема варианта системы электроснабжения повышенной частоты зарядных станций 6 автомобилей одновременно мощностью 200÷250 кВА

Расчетные осциллограммы напряжений и токов, полученные при работе установки с номинальной мощностью (250 кВт), представлены на рис. 5.

Эти осциллограммы хорошо согласуются с ранее полученными результатами теоретических и экспериментальных исследований, что подтверждает правильность и достоверность выполненных расчетов. Расчетное значение КПД такого ЭТКПЧ имеет такую же величину, как и в предыдущем случае (рис. 3)

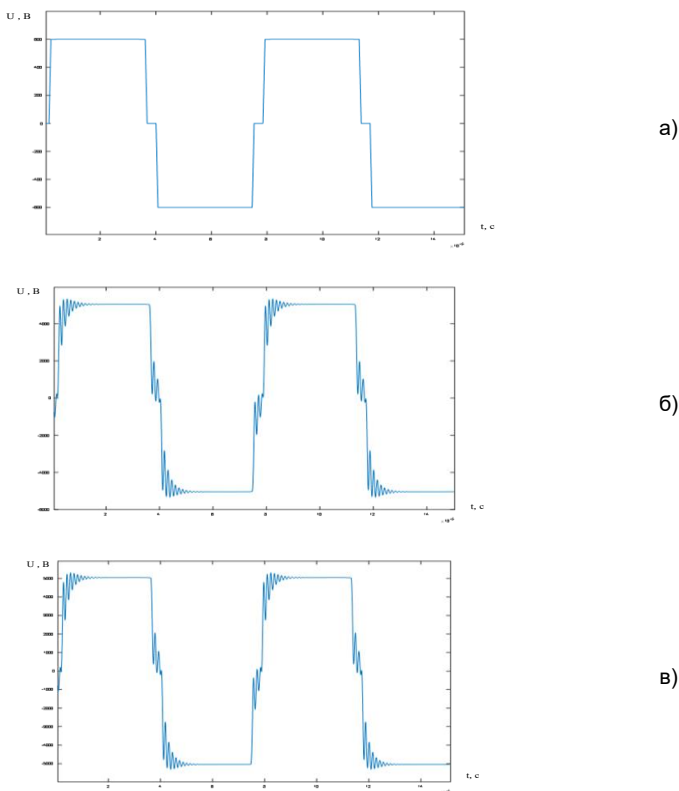


Рис. 4. Расчетные осциллограммы напряжения: ЭДС транзисторного преобразователя (а), напряжения в начале высоковольтной кабельной линии (б), напряжения в конце высоковольтной кабельной линии (в)

Можно сделать вывод, что для успешного применения ЭТКПЧ магистрального типа на практике необходимо дальнейшее продолжение теоретических разработок и экспериментальных исследований по этой тематике.

#### Литература

1. С.В. Федосов, А.В. Гусенков, В.Д. Лебедев, Ю.Н. Бочаров, А.М. Соколов. Принципы организации современной электроэнергетики. Энергетик. 2014. № 3. С. 46-49.
2. Гусенков А.В., Лебедев В.Д., Соколов А.М., Шадриков Т.Е. Страхов А.С. Особенности применения частотного анализа при расчете электрических цепей с транзисторными преобразователями напряжения// Электричество. 2016. № 1. С. 4-12.
3. А.В. Гусенков, В.Д. Лебедев, Т.Е. Шадриков, А.М. Соколов, Абель Танкой. Показатели энергетической эффективности высоковольтного электротехнического комплекса повышенной частоты // Энергетик. №7. 2017. С. 6–12.

## СЕКЦИЯ 5.

### **НАДЕЖНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНЦИЙ И ЭНЕРГОСИСТЕМ**

УДК 621.316.925: 681.3

ДЕРКАЧЁВ С.В., к.т.н., руководитель  
молодежной научной лаборатории  
«Приборостроение и станкостроение»

Донецкий национальный технический университет  
283001, г. Донецк, ул. Артёма, 58  
E-mail: sergey\_derkachev@mail.ru

#### **Детерминация обрыва стержней короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного электродвигателя**

*Аннотация.* Предложен критерий диагностирования обрыва стержней короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного электродвигателя, основанный на выявлении колебаний магнитного потока, обусловленного обрывом стержней в обмотке ротора, по изменению величины суммы фаз измеряемых фазных токов статора в режиме реального времени.

*Ключевые слова:* асинхронный электродвигатель, короткозамкнутая обмотка ротора, обрыв стержней, преобразование Фурье.

DERKACHEV S.V., Candidate of Engineering (PhD),  
Head of the youth scientific laboratory "Instrument  
engineering and machine tool engineering"

Donetsk National Technical University  
283001, Donetsk, Artema, 58  
E-mail: sergey\_derkachev@mail.ru

#### **Determination of the breakage of the rods of the short-circuited rotor winding of an asynchronous electric motor**

*Annotation.* A criterion for diagnosing the breakage of the rods of the short-circuited rotor winding of an asynchronous electric motor is proposed, based on detecting fluctuations in the magnetic flux caused by the breakage of the rods in the rotor winding by changing the sum of the phases of the measured phase currents of the stator in real time.

*Key words:* asynchronous electric motor, short-circuited rotor winding, rod breakage, Fourier transform

Асинхронные электродвигатели получили широкое распространение в качестве электропривода основного оборудования на промышленных

предприятиях благодаря простоте своей конструкции и обслуживания. Однако их применение в качестве электроприводов основного оборудования на требует разработки методов мониторинга и диагностики их фактического состояния на основе параметров рабочего режима для обеспечения их безотказной работы и своевременного проведения ремонтов. В связи с этим актуальной является задача разработки метода детерминации обрыва как одного, так и нескольких стержней короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного на основе преобразования Фурье токов статора в установившемся режиме работы, поскольку использование методов, основанных на спектральном анализе токов статора [1-4], сталкивается со сложностью оценки полученных результатов, поскольку возникновение любых модуляций учитывается в спектре по обе стороны питающего напряжения, что приводит к двойному учёту модулируемой частоты и приводит к снижению точности диагностирования.

На рис. 1а и рис. 1б показаны результаты компьютерного моделирования пуска асинхронного электродвигателя и выхода в номинальный режим работы в виде графиков фазных токов статора и фаз токов статора, полученных с помощью преобразования Фурье при исправном роторе и при обрыве четырех стержней короткозамкнутой обмотки ротора соответственно.

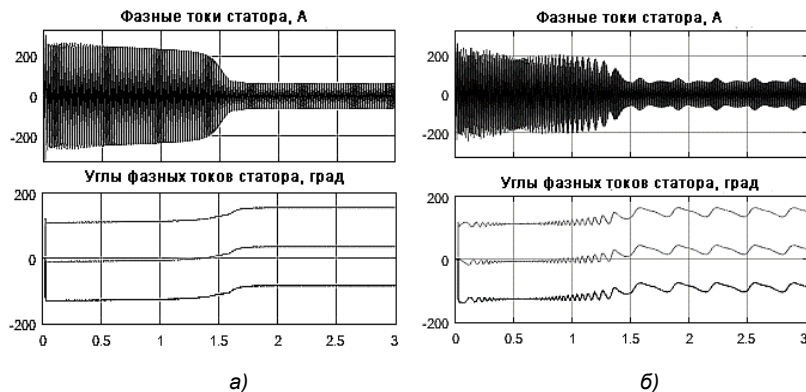


Рис. 1. Результаты компьютерного моделирования работы асинхронного электрического двигателя: а) при исправной обмотке ротора; б) при обрыве четырех стержней обмотки ротора

Результаты, приведенные на рис. 1а и рис. 1б показывают, что изменение величины фаз токов статора с одинаковой периодичностью может быть использован в качестве диагностирующего признака для выявления обрыва стержней короткозамкнутой обмотки асинхронного

электродвигателя. Для более выраженного изменения установленного критерия в работе предлагается использовать сумму углов токов трех фаз статора, а также для отстройки от случайных помех, которые могут возникать в токах статора, предлагается выполнить дополнительную фильтрацию полученной суммы трех фаз фазных токов статора асинхронного электродвигателя с помощью полосового фильтра 50-герцевой составляющей.

На рис. 2а и рис. 2б показаны результаты компьютерного моделирования работы асинхронного электродвигателя при обрыве одного и четырёх стержней ротора соответственно режима пуска и перехода в рабочий режим при использовании фильтрации суммы фаз фазных токов статора асинхронного электрического двигателя

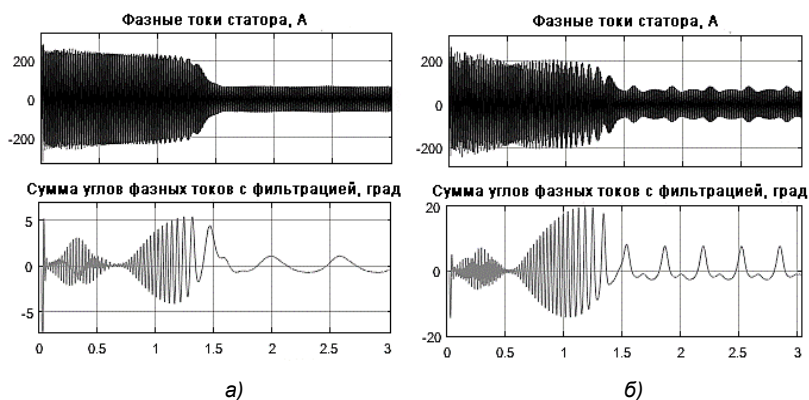


Рис. 2. Результаты компьютерного моделирования работы асинхронного электрического двигателя: а) при обрыве одного стержня обмотки ротора; б) при обрыве четырех стержней обмотки ротора

Результаты, приведенные на рис. 2а и 2б, показывают, что при обрыве одного стержня значительных колебаний амплитуды токов статора не происходит, в отличие от случая обрыва четырех стержней, в то время как изменение суммы углов фазных токов указывает именно на обрыв, что придает чувствительность предложенному критерию.

Предложенный критерий также может быть использован в системах непрерывного мониторинга фактического состояния асинхронного электродвигателя и при фиксации возникновения повреждения осуществлять информирование персонала о необходимости остановки электропривода и вывода его в ремонт.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

Предложенный критерий детерминации обрыва стержней короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного электродвигателя обладает

достаточно высокой чувствительностью, поскольку позволяет выявить не только обрыв группы стержней, но и обрыв одного стержня.

Использование предложенного критерия диагностирования позволяет определить наличие оборванных стержней в короткозамкнутой обмотке ротора асинхронного электродвигателя без его вывода из эксплуатации и разбора.

### **Литература**

1. Федоров Д.В. Диагностика электрических двигателей на основе анализа спектра потребляемого тока // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2007. № 2(11). С. 69–75.
2. Петухов В. Диагностика электродвигателей. Спектральный анализ модулей векторов Парка тока и напряжения // Новости электротехники. 2008. № 1(50). С. 33–37.
3. Вейнреб К. Диагностика неисправностей ротора асинхронного двигателя методом спектрального анализа токов // Электричество. 2012. № 7. С. 51–57.

УДК 621.313.333.2

Г.Д. СМИРНОВ, аспирант,  
А.Е. ЕВДАКОВ, аспирант,  
А.А. СКОРОБОГАТОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфakovская, 34  
E-mail: i@georgijsmirnov.ru

## **Определение порогового значения диагностического параметра обмотки ротора с помощью имитационного моделирования**

**Аннотация.** Статья посвящена определению порогового значения диагностического параметра для выявления повреждений ротора асинхронного двигателя. На основе имитационного моделирования анализируется частотно-временной спектр тока статора. Сравнение характеристик исправного и поврежденного двигателя позволяет установить критерий для детектирования повреждений на ранней стадии.

**Ключевые слова:** асинхронный электродвигатель, спектральный анализ, пороговое значение, имитационное моделирование, диагностика.

G.D. SMIRNOV, ph.d.student,  
A.E. EVDAKOV, ph.d.student,  
A.A. SKOROBOGATOV, Candidate of technical sciences

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

## **Simulation modeling-based approach for defining the threshold value of a diagnostic parameter for rotor winding condition assessment**

*Annotation.* The paper focuses on determining the threshold value of a diagnostic parameter for detecting rotor faults in an induction motor. Based on simulation modeling, the time-frequency spectrum of the stator current is analyzed. Comparison of the characteristics of healthy and faulty motors allows establishing a criterion for fault detection at an early stage.

*Key words:* induction motor, spectral analysis, threshold value, simulation modeling, diagnostics.

Асинхронные двигатели (АД) являются основой современного промышленного производства и инфраструктуры, определяя надежность и эффективность технологических процессов. Безаварийная работа АД имеет первостепенное экономическое и техническое значение, поскольку их отказы приводят к значительным убыткам из-за простоев, затрат на ремонт и возможных каскадных аварий. Традиционные системы релейной защиты (РЗА) АД эффективно справляются с обнаружением коротких замыканий и предельных перегрузок, однако их чувствительность к развивающимся дефектам (таким как обрыв стержней ротора, межвитковые замыкания в обмотке статора, дефекты подшипниковых узлов) на ранней стадии, особенно в динамичных режимах, остается низкой.

Известны методы диагностики повреждений обрыва стержней ротора АД, представленные в [1,2,3], которые базируются на анализе спектрального состава тока статора во время пуска. Несмотря на теоретическую проработку и описание, данные методики диагностики не нашли широкого практического применения в системах мониторинга состояния АД. Это обстоятельство обуславливает актуальность разработки и внедрения эффективных систем защиты асинхронных двигателей, способных реализовать современные диагностические подходы на практике.

Разработка эффективной защиты АД на основе спектрального анализа пускового тока статора предполагает выполнение следующих ключевых этапов:

- 1) выявление информативных спектральных признаков (частот, амплитуд гармоник), характерных для обрыва стержня ротора, и их временной эволюции при пуске;
- 2) определение критериев срабатывания и их пороговых значений для данных спектральных признаков;
- 3) формулирование алгоритма детектирования повреждения на основе сравнения с пороговыми значениями.

Целью данной работы является определение критериев срабатывания и их пороговых значений спектральных компонентов пускового тока статора, что соответствует второму этапу разработки защиты.

Для решения поставленной задачи в программном комплексе

ANSYS была создана имитационная модель АД типа ДАЗО2-17-44-8/10У1. Данная модель использовалась для получения сигналов тока статора в режиме пуска с исправным (рис. 1) и оборванным (рис. 2) стержнем ротора.

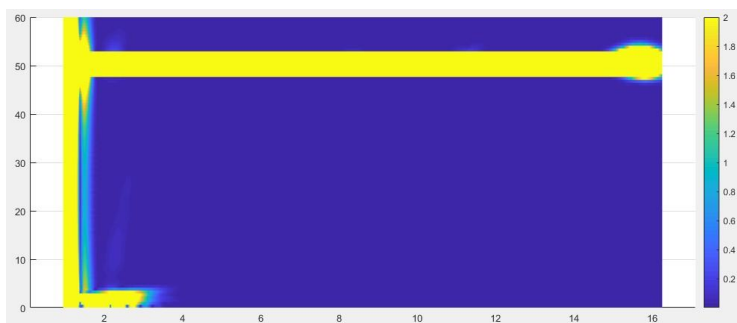


Рис. 1. Спектрограмма сигнала исправного двигателя (цветовая шкала в Амперах)

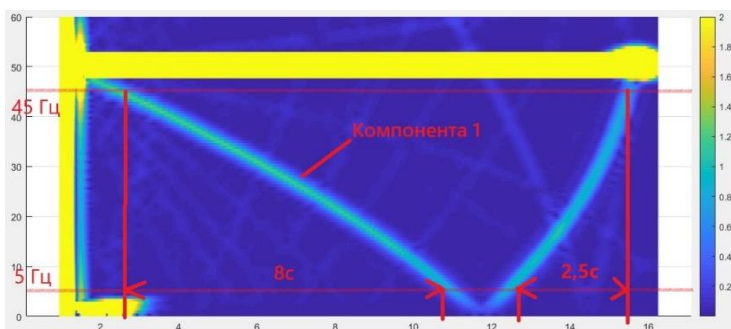


Рис. 2. Спектрограмма сигнала двигателя с одним оборванным стержнем ротора с указанием зон используемых для срабатывания

На рис. 1 и 2 видна разница сигналов, полученных методом оконного преобразования Фурье. При исправном двигателе наблюдается спектральная компонента высокой интенсивности (ярко-желтый цвет) на частоте около 50 Гц, которая является доминирующей на фоне остальных частот. При оборванном стержне ротора (рис. 2) наблюдается проявление дополнительных компонент. Наиболее выражена компонента 1 (рис. 2), которая имеет отрицательный наклон (частота линейно убывает от 50 Гц до 0 Гц на временном интервале  $t \approx 1-12$  с) и положительный наклон (частота линейно возрастает от 0 Гц до 50 Гц на временном интервале  $t \approx 12-16$  с).

Основываясь на наличии характерной частотной компоненты в сигнале тока статора при наличии дефекта ротора, предлагается разработка алгоритма диагностики, предназначенного для её обнаружения. Идентификацию данной компоненты предлагается выполнять на основе анализа тока любой из фаз статора по следующим критериям.

1. Диапазон частот для анализа.

Устанавливается частотный диапазон 5-45 Гц, в котором производится поиск и оценка амплитуды искомой компоненты. Нижняя граница (5 Гц) позволяет исключить влияние апериодической составляющей тока и низкочастотных шумов, особенно выраженных в начальный момент пуска. Верхняя граница (45 Гц) обеспечивает отстройку от основной частоты тока (50 Гц).

2. Порог срабатывания по амплитуде.

Предполагается определение минимального значения амплитуды искомой частотной компоненты, превышение которого инициирует дальнейший анализ (например, запуск счетчика времени). Предлагаемое значение порога 1% от номинального тока ( $60\text{A} \cdot 0,01 = 0,6\text{A}$ ).

3. Временной диапазон (условие срабатывания по длительности).

Фиксация факта наличия дефекта происходит, если амплитуда компоненты в заданном частотном диапазоне превышает установленный порог в течение определенного времени. Для учета вариативности длительности пуска предлагается задавать эту выдержку в относительных единицах (%) от общей продолжительности пускового режима. Начало и конец пуска могут быть определены по сигналам существующей защиты от затянутого пуска двигателя (например, ANSI 48/51LR). В данном случае предлагается значение временной выдержки 60% от общего времени пуска. При этом учитывается суммарная продолжительность времени, в течение которого амплитуда превышает порог за весь период пуска (интегральный подсчет), что показано на рис. 2 ( $((8c+2,5c/16c) \cdot 100\% = 65,6\%)$ ).

Таким образом, итоговое условием срабатывания будет определяться алгоритмом, который фиксирует наличие дефекта, если суммарное время, в течение которого амплитуда сигнала в заданном частотном диапазоне (например, 5-45 Гц) превышает 1% (в данном случае) от номинального тока, составляет не менее 60% от общей длительности пуска двигателя.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на проверку универсальности и практической ценности предложенного метода диагностики. Это включает оценку его эффективности для двигателей малой мощности, а также изучение вариативности амплитуды диагностической компоненты для разработки адаптивных критериев срабатывания. Необходимо также выявить частоты, способные повлиять на достоверность диагностики (риск ложных срабатываний/пропусков).

Имитационное моделирование пускового режима АД позволило идентифицировать специфическую спектральную компоненту тока

статора, связанную с дефектом обрыва стержня ротора. На основе этого предложен метод диагностики, использующий частотный (5-45 Гц), амплитудный (относительный порог) и временной (доля времени пуска) критерии. Целью будущих исследований стоит проверка универсальности метода и его надежности, что позволит в полной мере подтвердить перспективность разработки защиты.

### Литература

1. Баннов, Д.М. Анализ методов диагностики обрыва стержня ротора асинхронного двигателя / Д. М. Баннов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2021. Т. 17, № 3–4. С. 5–23.
2. Макаров В.Г., Цвенгер И.Г., Шаряпов А.М., Вагапов Г.В., Толмачев Г.А. Анализ спектральных характеристик тока асинхронного электропривода / В.Г. Макаров, И.Г. Цвенгер, А. М. Шаряпов [и др.] // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21, № 7. С. 80–86.
3. Назарычев А.Н., Новоселов Е.М., Полкошников Д.А., Страхов А.С., Скоробогатов А.А. Метод контроля состояния обмоток роторов асинхронных электродвигателей при пуске по току статора / А.Н. Назарычев, Е.М. Новоселов, Д.А. Полкошников [и др.] // Дефектоскопия. 2020. № 8. С. 49-55.

УДК 621.313.333.2, 621.314.261

М.А. ЗАХАРОВ<sup>1</sup>, ст. преподаватель,  
Д.А. ПОЛКОШНИКОВ, ст. преподаватель,  
А.С. СТРАХОВ, к.т.н., доцент,  
Е.М. НОВОСЕЛОВ, к.т.н., доцент,  
А.А. СКОРОБОГАТОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: mazoid@gmail.com<sup>1</sup>

### **Анализ спектров асинхронных электродвигателей с поврежденной обмоткой ротора при изменении скорости нарастания частоты питания при пуске**

*Аннотация.* В работе исследуются гармонический состав тока статора асинхронного электродвигателя с повреждением короткозамкнутой обмотки ротора в пусковом режиме при различных настойках преобразователя частоты.

*Ключевые слова:* асинхронный двигатель, преобразователь частоты, частотно-временной спектр, режим пуска, ток статора.

M.A. ZAKHAROV<sup>1</sup>, senior lecturer,  
D.A. POLKOSHNIKOV, senior lecturer,  
A.S. STRAKHOV, PhD,  
E.M. NOVOSELOV, PhD,  
A.A. SKOROBOGATOV, PhD

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: mazoid@gmail.com<sup>1</sup>

### **Analysis of spectra of asynchronous electric motors with damaged rotor winding when changing the rate of increase of power supply frequency during start-up**

*Abstract.* The paper researches the harmonic composition of the stator current of an asynchronous electric motor with damage to the short-circuited rotor winding in the start-up mode with different settings of the frequency converter.

*Key words:* asynchronous motor, frequency converter, frequency-time spectrum, start-up mode, stator current.

Существуют способы выявления повреждения короткозамкнутых обмоток роторов асинхронных двигателей (АД) на основе спектрального анализа сигналов тока статора в установившемся режиме и в режиме пуска. Одним из подобных способов является способ, основанный на выделении в режиме пуска так называемой гармоник от фиктивной обмотки ротора порядка, совпадающего с числом пар полюсов  $p$  АД на нижней боковой частоте (ФОР( $p$ )) [1]. При этом всё большее число АД на промышленных предприятиях начинают работать в составе частотно-регулируемых приводов. Преобразователи частоты (ПЧ) со скалярным управлением могут работать в разомкнутых системах, но такое регулирование применяется не часто, так как диапазон регулирования скорости для таких механизмов ограничен 3:1 (отношение максимальной скорости вращения ротора к минимальной) и необходимо знать механическую характеристику.

Настройка системы заключается в жестком задании соотношения зависимости  $U(f)$ , где  $U$  – напряжение на выходе ПЧ, В,  $f$  – частота напряжения на выходе ПЧ, Гц. Если механические характеристики нагрузки  $M(\omega)$  ( $M$  – момент на валу АД, Н·м,  $\omega$  – угловая частота вращения ротора, рад/с) известна, то расчет зависимости  $U(f)$  может быть выполнен на основе статической модели АД с учетом выбранного закона частотного управления. Пока закон частотного управления не задан, задача расчета  $U(f)$  по  $M(\omega)$  решается неоднозначно. На практике реализация того или иного закона в преобразователе частоты заключается в выборе предустановленной настройки или задании зависимости  $U(f)$  многоточечным способом. Количество точек зависит от возможностей конкретного преобразователя. Также из-за большой инерции механизмов возможно существенное влияние динамической составляющей

момента нагрузки, определяемой ускорением. Для её уменьшения вводится дополнительная настройка, вводящая ограничение скорости нарастания частоты напряжения на выходе ПЧ. Все эти настройки на практике существенно влияют на динамику системы и изменяют характеристики системы в переходных режимах.

Целью работы является исследование диагностических признаков повреждения короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного двигателя в пусковых режимах в сигнале тока статора при различных настройках кривой  $U(f)$  преобразователя частоты.

Эксперименты проводились на низковольтном АД типа АИР 71А6. В качестве преобразователя частоты был использован Веспер Е4-8400-010Н. Регистрация сигнала тока статора осуществлялась с помощью устройства сопряжения с шиной процесса ENMU. Запись производилась на ноутбук, с дальнейшей обработкой сигналов в программном комплексе Matlab на основе оконного преобразования Фурье. В преобразователе была произведена настройка  $U(f)$  в соответствии с рис. 1.

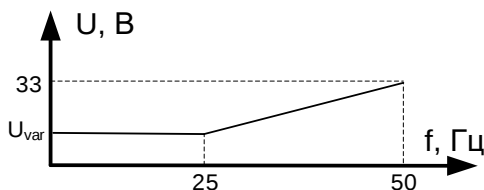


Рис. 1. Настройка многоточечной зависимости  $U(f)$

Она задавалась по двум точкам. Для первой значение частоты составляло 25 Гц, а значение напряжения, обозначенное на рис. 1 как  $U_{var}$ , изменялось в диапазоне от 10 В до 25 В с шагом 5 В. Для второй точки значение частоты составляло 50 Гц, а значение напряжения оставалось неизменным и равным 33 В.

С данными настройками ПЧ была произведена регистрация сигналов тока статора в режимах пуска АД при установке двух роторов – один с исправной обмоткой, второй с одним оборванным стержнем.

Частотно-временные спектры (ЧВС) зарегистрированных сигналов тока статора при наличии оборванного стержня в обмотке ротора при различных значениях параметра  $U_{var}$  представлены на рис. 2.

Из представленных ЧВС видно, что во всех рассмотренных случаях в спектрах можно видеть гармонику ФОР(3-). Однако при различных значениях параметра  $U_{var}$  (при различных зависимостях  $U(f)$ ) частота данной гармоники в процессе пуска изменяется по-разному. При больших значениях  $U_{var}$  величины частоты гармоники ФОР(3-) близко к частоте напряжения на выходе ПЧ, в то время как при малых значениях  $U_{var}$  их величины существенно отличаются и в некоторых точках могут достигать 0.

Аналогично были получены ЧВС для АД с исправной обмоткой ротора, в которых присутствия гармоники ФОР(3-) обнаружено не было.

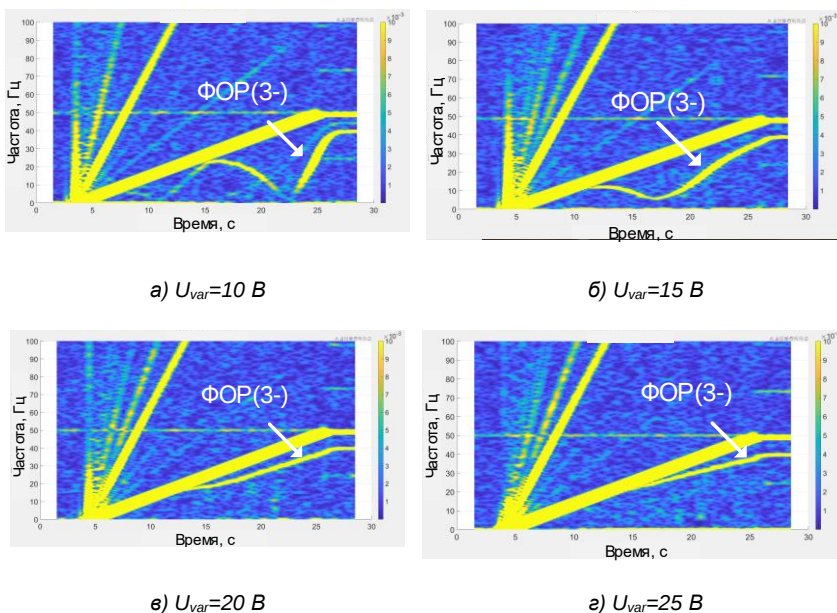


Рис. 2. ЧВС сигналов тока статора при наличии оборванного стержня обмотки ротора при различных значения параметра  $U_{var}$

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- использование ПЧ с различными зависимостями  $U(f)$  не препятствует обнаружению в спектре тока статора при пуске гармоники ФОР(p-) при повреждении обмотки ротора АД;
- при различных зависимостях  $U(f)$  частота гармоники ФОР(p-) изменяется по-разному. Поэтому в процессе диагностики АД с ПЧ необходимо учитывать скорость их вращения.

### Литература

1. Назарычев, А.Н. Метод контроля состояния обмоток роторов асинхронных электродвигателей при пуске по току статора / А.Н. Назарычев [и др.] // Дефектоскопия. 2020. № 8. С. 49–55.

УДК 621.313

А.А. СКОРОБОГАТОВ<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,  
С.Н. ЛИТВИНОВ, ст. преподаватель,  
Д.А. ГОВОРОВ, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: aaskor.andrey@yandex.ru <sup>1</sup>

### **Разработка лабораторной работы: «Поиск замыканий на землю в сети постоянного оперативного тока»**

*Аннотация.* В статье описана лабораторная работа, в которой обучаемые могут получить навыки работы с оборудование системы оперативного постоянного тока и, в частности, с устройствами поиска места замыкания одного из полюсов на землю.

*Ключевые слова:* система оперативного постоянного тока, снижение уровня изоляции, устройство контроля изоляции, замыкание полюса на землю.

A.A. SKOROBOGATOV, Candidate of technical sciences, associate professor,  
S.N. LITVINOV, senior lecturer,  
D.A. GOVOROV, student

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: aaskor.andrey@yandex.ru <sup>1</sup>

### **Development of laboratory work: «Search for ground faults in a direct current network»**

*Abstract.* The paper describes the operational direct current system, namely: the composition of the operational direct current system, the device for searching for ground faults in the operational direct current network, the insulation reduction mode. The relevance of this laboratory work for students is also shown.

*Key words:* DC operating system, earth fault, insulation loss, insulation monitoring device, earth locating devices, pole-to-earth fault.

На энергообъектах предусматривается система оперативного постоянного тока (СОПТ) с номинальным напряжением 220 В. Данная система обеспечивает электропитание потребителей оперативного постоянного тока в аварийном режиме при потере питания со стороны собственных нужд. Одной из неисправностей в СОПТ является значительное снижение сопротивления изоляции между одним из полюсов и землей (менее 20 кОм). Другое название данного режима – замыкание одного из полюсов на землю. Для быстрого определения места замыкания на землю персонал энергопредприятия должен обладать навыками работы с устройствами поиска земли в СОПТ.

Для выявления замыканий на землю в СОПТ и автоматического определения повреждённого присоединения, современные устройства контроля изоляции используют в основном два принципа работы:

- с наложением (инжектированием) в измеряемую сеть тестового сигнала в виде либо переменного напряжения частотой 2,5 Гц, либо постоянного напряжения переменной полярности частотой 2,5 Гц [1];

- с периодическим подключением к полюсам сети резисторов с вольтметром и амперметром, установленных в Т-мостовой схеме с балансными сопротивлениями [1, 2].

В Ивановском государственном энергетическом университете имени В.И. Ленина установлен лабораторный стенд, позволяющий изучать работу СОПТ. В его состав входят шкаф аккумуляторных батарей и шкаф оперативного тока, производства ЭКРА (рис. 1), которые питают 7 шкафов релейной защиты.



Рис. 1. Шкаф оперативного тока и шкаф аккумуляторных батарей:  
1 - зарядно-подзарядное устройство; 2 – предохранители; 3 - набор реле;  
4 - автоматические выключатели и дифференциальные датчики тока;  
5 - контроллер зарядно-подзарядного устройства; 6 – панель оператора;  
7 - терминал ЭКРА-СКИ; 8- моноблоки аккумуляторной батареи

В шкафу аккумуляторных батарей находится 17 моноблоков с номинальным напряжением 12 В каждый, которые выдают на шины управления ЕС1 220 В. Аккумуляторная батарея работает в режиме постоянного подзаряда с подключенными к ней через предохранители двумя зарядно-подзарядными устройствами, который находятся в шкафу оперативного тока. В данном шкафу также размещаются коммутационные аппараты, реле, дифференциальные датчики тока и другие аппараты.

Выявление неисправности компонентов СОПТ осуществляется автоматически средствами мониторинга и средствами самодиагностики элементов СОПТ.

Для поиска присоединения, в котором произошло недопустимое снижение изоляции в данной СОПТ применяется устройство ЭКРА-СКИ. Оно работает по методу Т-моста балансных сопротивлений. Для определения места замыкания полюса присоединения на землю применяется переносное устройство контроля изоляции ЭКРА-ПКИ.

Целью лабораторной работы является обучение студентов навыкам работы с вышеуказанными устройствами поиска замыкания на землю в СОПТ.

Для этого разработана система мероприятий, благодаря которой студент первоначально получает представление о составе, конструкции и работе СОПТ на базе шкафа аккумуляторной батареи и шкафа оперативного тока. Далее он изучает принцип работы системы автоматического поиска замыкания на землю одного из полюсов на базе терминала ЭКРА-СКИ и получает навыки работы с данным устройством путем настройки необходимого режима работы терминала ЭКРА-СКИ и определения уровня изоляции СОПТ и отходящей линии, где произошло снижение изоляции ниже уставки срабатывания.

Для моделирования режима снижения сопротивления изоляции одного из полюсов применяются два сопротивления с номинальным значением 12 кОм и 150 кОм. При замыкании полюса на землю через первое сопротивление устройство ЭКРА-СКИ срабатывает, выдавая световой сигнал наличия замыкания на землю в СОПТ и определяя номер поврежденного фидера. При замыкании полюса на землю через второе сопротивление срабатывание происходит только с определением уровня изоляции СОПТ и выдачей соответствующей сигнализации на дисплей устройства ЭКРА-СКИ, так как сопротивление второго резистора выше уставки срабатывания системы поиска земли.

Как в нормальном режиме, так и в режиме снижения изоляции студент имеет возможность проанализировать форму кривых напряжений каждого из полюсов по отношению к земле.

В заключительной части лабораторной работы студент знакомится с составом и принципом работы переносного устройства контроля изоляции ЭКРА-ПКИ.

В итоге студент после прохождения лабораторной работы получает не только теоретические, но и практические знания, что позволит ему в будущем стать более высококвалифицированным специалистом при эксплуатации оборудования СОПТ.

### **Литература**

1. Титаренко, М.В. Устройство контроля изоляции цепей постоянного тока / Титаренко М.В [и др] // Промышленная энергетика. 1979. – №2. С 24-25.
2. Рекомендации по проектированию систем контроля изоляции сетей постоянного и переменного тока с изолированной нейтралью на оборудование НПП Экра версия 1.01

УДК 621.313.

В.М. ЛАПШИН, к.т.н., доцент,  
Д.М. МАВЛИХАНОВА, магистрант

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

## **К вопросу о выборе мощности силовых трансформаторов на электрической подстанции**

*Аннотация.* В работе представлен сравнительный анализ действующих нормативных документов, определяющих правила выбора номинальной мощности силовых трансформаторов на двухтрансформаторных электрических подстанциях, и их реальное использование в проектной практике.

*Ключевые слова:* среднегодовая температура окружающей среды, нагрузочная способность, допустимые аварийные перегрузки, нормативный срок службы трансформаторов.

V.M. LAPSHIN, Candidat of Engineering Sciences, associate professor,  
D.D. MAVLIKHANOVA, Master's Degree student

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

## **On the issue of choosing the power of power transormes at an electrical substation**

*Annotation.* The paper presents a comparative analysis of current regulatory documents that define the rules for choosing the rated power of power transformers at twotransformer elec trical substations, and their actual use in design prattice.

*Key words:* average annual ambient temperature, load capacity, permissible emergency overloads, standard service life of transformers.

Определение мощности силовых трансформаторов на двухтрансформаторных подстанциях связано с решением двух принципиальных задач: обеспечением оптимальной загрузки трансформаторов в длительном режиме (минимизация постоянных и нагрузочных потерь) и обеспечением нагрузочной способности оставшегося в работе трансформатора при отключении второго.

Жизненный цикл трансформаторов для предполагаемых к строительству или масштабной реконструкции подстанций начинается со стадии проектирования. Проблемы касаются и определения максимальной суммарной нагрузки, и характера ее изменения во времени. В соответствии с нормами проектирования подстанций рабочий проект должен выполняться на расчетный период (5 лет после ввода в эксплуатацию) с учетом перспективы развития на последующие не менее 5 лет.

В нормативном документе [1] (введен в действие в 2015 году и в реестре нормативных документов ПАО «Россети» числится действующим) предусматривается весьма сложная процедура определения требуемой (эффективной) мощности каждого трансформатора на двухтрансформаторной подстанции. Для этого в техническом задании на проектирование требуется обширная информация по потребителям: сумма максимальных мощностей потребителей с разным характером нагрузки (разными графиками нагрузки), причем как присоединенных, так и тех, с которыми заключены договора на техническое присоединение; коэффициенты совмещения максимума потребления электроэнергии; величина заявленной мощности сетевой организации, учтенная в сводном прогнозном балансе на текущий период регулирования; допустимый коэффициент перегрузки трансформаторов и ряд других параметров.

Определенная таким сложным образом требуемая (эффективная) мощность трансформатора позволяет определить степень загрузки как отношение рассчитанной мощности к номинальной мощности установленного трансформатора.

В соответствии с документом [2] (в реестре ПАО «Россети» числится действующим) значение степени загрузки оказывает определяющее влияние на экономические показатели сетевой организации, в том числе и на расчет тарифов на услуги по передаче электроэнергии.

Знакомство с проектной документацией по данному вопросу, имеющейся в свободном доступе, показало отсутствие такого подхода к определению мощности трансформаторов на двухтрансформаторных подстанциях.

В нормативном документе [3] (действующий документ, дата последней актуализации 01.01.2021 г.) по вопросу выбора мощности трансформаторов имеется ссылка на документ [4] (действующий документ, дата последней актуализации 01.01.2021 г.). В данном источнике приводятся коэффициенты максимальной перегрузки силовых трансформаторов с учетом регионального расположения проектируемой подстанции и сезонного характера нагрузки (максимум наступает либо зимой, либо летом). Расчетная мощность трансформатора определяется как отношение максимальной суммарной нагрузки к коэффициенту максимальной перегрузки.

В качестве норматива принимаются допустимые аварийные перегрузки трансформаторов, которые регулируются в соответствии с документом [5] для следующих условий:

- начальная нагрузка, предшествующая перегрузке (по параметрам двухступенчатого эквивалентного графика нагрузки) не превышает 0,8 от номинальной для подстанций энергосистемы;
- продолжительность перегрузки составляет не более 4 часов;
- максимум нагрузки приходится на зимнее время года;
- эквивалентная температура охлаждающей среды для различных климатических районов находится в зимнее время в пределах  $0 - (-20)^{\circ}\text{C}$ .

Исходя из представленных условий для южных регионов страны рекомендуется коэффициент аварийной перегрузки трансформаторов (до 40 МВА включительно), равный 1,7; для регионов Центра, Урала, Сибири и Дальнего Востока рекомендуется коэффициент 1,8. Для летнего времени года при эквивалентной температуре не выше 20°C рекомендуемый коэффициент равен 1,4.

Подобный подход вызывает целый ряд вопросов, связанных с важной характеристикой силовых трансформаторов – нормативным сроком службы. Планируемый срок службы содержит в себе экономическую составляющую, гармонирующую основные проблемы выбора мощности трансформаторов: минимизацию потерь в нормальном режиме при работе двух трансформаторов и обеспечение нагрузочной способности при перегрузке, связанной с отключением одного из двух трансформаторов. Срок службы трансформатора определяется износом (старением) его витковой изоляции. Определяющим фактором для расчета относительного износа является температура наиболее нагретой точки обмотки трансформатора в процессе эксплуатации, то есть реальный срок службы трансформаторов на подстанциях зависит от технического состояния трансформатора (важнейшую роль играет безотказная работа системы охлаждения) и его работы по переменному графику нагрузки.

Серийно выпускаемые трансформаторы, нормативный срок службы которых определен с использованием среднегодовой эквивалентной температуры, равной 20°C (максимальное значение среднегодовой температуры на территории страны по данным [5]), при правильном выборе мощности и квалифицированной эксплуатации может оказаться в комфортных условиях, независимо от региональной привязанности (в регионах с эквивалентной температурой, близкой к 20°C, трансформатор окажется в расчетных условиях, в регионах со среднегодовой температурой более низкой реальный срок службы может оказаться выше нормативного).

Таким образом, складывается алгоритм выбора мощности силовых трансформаторов на двухтрансформаторной подстанции:

- определяются потребители с разным характером нагрузки (с известным или типовым графиком нагрузки) с учетом перспективы роста нагрузки подстанции;
- суммируются графики нагрузки по интервалам времени (суточный график);
- определяется суммарная максимальная мощность потребителей;
- определяется расчетная мощность каждого трансформатора делением максимальной суммарной мощности на допустимый коэффициент перегрузки, равный 1,4;
- определяется ближайшая к расчетной номинальная мощность трансформатора (с учетом всех параметров: типа, номинальных напряжений обмоток и других);

- многоступенчатый график нагрузки преобразуется в двухступенчатый эквивалентный в соответствии с рекомендациями [5];
- определяются относительные нагрузки ступени недогрузки и ступени аварийной перегрузки, определяется продолжительность ступени перегрузки;
- по [5] определяется допустимость режима (подтверждается нагрузочная способность трансформатора);
- при необходимости определяется износ витковой изоляции в пределах суточного графика нагрузки.

### Литература

1. Приказ Министерства энергетики РФ №250 от 06 мая 2014 года.
2. Приказ Федеральной службы по тарифам №2390-э от 24 декабря 2014 года.
3. СТО 56947007-29.240.10.248-2017. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС), ПАО ФСК ЕЭС. М., 2017.
4. Нормативы выбора мощности силовых трансформаторов №8080, ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ. М., 1989.
5. ГОСТ 14209-85. Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов. М., 2009.
6. ГОСТ Р 52719-2007. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. М., 2008.

УДК 621.313.322

Д.А. МИРОХВАТОВ<sup>1</sup>, студент,  
А.И. ЗИМИН<sup>2</sup>, зам. нач. электроцеха (по РЗА),  
Д.А. ШИРЯЕВ<sup>2</sup>, зам. глав. инж. по электротехническому оборудованию  
А.С. СТРАХОВ<sup>1</sup>, к.т.н.,  
А.А. СКОРОБОГАТОВ<sup>1</sup>, к.т.н.

<sup>1</sup>Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34

<sup>2</sup>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция»  
396071, Воронежская область, г. Нововоронеж, промышленная зона Южная, 1  
E-mail: aaskor.andrey@yandex.ru

## Моделирование синхронного турбогенератора в целях анализа и диагностики

**Аннотация.** В работе рассматривается разработка и исследование имитационной модели синхронного турбогенератора для задач анализа и диагностики. Имитационная модель создана с учетом всех основных физических процессов, происходящих в синхронном турбогенераторе, включая электромагнитные, механические и тепловые явления. Полученные результаты позволяют оценить

поведение синхронного турбогенератора в различных режимах работы и могут быть использованы для диагностики и оптимизации управления энергетическим оборудованием.

**Ключевые слова:** турбогенератор, математическое моделирование, диагностика, имитационная модель, моделирование режимов работы, оптимизация параметров, анализ характеристик.

D.A. MIROKHAVATOV<sup>1</sup>, student,  
A.I. ZIMIN<sup>2</sup>, Deputy Head of the Electrical Shop (for RPA),  
D.A. SHIRYAEV<sup>2</sup>, Deputy Chief Engineer for Electrical Equipment  
A.S. STRAKHOV<sup>1</sup>, Candidate of technical sciences,  
A.A. SKOROBOGATOV<sup>1</sup>, Candidate of technical sciences

<sup>1</sup>Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34

<sup>2</sup>Branch of JSC «Concern Rosenergoatom» «Novovoronezh Nuclear Power Plant»  
396071, Voronezh Region, Novovoronezh, industrial zone Yuzhnaya, 1  
*E-mail: aaskor.andrey@yandex.ru*

## **Modeling of a synchronous turbogenerator for the purposes of analysis and diagnostics**

**Abstract.** The paper considers the development and study of a simulation model of a synchronous turbogenerator for the purposes of analysis and diagnostics. The simulation model was created taking into account all the main physical processes occurring in the synchronous turbogenerator, including electromagnetic, mechanical and thermal phenomena. The obtained results allow us to evaluate the behavior of a synchronous turbogenerator in various operating modes and can be used for diagnostics and optimization of power equipment control.

**Key words:** turbogenerator, mathematical modeling, diagnostics, simulation model, modeling of operating modes, optimization of parameters, analysis of characteristics.

Актуальность работы по моделированию синхронного турбогенератора связана с необходимостью обеспечения надёжной работы этих устройств. Виртуальное моделирование позволяет определить основные характеристики синхронного турбогенератора в различных режимах работы без дорогостоящих экспериментов с реальными машинами. Разработка верной имитационной модели позволяет оценить влияние дефектов в обмотке статора и ротора синхронного турбогенератора на режим его работы. На основе полученных при расчёте модели сигналов с помощью спектрального анализа могут быть выявлены диагностические признаки для дефектов, возникающих в обмотках статора и ротора синхронных турбогенераторов.

Цель данной работы заключается в изучении возможностей использования компьютерного моделирования для анализа и диагностики работы синхронных турбогенератора, создание модели синхронного

турбогенератора с расчётными характеристиками, совпадающими с реальной машиной.

В качестве моделируемого генератора принят генератор ТВФ-60-2 с двумя полюсами мощностью 63 МВт. Моделирование производится в программном комплексе ANSYS Electronics Desktop.

Начальный этап получения готовой модели заключается в использовании стандартных алгоритмов расчёта вращающихся электрических машин и упрощение магнитных систем с помощью встроенной программы RMXprt на основе паспортных данных и конструктивных размеров статора и ротора моделируемого синхронного генератора [1]. Данный подход позволяет сравнить, какие характеристики может дать при заданных исходных данных стандартная математическая модель исследуемой машины и создать конфигурацию, наиболее близкую к требуемой для дальнейшего усложнения. В результате расчёта в программе RMXprt были получены данные о расходе материала, параметры ненасыщенного устойчивого состояния, магнитные данные без нагрузки, магнитные данные при полной нагрузке, электрические данные при полной нагрузке, переходные параметры и постоянные времени.

Полученная конфигурация турбогенератора ТВФ-60-2 из RMXprt была с помощью программного продукта Ansys Maxwell конвертирована в двумерную модель для проведения расчёта электромагнитных полей. На данном этапе появляется возможность имитации различных дефектов в обмотках статора и ротора синхронного турбогенератора, производится приближение полученной модели к реальной машине путём более подробной настройки обмоточных данных, расположения и размера стержней в пазах, граничных условий, параметров, связанных с нагрузкой. При расчете в Ansys Maxwell с использованием метода конечных элементов, были получены точные данные о статических, гармонических электромагнитных и электрических полях, а также переходных процессах в полевых задачах.

В результате работы получена модель турбогенератора ТВФ-60-2 с расчётными характеристиками близкими к паспортным данным реальной машины.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) моделирование турбогенераторов позволяет проводить анализ и диагностику их работы, что способствует повышению надежности и эффективности работы электрооборудования.

2) использование современных методов моделирования, таких как конечно-элементное моделирование, позволяет детально изучать механические и электромагнитные процессы в турбогенераторах.

3) применение компьютерного моделирования позволяет оптимизировать конструкцию турбогенераторов, снижать потери энергии и улучшать их эксплуатационные характеристики.

4) моделирование позволяет проводить диагностику состояния турбогенераторов, выявлять возможные дефекты и повреждения, прогнозировать остаточный ресурс работы оборудования.

**Таблица 1. Сравнение данных, полученных при расчете модели и паспортных данных турбогенератора ТВФ-60-2**

| Наименование параметра                      | Паспортные данные | Расчетные данные |
|---------------------------------------------|-------------------|------------------|
| Номинальная мощность, кВт                   | 63000             | 62900,2          |
| Напряжение статора, кВ                      | 6,3               | 6,299            |
| Ток статора, А                              | 7210              | 7217,08          |
| Ток ротора, А                               | 1450              | 1207,41          |
| Коэффициент мощности, о.е.                  | 0,8               | 0,798733         |
| Омическое сопротивление обмотки статора, Ом | 0,000698          | 0,000629         |
| Омическое сопротивление обмотки ротора, Ом  | 0,103             | 0,117595         |
| КПД, %                                      | 98,4              | 96,955           |

### Литература

1. Доржиева, Б. С. Разработка модели турбогенератора в среде Ansys Maxwell / Б. С. Доржиева, А. Б. Раднаев; науч. рук. А. Г. Гарганеев // Бутаковские чтения : материалы II Всероссийской с международным участием молодежной конференции, 13-15 декабря 2022 г., Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2022. — [С. 446-447].

УДК 621.313.333.2

Д.А. ПОЛКОШНИКОВ<sup>1</sup>, ст. преподаватель,  
А.С. СТРАХОВ, к.т.н., доцент,  
Е.М. НОВОСЕЛОВ, к.т.н., доцент,  
Е.А. РОЖДЕСТВЕНСКАЯ, студент,  
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<sup>1</sup>

### **Диагностирование обрывов стержней короткозамкнутых обмоток роторов асинхронных электродвигателей в режиме выбега с учетом остаточной намагниченности**

*Аннотация.* В работе с помощью имитационного моделирования асинхронных электродвигателей определены диагностические признаки повреждения обмотки ротора, а также проанализировано влияние нагрузки и момента отключения цепи питания на гармонический состав сигнала внешнего магнитного поля в режиме выбега.

*Ключевые слова:* асинхронные электродвигатели, частотно-временной спектр, выбег, внешнее магнитное поле, обрыв стержня обмотки ротора.

D.A. POLKOSHNIKOV<sup>1</sup>, senior lecturer,  
A.S. STRAKHOV, PhD,  
E.M. NOVOSELOV, PhD,  
E.A. ROZDESTVENSKAJA, student,  
A.A. SKOROBOGATOV, PhD

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

### **Diagnostics of breaks in bars of short-circuited windings of rotors of induction electric motors in runout mode taking into account residual magnetization**

*Annotation.* In this paper, using simulation modeling of induction electric motors, diagnostic features of rotor winding damage are determined, and the influence of the load and the moment of disconnection of the power supply circuit on the harmonic composition of the external magnetic field signal in the runout mode is analyzed.

*Key words:* induction electric motors, frequency-time spectrum, runout mode, external magnetic field, broken rotor bar.

В настоящее время одним из важных направлений развития современной электроэнергетики является повышение надежности функционирования асинхронных двигателей (АД), которые активно используются в качестве приводов механизмов во многих отраслях промышленности. Для повышения надежности большое внимание уделяется разра-

ботке и совершенствованию методов диагностирования их технического состояния.

Одним из наиболее перспективных методов для выявления повреждений обмоток роторов АД является спектральный анализ сигнала внешнего магнитного поля (ВМП). При этом наибольшее внимание уделяется проведению контроля в установившемся режиме, а не режиму выбега, хотя неоспоримым преимуществом последнего является то, что на получаемые сигналы не оказывают влияния помехи от обмотки статора. В [1] было доказано, что в спектрах сигналов ВМП в режиме выбега может быть отчетливо видна не только основная гармоника сигнала, но и другие гармоники, характерные при наличии дефектов. По этой причине вопросы разработки новых методов контроля состояния обмоток роторов АД в режиме выбега являются актуальными и требуют проведения научных исследований.

**Целью работы** является определение диагностических признаков обрывов стержней короткозамкнутой обмотки ротора в режиме выбега, существующих во ВМП и анализ влияния нагрузки и момента отключения цепи питания АД на гармонический состав сигнала ВМП.

Для достижения цели было проведено имитационное моделирование ВМП трех типов АД (двух высоковольтных ДАЗО2-17-44-8/10У1, ДАМСО-15-12-8 и одного низковольтного АИР 71А6) в режиме выбега при исправных обмотках ротора и при одном оборванном стержне. При моделировании учитывалось влияние на ВМП как токов ротора (в отличие от токов статора при отключении АД токи ротора продолжают существовать определенное время), так и остаточной намагнитченности сердечника ротора. В качестве диагностических параметров повреждения обмотки ротора рассматривались амплитуды гармоник от фиктивной обмотки ротора (ФОР) [1].

Для исследования влияния нагрузки АД в установившемся режиме перед отключением машины на амплитуды гармоник ФОР в режиме выбега проанализированы частотно-временные спектры (ЧВС) ВМП указанных выше АД. На рис. 1 в качестве примера приведены ЧВС ВМП АД типа ДАЗО2-17-44-8/10У1 при его отключении на 5-ой секунде. До этого момента он работал в номинальном режиме. Для данной машины токи ротора после отключения продолжают существовать примерно 5 секунд [1] (на рис. 1 интервал времени от 5 до 9 сек.), что значительно увеличивает амплитуды гармоник ФОР при поврежденной обмотке ротора в режиме выбега по сравнению с соответствующими амплитудами для исправной обмотки. Данные амплитуды уменьшаются по мере уменьшения значения тока в обмотке ротора. К концу 5-ой секунды после начала выбега (после полного затухания токов в обмотке ротора) снижение амплитуд прекращается, но при этом вследствие остаточной намагнитченности сердечника ротора амплитуды указанных выше гармоник будут выше для обмотки с оборванным стержнем.

Кроме этого, анализ ЧВС показал, что чем больше нагрузка, пред-

шествующая отключению цепи питания АД, тем выше значения амплитуд гармоник ФОР ВМП при выбеге. Аналогичные результаты получены для высоковольтного АД типа ДАМСО-15-12-8.

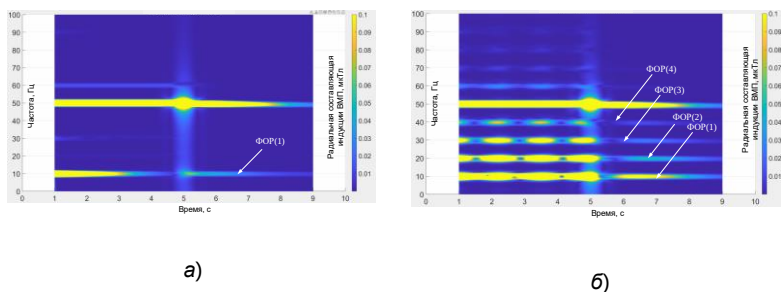


Рис. 1. ЧВС ВМП АД типа ДАЗО2-17-44-8/10У1 в режиме выбега: а – исправная обмотка ротора; б – обмотка ротора с одним оборванным стержнем

В отличие от высоковольтных машин, для АД типа АИР 71А6 затухание токов в обмотке ротора происходит за доли секунд, поэтому амплитуды гармоник ФОР в режиме выбега практически не изменяются и обусловлены исключительно явлением остаточной намагниченности. На рис. 2 представлены частотно-временные спектры сигналов ВМП АД типа АИР 71А6 с исправной обмоткой ротора и обмоткой с одним оборванным стержнем. Моделирование произведено в аналогичных условиях с предыдущими высоковольтными АД. Как видно из рис. 2 амплитуды гармоник ФОР при наличии повреждения в обмотке ротора значительно выше амплитуд соответствующих гармоник при исправной обмотке.

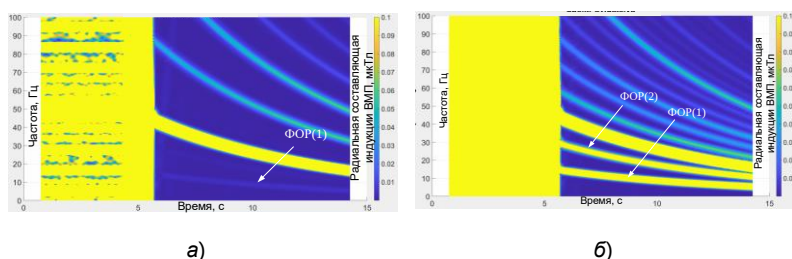


Рис. 2. ЧВС ВМП АД типа АИР 71А6 в режиме выбега: а – исправная обмотка ротора; б – обмотка ротора с одним оборванным стержнем

В заключительной части данной работы было показано что момент отключения цепи питания АД не оказывает существенного влияния на гармонический состав сигнала ВМП и не может привести к ошибочному заключению о состоянии обмотки ротора АД.

### **Литература**

**1. Назарычев А.Н.** Исследование сигнала внешнего магнитного поля асинхронного электродвигателя в режиме выбега / А.Н. Назарычев [и др]// Вестник ИГЭУ. Иваново, 2024. Вып. 3. С. 46–54.

УДК 621.313.333.2

П.А.РОЖДЕСТВЕНСКИЙ<sup>1</sup>, магистр.,  
Е.А.РОЖДЕСТВЕНСКАЯ, студент,  
А.С. СТРАХОВ, к.т.н.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: [PakersPak2001@yandex.ru](mailto:PakersPak2001@yandex.ru)<sup>1</sup>

### **Обнаружение статического эксцентриситета асинхронных двигателей методом спектрального анализа в различных режимах**

*Аннотация.* В работе на компьютерных моделях асинхронных двигателей доказано наличие в спектрах внешнего магнитного поля и тока статора в различных режимах работы гармоник, несущих информацию о наличии повышенного статического эксцентриситета ротора.

*Ключевые слова:* асинхронные двигатели, техническое состояние, спектральный анализ, внешнее магнитное поле, ток статора, статический эксцентриситет.

P.A. ROZHDESTVENSKIY<sup>1</sup>, master's student,  
E.A. ROZHDESTVENSKAYA, bachelor's student,  
A.S. STRAKHOV, Candidate of technical sciences

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: [PakersPak2001@yandex.ru](mailto:PakersPak2001@yandex.ru)<sup>1</sup>

### **Detection of static eccentricity in induction motors using spectral analysis under different operating modes**

*Annotation.* The study, using computer models of induction motors, confirmed the presence of harmonics in the spectra of the external magnetic field and stator current under various operating conditions. These harmonics carry information about increased rotor static eccentricity.

*Key words:* Induction motors, technical condition, spectral analysis, external magnetic field, stator current, static eccentricity.

В системах собственных нужд электрических станций и подстанций широко применяются асинхронные двигатели (АД) с короткозамкнутой обмоткой ротора. Отказ ответственных АД может привести к их ремонту

или замене, к полной или частичной остановке энергоблока, нарушению технологического процесса. Поэтому своевременное выявление дефектов на данных машинах является актуальной задачей.

Одной из частых причин отказов АД является повышенный статический эксцентриситет (СЭ). При этом вопросы обнаружения данного дефекта в существующих публикациях рассмотрены поверхностно и требуют более детального анализа.

Одним из эффективных современных методов диагностирования АД является метод спектрального анализа сигналов, основанный на поиске в спектрах сигналов характерных для дефекта гармонических составляющих. При этом наиболее перспективными для спектрального анализа являются сигналы внешнего магнитного поля (ВМП) и тока статора.

Целью исследования является обнаружение в спектрах сигналов ВМП и тока статора гармоник, характерных для повышенного СЭ, в различных режимах работы АД.

Для проведения исследований была разработаны компьютерные модели низковольтного АД типа 4A132S4 мощностью 7,5 кВт с двумя парами полюсов в исправном состоянии и при наличии СЭ величиной 30% от ширины воздушного зазора. Расчеты проводились в установившихся режимах работы с различной нагрузкой, а именно при номинальной нагрузке, 50% от номинальной нагрузки и в режиме холостого хода, в режиме пуска в составе агрегата с дутьевым вентилятором типа ВД-6 (для увеличения продолжительности пуска) и в режиме выбега с учетом остаточной намагниченности без дутьевого вентилятора.

Для обработки сигналов в установившихся режимах работы используется быстрое преобразование Фурье, а при пуске и в режиме выбега – оконное преобразование Фурье. В обоих случаях для получения более точных результатов использована оконная функция Флэттоп.

Первоначально произведен анализ спектров в установившихся режимах работы. В качестве примера на рис. 1 приведены спектры ВМП, а на рис. 2 – спектры тока статора в режиме холостого хода. Из анализа спектров можно увидеть, что при наличии СЭ отчетливо проявляются гармоники с частотами около 25, 75, 125... Гц, в то время как в спектрах исправного двигателя данные гармоники практически отсутствуют. Также в спектре тока статора (рис. 2) на порядок возрастают амплитуды гармоники 100 Гц и кратных ей. Аналогичные результаты были получены и для других режимов работы, но в режиме холостого хода были получены лучшие результаты. В результате анализа результатов сделан вывод о том, что частоты гармоник, характерных при наличии СЭ, аналогичны частотам гармоник, возникающих из-за динамического эксцентриситета, которые могут быть определены по выражению [1]:

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

где  $f_c$  – частота сети;  $\nu$  – порядок гармоники;  $s$  – скольжение;  $p$  – число пар полюсов;  $f_{3(\nu-)}$  – частота нижней боковой полосы гармоники СЭ  $\nu$ -го порядка;  $f_{3(\nu+)}$  – частота верхней боковой полосы гармоники СЭ  $\nu$ -го порядка.

После этого был произведен анализ спектров тока статора и ВМП при пуске АД и ВМП в режиме выбега. В ходе анализа было установлено, что в режиме пуска характерные гармоники с частотами, определяемыми по выражению (1), в спектрах практически не проявляются. В режиме выбега при наличии СЭ амплитуды характерных гармоник значительно возрастают, что можно увидеть на рис. 3. Таким образом, был сделан вывод о возможности обнаружения гармоник СЭ в спектрах АД не только в установившемся режиме, но и в режиме выбега.

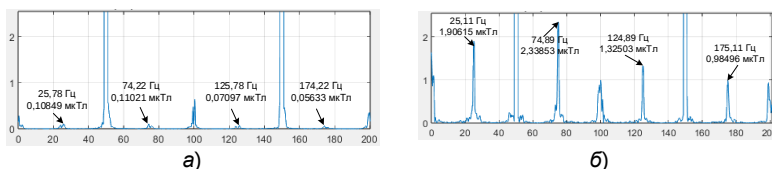


Рис. 1. Спектры ВМП АД при отсутствии СЭ (а) и при наличии 30% СЭ (б) в установившемся режиме (на холостом ходу)

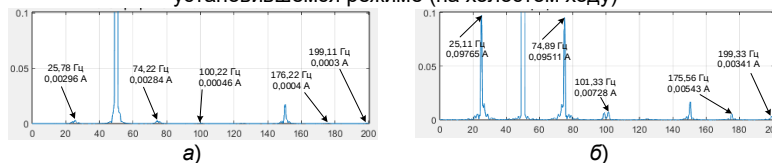


Рис. 2. Спектры тока статора АД при отсутствии СЭ (а) и при наличии 30% СЭ (б) в установившемся режиме (на холостом ходу)

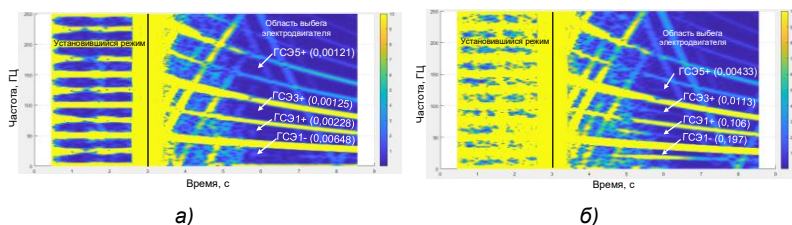


Рис. 3 – Спектры ВМП АД при отсутствии СЭ (а) и с наличием 30% СЭ (б) в режиме выбега (в скобках указаны амплитуды гармоник в мкТл)

Таким образом, в работе на компьютерной модели АД было доказано, что ВМП и ток статора в установившемся режиме и в режиме выбега несут диагностическую информацию о наличии СЭ. В режиме пуска выявление статического эксцентриситета нецелесообразно.

### Литература

1. Назарычев А.Н. Метод определения динамического эксцентриситета асинхронных электродвигателей электростанций в режиме выбега / А.Н. Назарычев, Д.А. Полкошников, А.С. Страхов, Е.М. Новоселов, М.А. Захаров, А.А. Скоробогатов // Электрические станции, 2025. №3. С. 29-38.

УДК 621.313.33

А.Д. СУСЛЯЕВ, студент,  
Д.В. СМИРНОВ<sup>1</sup>, студент,  
И.В. КРАВЧЕНКО, студент,  
Е.М. НОВОСЕЛОВ, к.т.н., доцент.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: sopkaich@gmail.com<sup>1</sup>

### Разработка лабораторного стенда для моделирования неисправностей асинхронных электродвигателей

*Аннотация.* Статья посвящена разработке испытательного лабораторного стенда для моделирования механических и электрических неисправностей асинхронных электродвигателей. Описана конструкция и возможности стенда.

*Ключевые слова:* стенд, асинхронный электродвигатель, физическое моделирование, диагностика, неисправности.

A.D. SUSLYAEV, students,  
D.V. SMIRNOV, students,  
I.V. KRAVCHENKO, students,  
E.M. NOVOSELOV, associate professor, Candidate of technical sciences.

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

### Development of a laboratory stand for fault simulation of asynchronous electric motors

*Annotation.* The article describes the development of a test laboratory stand for simulating mechanical and electrical faults in induction motors (IM). The structural components of the stand are presented, including a physical model, control and measurement systems. The prospects of using the stand to improve diagnostic methods are presented.

*Key words:* test stand, induction motor, physical modeling, diagnostics, faults.

Высоковольтные асинхронные электродвигатели (АД) широко применяются в промышленности благодаря надежности и эффективности. Однако их эксплуатация сопровождается риском возникновения неис-

правностей. Такими неисправностями могут быть: замыкания в обмотке статора; повреждение стержней и короткозамыкающих колец ротора; статический и динамический эксцентриситет и другие. Отказ АД в процессе эксплуатации может привести к значительному ущербу из-за нарушения технологического процесса. Поэтому, для повышения эксплуатационной надежности АД целесообразно внедрение методов диагностики, позволяющих определять техническое состояние работающего двигателя (функциональная диагностика).

Для изучения существующих и разработки новых методов функциональной диагностики АД, разрабатывается экспериментальный стенд, позволяющий моделировать неисправности АД и создавать различные режимы работы.

Объектом исследований является АД типа АИР71А6 мощностью 370 Вт, с которым на одном валу находится АД типа 5АИ71В6 мощностью 550 Вт, который выступает в качестве нагрузки (рис. 1).



Рис.1. Асинхронные электродвигатели - Исследуемый АИР71А6 и нагрузочный 5АИ71В6

Электродвигатели могут получать питание от лабораторного автотрансформатора (ЛАТР) и двух преобразователей частоты (ПЧ). ПЧ №1 - Instart MCI, и ПЧ №2 - Веспер Е4-8400.

Управление стендом осуществляется со шкафа управления (рис. 2).

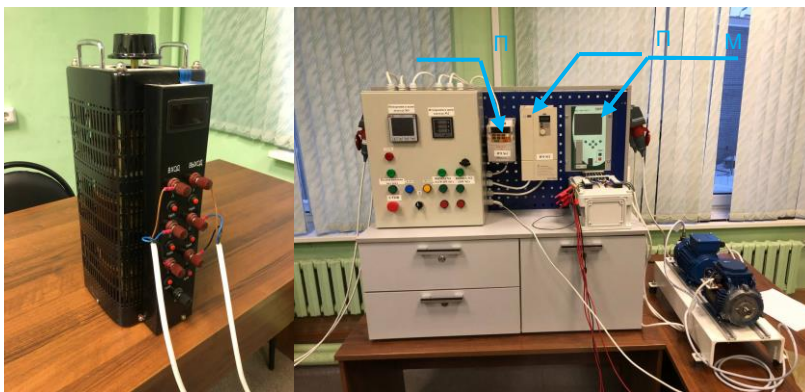


Рис.2. Общий вид стенда, ЛАТР (слева)

ЛАТР позволяет осуществлять прямой пуск двигателя как на номинальном, так и на пониженном напряжении, что позволяет создать затынутый пуск электродвигателя, при котором неисправности, связанные с ротором, будут наиболее заметны, так как ток в роторе будет максимальным.

Также исследуется возможность использования частотного преобразователя, как одного из элементов системы диагностики АД. Преобразователи частоты позволяют управлять частотой и напряжением питания электродвигателя, создавая большое разнообразие режимов работы электродвигателя. С помощью преобразователя частоты Instart MCI, работающего в режиме управления моментом нагрузочного АД, можно изменять нагрузку на валу исследуемого двигателя.

Измерительная часть стенда состоит из блока измерений (рис. 3), в котором установлены трансформаторы тока, трансформаторы напряжения и токовые шунты; терминала релейной защиты АПС МИР100; измерительного преобразователя ENMU и многоканального АЦП LCARD E14-440. Для измерения частоты вращения используется инкрементальный энкодер ЛИР-158Б (см. рис. 1). Для регистрации внешнего магнитного поля используется датчик Холла. Для регистрации магнитного поля внутри воздушного зазора установлены три внутренних индуктивных датчика, которые представляют собой два витка провода, намотанных на зубец статора.

В настоящий момент реализовано моделирование только одного вида неисправностей АД – обрыв стержня короткозамкнутой обмотки ротора. Для исследуемого АД имеется комплект из трех роторов, два из которых исправные, а третий имеет оборванный стержень.



Рис.3. Измерительный блок и блок терминала РЗиА МИР100

В дальнейшем планируется реализовать моделирование межвитковых замыканий в обмотке статора АД и моделирование дисбаланса вращающихся масс с помощью специально изготовленного маховика.

УДК 621.311.18

САВЕЛЬЕВ В.А. д.т.н., профессор  
Д.А. ЕЖОВ, магистр,  
Н.Е. БАРДЮКОВ, магистр

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34  
E-mail: savelev-iv@yandex.ru ; eda.ezhov@mail.ru, nikitabardyukov2003@gmail.com

### **Комплексная оценка технического состояния силовых маслонаполненных трансформаторов. Условия и перспективы**

*Аннотация.* На основе анализа статистических данных отказов трансформаторного оборудования на станциях и в сетях определены их причины, состав задач и организация комплексной оценки технического состояния силовых маслонаполненных трансформаторов.

*Ключевые слова:* техническое состояние, трансформатор, анализ, комплексная оценка.

V.A. SAVELYEV, Doctor of Technical Sciences, Professor  
D.A. EZHOV, masters  
N.E. BARDYUKOV, masters

Ivanovo State Power Engineering University

34 Rabfakovskaya str., Ivanovo, 153003

E-mail: savelev-iv@yandex.ru ; eda.ezhov@mail.ru, nikitabardyukov2003@gmail.com

## **Comprehensive assessment of the technical condition of oil-filled power transformers. Conditions and prospects**

*Abstract.* Based on the analysis of statistical data on transformer equipment failures at stations and in networks, their causes, tasks, and organization of a comprehensive assessment of the technical condition of power oil-filled transformers have been determined.

*Key words:* technical condition, transformer, analysis, comprehensive assessment.

После нормативного срока службы на силовых трансформаторах значительно возрастает риск внезапных отказов от внутренних КЗ. Поэтому одновременно с плановой заменой встает задача продления ресурса, внедрения риск-ориентированного обслуживания и разработка новых технических и программных средств, исключающих такие отказы.

Ее решению должен предшествовать анализ повреждаемости трансформаторов и их узлов в реальных условиях эксплуатации. Такой анализ проводился для трансформаторов на ТЭС и АЭС, в распределительных сетях и в сетях железнодорожного транспорта. На рис. 1 показана доля отключений трансформаторного оборудования среди общих отказов на АЭС за последние годы. Из рисунка видно, что блочные трансформаторы (14,2%), трансформаторы собственных нужд (3%), измерительные трансформаторы тока (4%) и напряжения (7%) в сумме составляют довольно значительную часть 28,2%.

Статистика также показала, что с внутренними короткими замыканиями (КЗ.) доля отказов, составляет 0,45% в год для сетевых и 0,65% в год – для блочных трансформаторов [1.], и примерно треть повреждений сопровождается взрывами и пожарами. После 35–37 лет эксплуатации начинает расти удельная повреждаемость трансформаторов от старения и к 45 годам она приближается к 3%.

Повреждаемость блочных трансформаторов со сроком эксплуатации более 25 лет составляет порядка 45% от общего числа повреждений (без учета отказов высоковольтных вводов и устройств РПН). Возникновение внутренних КЗ в процессе эксплуатации связано с недостаточной электродинамической стойкостью, с выгоранием изоляции из-за задержки в отключении сквозных токов КЗ и с нарушением контактов соединений в обмотках.

В сетевых трансформаторах основными причинами отказов из-за внутренних КЗ являются: пробой внутренней изоляции высоковольтных вводов – 48%; недостаточная стойкость при КЗ – 14%; износ изоляции

обмоток – 12%; пробой изоляции обмоток – 7%; пробой изоляции отводов, обрыв части проводников гибкой связи, замыкания на ярмовую балку магнитопровода и корпус бака – 5%; повреждения РПН – 5%. Повреждения с внутренними КЗ в 24% сопровождались возгораниями и пожарами трансформаторов.

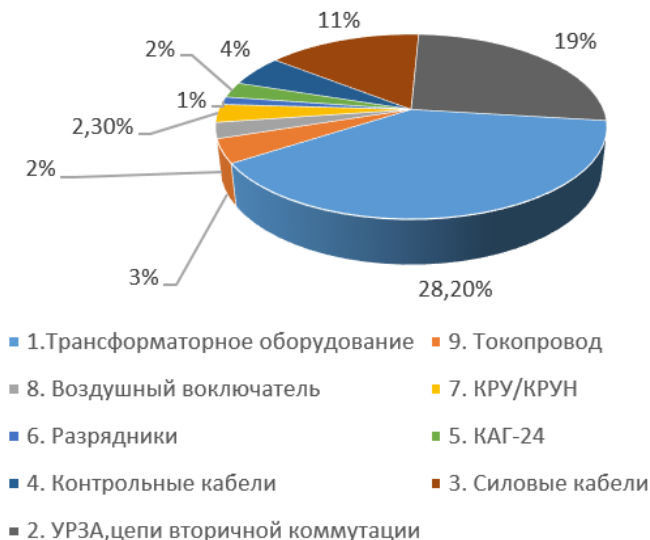


Рис. 1. Нарушения и отказы электротехнического оборудования на АЭС России

На трансформаторах подстанций железнодорожного транспорта за 6 лет наблюдений повредилось 27 трансформаторов. В результате чего было заменено 15 силовых трансформаторов и 34 высоковольтных маслонаполненных ввода. Из 27 поврежденных трансформаторов 17 – понижающие 110, 220 кВ и 10 – преобразовательных трансформатора напряжением 6...10 кВ. Удельная повреждаемость понижающих трансформаторов 1,8 раза выше, чем преобразовательных. В Работе рассмотрены условия и периоды проведения плановых и внеочередных комплексных обследований. Подробно разобраны недостатки плановых проверок. [2]. и описана мировая тенденция развития оценки технического состояния, которая идет по пути использования систем мониторинга (режим «on-line») и применения специализированных локальных автоматических систем. В заключительной части сформулированы задачи комплексной оценки технического состояния трансформаторов с

учетом новых методов и технических средств, их приоритет и организация: комплексной оценки технического состояния трансформаторов.

### **Заключение**

1. Переход на риск – ориентированный ремонт и обслуживание трансформатора требует корректировки и более обоснованного выбора состава контролируемых параметров и самой организации комплексной оценки технического состояния.

2. Первоочередными объектами контроля являются высоковольтные вводы и обмотки. Особое внимание следует обращать на влажность, загрязнение поверхности изоляции обмоток, на сработку ресурса и деструкцию твердой изоляции.

3. Плановое Комплексное обследование должно проводиться по данным индекса технического состояния, величине сработанного ресурса, и сроку эксплуатации

### **Литература**

1. Львов Ю.Н., Ванин Б.В и др.. О повреждениях силовых трансформаторов напряжением 110-500 кВ в эксплуатации // Электрические станции. 2001. № 9. С. 53.

2. Львов М.Ю., Ванин Б.В., Львов Ю.Н., Вдовико В.П., Савельев В.А. Анализ общих условий существования частичных разрядов в масляных прослойках витковой изоляции трансформаторов. Электрические станции, 2008, №6

*Примечание.* Данная публикация является частью исследований выполняемых по гранту с АО «Концерн Росэнергоатом»

## СЕКЦИЯ 14.

### **ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ: ЧЕЛОВЕК, ТЕХНИКА, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА**

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*

#### **Мировоззренческие основы системнологической теории опасности антропогенной деятельности**

*Аннотация.* Приводится описание мировоззренческих положений, составляющих основу разрабатываемой теории опасности антропогенной деятельности.

*Ключевые слова:* мировоззрение, эволюция, сопринадлежность, самоорганизация, кодовая рефлексия, антропогенная деятельность.

K.V. CHERNOV, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
*E-mail: chernov@bjd.ispu.ru*

#### **Ideological foundations of the systemnological theory of the danger of anthropogenic activity**

*Abstract.* The description of the ideological positions that form the basis of the developed theory of the danger of anthropogenic activity is given.

*Key words:* worldview, evolution, belonging, self-organization, code reflection, anthropogenic activity.

Разрабатываемая автором теория опасности антропогенной деятельности базируется на мировоззрении многих ученых-предшественников, среди которых Ч.Р. Дарвин (1809–1882), В.И. Вернадский (1863–1945), А.Е. Ферсман (1883 – 1945), А.И. Перельман (1916–1998), Н.Н. Моисеев (1917–2000), В.С. Стёпин (1934–2018), Б.И. Кудрин (1934–2020) и др.

Научное мировоззрение академика В.И. Вернадского во многом определило современные взгляды на биосферу. Он разрабатывал целостное учение о живом веществе, учение о превращении биосферы в ноосферу. Человеческий разум и научная мысль, по его утверждению, стали планетарными факторами, сравнимыми с геологическими.

Член-корреспондент АН СССР Н.Н. Моисеев проводил научные исследования по следующим направлениям:

1) создание математических моделей стабильности биосферы в условиях антропогенных воздействий;

2) разработка идей самоорганизации и универсального эволюционизма;

3) развитие идей В.И. Вернадского и восприятие коэволюции человека и биосферы как условия выживания.

Патриарх Московский и всея Руси Кирилл так высказался о теории эволюции Дарвина: – «Говорили, что эволюция против божьего замысла – она не против божьего замысла, а свидетельствует о невероятном божественном замысле, когда человек своими силами, опираясь на внешние факторы, может развиваться таким образом, как это произошло в результате эволюции» [1].

Мировоззрение относительно теории опасности должно описываться посредством положений, эффективных при их использовании. Мировоззренческие положения можно представить посредством категорий обобщенно и, как следствие, кратко. Категория есть понятие, которое является предельно общим и максимально ёмким.

Отправная категория, представляющая собой предельно ёмкое обобщение, – это категория Универсума. Универсум есть всё существующее, включая умственно, т.е. ментально, существующее.

Универсум является базовой категорией для следующих производных категорий: составляющая Универсума, формообразование, субстанция, взаимовлияние, внешнее окружение, кодорефлексия.

Составляющая Универсума – это его часть, обособляемая по какому-либо признаку. По познаваемости можно выделить имманентную и трансцендентную составляющие Универсума.

Имманентная часть описывается присущими ей свойствами, подтверждаемыми опытным путём. Трансцендентная часть Универсума описывается свойствами, не получившими опытного подтверждения. Трансцендентная часть не имеет эмпирически подтверждаемого описания, поэтому далее рассматривается только имманентная часть Универсума.

Категория «формообразование» представляет собой составляющую Универсума, обособляемую по признаку обладания формой. Понятие «формообразование» охватывают то, что обычно называется частицами, объектами, организмами, искусственными объектами, создаваемыми организмами, искусственно модифицированными организмами. Субстанция есть наполнение составляющих и формообразований Универсума. Описание соединения составляющих Универсума в целое, осуществляется посредством понятия «взаимовлияние». Взаимовлияние также имеет субстанциальное содержание. Категория «внешнее окружение» есть то, что находится за пределами выделяемой для познания совокупности формообразований Универсума.

Кодовая рефлексия, кодорефлексия, – это воспроизведение каким-либо биотическим формообразованием других формообразований, их взаимовлия-

ния, внешнего окружения, наполнения, эволюционирующее от примитивного воспроизведения до ментального самовоспроизведения.

Следует отметить, что ментальная кодорефлексия субстратируется на ансамблях клеток головного мозга человека, общее количество которых составляет около 86 миллиардов нейронов, соединяющихся посредством сотен триллионов синапсов.

Методология безопасности базируется на следующих мировоззренческих положениях:

1. Положение о неотъемлемости.

Человек – неотъемлемая часть Универсума, возникшая вследствие эволюционных трансформаций.

2. Положение об эволюционности.

Эволюция Универсума состоит в раскрытии его свойств через сопринадлежащее возникновение и развитие сингулярной, абиотической и биотической составляющих.

3. Положение о сопринадлежности.

Сопринадлежность составляющих Универсума заключается в том, что всякая часть Универсума является неотъемлемой частью общей составляющей, которая, в свою очередь, принадлежит более общей части Универсума и т.д. В частности, антропная составляющая Универсума является сопринадлежащей частью биотической.

4. Положение о биотичности.

Биотичность формообразования Универсума, предстающего микро- или макроорганизмом, определяется его способностью к кодорефлексии, отсутствующей у косных объектов.

5. Положение о самоорганизации.

Эволюция биотической составляющей Универсума определяется её самоорганизацией, обусловленной возникновением и развитием способов кодорефлексии.

6. Положение о генезисе кодорефлексии.

Генезис кодорефлексии микро- и макроорганизмов последовательно проявляется реактной раздражимостью, умением действовать, знанием оснований, содержания и последствий действий.

7. Положение о преобразованиях Универсума.

Человек – высший организм, способный посредством кодорефлексии осознавать составляющие Универсума и преобразовывать его части посредством деятельности в своих интересах, увеличивая приспособительные и созидательные способности.

Мировоззренческие положения необходимо приводят к следующим выводам:

1. Способность человека к активной преобразующей деятельности определяет его доминирующее положение на планете.

2. Неадекватная деятельность человечества, вызванная нетождественностью кодорефлексии, может привести к распаду всего, что возникло на планете в ходе эволюции.

### Литература

1. Патриарх Кирилл отчасти реабилитировал Чарльза Дарвина. Комментарий Георгия Бовта // Информационный ресурс BFM.ru: официальный сайт. URL: <https://www.bfm.ru/news/559080?ysciid=m7o9feugnt827879597> (дата обращения: 28.02.2025).

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](mailto:chernov@bjd.ispu.ru)

### **Системнологическая идентификация средств коллективной защиты в техносфере**

*Аннотация.* Приводится описание системнологического метода исследования, который используется для определения средств коллективной защиты относительно техногенной деятельности.

*Ключевые слова:* деятельность, система, техногенное воздействие, опасность, средства коллективной защиты.

K.V. CHERNOV, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: [chernov@bjd.ispu.ru](mailto:chernov@bjd.ispu.ru)

### **Systemnological identification of collective protection tools in the technosphere**

*Abstract.* A description of the systemnological research method is given, which is used to identify the means of collective protection relative regarding technogenic activities.

*Key words:* activity, system, technogenic impact, danger, means of collective protection.

Жизнедеятельность человека, или антропогенная деятельность, представляет собой совокупность социогенной (или общественной, включая политическую), агрогенной, техногенной, арсогенной (или художнической), экономогенной (или экономической), онтогенной (или личностной) и иной деятельности. Из всей совокупности разновидностей деятельности, преобладающей в техносфере, является техногенная деятельность, которая обуславливает среду обитания работника.

Техногенная деятельность разделяется на следующие виды: проектно-конструкторская, проектно-изыскательская, строительно-монтажная,

пуско-наладочная, эксплуатационная, экспертно-декларационная, испытательная, ремонтная, утилизационная, управленческая и иная деятельность.

Системнологическое исследование техногенной деятельности проводится с применением системы, называемой техногенной. Техногенная система в системнологии есть осознаваемое отображение исследуемой составляющей Универсума, обособленное в соответствии с ее целью и разделяющееся на компоненты, которые посредством отношений объединяются в целое, связанное с внешней средой.

Функция техногенной системы заключается в производстве технетической продукции. К технетической продукции относятся вещества, материалы, потребительская энергия, сооружения, устройства, изделия, услуги, информация.

Исходная техногенная система, предназначенная для производства продукции, содержит в себе антропные, технетические, биотические и абиотические компоненты, а также внешнюю среду. Антропные компоненты исходной техногенной системы являются работниками, т.е. рабочие, специалисты и руководители. Технетические компоненты исходной системы предстают техническими сооружениями и устройствами, преобразуемыми технетическими веществами и материалами, продукцией и отходами техногенной деятельности. Биотические компонентами исходной техногенной системы являются организмы, сопровождающие производство технетической продукции. Абиотическими компонентами техногенной системы могут быть, в частности сырьевые вещества для производства продукции.

Компоненты внешней среды отображают то, что оказывает и может оказать влияние на техногенную систему, а также находится и может оказаться под ее влиянием.

Отношения в системе предстают связями взаимодействия и наследования. Взаимодействие отображает собой взаимное влияние компонентов системы в данный момент времени. Наследование отображает неизменность компонентов и их взаимодействия при переходе системы от предыдущих состояний к последующим. Неизменность компонентов и взаимодействия, а также их изменение чаще всего выражаются процессами. Процесс представляет собой изменение взаимодействия компонентов и их свойств во времени. Часть процесса, соответствующая его началу, переходу из одной стадии в другую или завершению называется событием.

Центральными компонентами техногенной системы при решении проблемы безопасности являются антропные и технетические компоненты. Главные отношения в системе относительно центральных компонентов – это антропотехнетическое взаимодействие, технетические процессы и процессы антропотехнетического взаимодействия. Они имеют вещественное, энергетическое, сциентное содержание.

Вещественно-энергетическое антропотехнетическое взаимодействие

может быть представлено воздействиями. Воздействие вещества и энергии технетического компонента на антропный организм, сопровождающее техногенную деятельность работника или возникающее вследствие этой деятельности, называется техногенным воздействием.

Технетический компонент является источником техногенного воздействия, а антропный – приемником. В опосредованном воздействии участвуют компоненты-посредники, через которые вещество или энергия поступают от источника к приемнику.

Восприятие приемником вещества или энергии приводит или может приводить к эффектам техногенного воздействия. Техногенное воздействие с уровнем, при небольшом отклонении от которого в организме работника возникают или могут возникнуть вследствие деятельности эффекты, создающие предпосылки для болезней или травм, является критическим. Техногенная опасность – это техногенное вещественно-энергетическое воздействие послекритического уровня, при котором эффекты, возникающие или способные возникнуть в организме работника вследствие деятельности, вызывают или могут вызывать болезни или травмы.

Количественное выражение уровней техногенного воздействий проводится посредством дозы, интенсивности или параметра воздействия. Количество вещества или энергии, проникающее внутрь организма работника, представляет собой дозу техногенного воздействия. Интенсивность техногенного воздействия – это поток вещества или энергии, отнесённый к единице площади поверхности организма работника и нормально направленный к ней. Основной переменный показатель, обуславливающий значение дозы или интенсивности, называется параметром техногенного воздействия.

Техногенная деятельность должна приводить к созданию такой технетической продукции и предусматривать такие действия работников, чтобы

- техногенные воздействия не возникали;
- возникшие воздействия соответствовали докритическому уровню;
- при воздействиях послекритического уровня применялась защита.

Техногенные воздействия не возникают или соответствуют докритическому уровню, если источник вещественно-энергетического воздействия имеет необходимые конструктивные и эксплуатационные характеристики. При вещественно-энергетических воздействиях послекритического уровня применяют средства защиты.

Средства коллективной защиты [1] – технические средства защиты работников, конструктивно и (или) функционально связанные с производственным оборудованием, производственным процессом, производственным зданием (помещением), производственной площадкой, производственной зоной, рабочим местом (рабочими местами) и используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов.

Средства коллективной защиты в соответствии со системнологическим методом исследования являются компонентами исходной техногенной системы, предотвращающими техногенные воздействия или снижающими их уровень.

#### **Литература**

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 26.12.2024) // Собрание законодательства Российской Федерации. 07.01.2002. №1(Ч. 1). Ст. 3.

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](mailto:chernov@bjd.ispu.ru)

### **Системный подход в учебной дисциплине «Теория горения и взрыва»**

*Аннотация.* Приводится описание системнологического метода исследования, который рекомендуется использовать при преподавании учебной дисциплины «Теория горения и взрыва».

*Ключевые слова:* системный подход, системнология, взаимодействие, процесс, горючая система, взрывная система.

K.V. CHERNOV, Candidate of Engineering, assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: [chernov@bjd.ispu.ru](mailto:chernov@bjd.ispu.ru)

### **A systematic approach in the academic discipline «Theory of gorenje and explosion»**

*Abstract.* A description of the systemnological research method is given, which is recommended for use in teaching the academic discipline «Theory of Gorenje and explosion».

*Key words:* system approach, systemnology, interaction, process, combustible system, explosive system.

Системный подход представляет собой одно из направлений научного познания. Системный подход получил своё начало в 1934 году при создании австрийским биологом Л. фон Берталанфи общей теории систем. Кроме общей теории разработаны и применяются системотехника, холизм, системный анализ и другие разновидности данного направления научного познания.

Развитие системного подхода с применением принципа универсального эволюционизма и принятых мировоззренческих положений привело к разработке области науки о целостности познания, названной системнологией. Системнология – совокупность научных теоретико-прикладных знаний о целостности отображения и осознания, составляющих Универсума при кодорефлексии. Кодорефлексируемые составляющие Универсума предстают его познаваемыми частями, которые могут быть исследуемыми, изучаемыми или замышляемыми к преобразованию, т.е. проектируемыми.

Система в системнологии – это 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. Системнологический метод, как следует из определения системы, сочетает в себе приёмы анализа и синтеза.

Система может быть создана вследствие ментальной кодорефлексии, если обособляемая часть познаваемого Универсума существует для достижения какой-либо цели. Цель познаваемой части, определяемая при обособлении, переопределяется относительно системы и становится её функцией.

Отношения в системнологии – осознаваемое при кодорефлексии отображение взаимовлияния формообразований познаваемой части Универсума, которое представляется связями взаимодействия и связями наследования. Связи взаимодействия – отношения между компонентами системы в данный момент времени. Отношения, определяющие неизменность состояния и свойств компонентов во времени, представляют собой связи наследования. Неизменность состояния и свойств компонента поддерживается изменчивостью компонентов, с которыми он находится во взаимодействии, и его внутренней изменчивостью. Данное обстоятельство позволяет заменить связи наследования процессами. Процесс ограничивается и может разделяться событиями. Событие начинается или завершает процесс, а также разделяет его на стадии. Событие является кратковременной частью процесса со скоростью, имеющей экстремальное значение. Вторая производная по времени от индекса процесса для этой части имеет нулевое значение.

Система, создаваемая вследствие применения системнологического метода к изучению горения, называется горючей. Цель горючей системы состоит в осуществлении вещественно-энергетических преобразований горючего вещества. Функция системы заключается в описании состояний, соответствующих определённым преобразованиям горючего вещества.

Горючая система в состоянии, соответствующем инициированию горения, имеет в своём составе горючее вещество, окислитель, источник зажигания и внешнюю среду. Последующая декомпозиция горючего вещества и окислителя, приводит к выделению молекул, затем субмолекулярных частиц и атомов.

Отношения в горючей системе предстают связями взаимодействия между компонентами, внутрикомпонентными процессами и процессами межкомпонентного взаимодействия.

Взаимодействие в горючей системе предстает энерго-вещественными и вещественно-энергетическими, т.е. химическими, связями. Энерго-вещественные связи взаимодействия между компонентами проявляются периодически действующими силами при их контактах, притяжении, отталкивании, в том числе силами Ван-дер-Ваальса. Химическое взаимодействие предстаёт перманентными силами ковалентной, ионной, металлической, водородной и иной связи.

Горение является совокупным вещественно-энергетическим процессом, который складывается из парциальных процессов, в том числе процессов:

- перемещения вещества посредством диффузии или конвекции при ламинарном или турбулентном режимах;
- распространения энергии теплопроводностью, конвекцией, излучением;
- диссоциации сложных молекул на субмолекулярные частицы, простые молекулы и атомы;
- энерго-вещественного взаимодействия;
- химического взаимодействия и др.

Система, создаваемая при использовании системнологического метода для изучения технетических взрывов, называется взрывной. Компонент, который является носителем конвертируемой при взрыве энергии, называется взрывчатым.

Технетический взрыв – быстрая конверсия энергии, вызываемая и сопровождаемая вещественно-энергетическим преобразованием взрывчатого компонента, приводящая к возникновению продуктов взрыва и распространению ударной волны внутри взрывной системы и во внешней среде. Взрывы вызываются конверсией химической, термодинамической, электрической и иной энергии.

Взрывная система имеет переменный компонентный состав. Взрывчатый компонент и внешняя среда относятся к основным компонентам взрывной системы. Дополнительными компонентами могут быть следующие:

- оболочка взрывной системы, предотвращающая взаимодействие взрывчатого компонента и компонентов внешней среды при стандартных термодинамических условиях и способствующая конверсии энергии;
- окислитель, участвующий в вещественно-энергетическом преобразовании взрывчатого компонента;
- продукты взрыва, возникающие вследствие вещественно-энергетических преобразований взрывчатого компонента;
- инициаторы взрыва, начинающие конверсию энергии;
- ингибиторы, взрыва, замедляющие конверсию, и др.

Последующая декомпозиция взрывчатого компонента, окислителя и

продуктов взрыва, приводит к выделению молекул, затем субмолекулярных частиц, атомов и т.д.

Взаимодействие во взрывной системе также предстаёт энергетическими и химическими связями. Процессы во взрывной системе, в которой взрывчатым компонентом является, например природный газ, аналогичны процессам в горючей системе. Дополнительным является процесс распространения ударной волны дефлаграционного взрыва.

**Вывод.** Применение системологического метода должно способствовать успешному освоению изучаемого сочетанием приёмов анализа и синтеза.

УДК 519.624.1

Л.А. ШЕЛЫГИН, к.т.н.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,  
Кафедра разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений.  
119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1  
E-mail: shelygin@list.ru

### **К вопросу разработки методологии оптимизации компоновочных решений технологической линии завода по сжижению природного газа**

*Аннотация.* В работе приведена методология оптимизации компоновочных решений технологической линии сжижения природного газа для крупнотоннажного производства СПГ на основе интеграции предупредительных действий на этапе научно-технических изысканий и анализа потенциальных аварийных последствий.

*Ключевые слова:* двухфазный поток, агрегатное состояние, смесь холодильного агента, оценка риска.

L.A. SHELIGIN, PhD

National University of Oil and Gas «Gubkin University»,  
Department of Gas and Gas Condensate Field Development and Operation  
63/2 Leninsky Prospekt, Moscow, 119991, Russia  
E-mail: shelygin@list.ru

### **To the question of methodology development for optimization of layout solutions of the gas processing for lng plant**

*Annotation.* The paper presents the methodology of optimization of layout solutions of the natural gas liquefaction process line for large-scale LNG production on the basis of integration of preventive actions at the stage of scientific and technical research and analysis of potential accident consequences.

*Key words:* two-phase flow, aggregate state, refrigerant mixture, risk assessment.

Теория, основанная на чисто термодинамических предположениях, недостаточна для полноты описания процесса конденсации (испарения), за исключением случаев, когда поток постоянно находится в состоянии термодинамического равновесия. Это связано с тем, что в термодинамике фазовых превращений рассматривается не ход этих превращений во времени, лишь равновесие между исходной и новой фазами.

Исследование критических режимов или режимов заклинивания при течении газо- и парожидкостных смесей в трубопроводах связано с необходимостью расчета современных аппаратов и установок с двухфазным рабочим телом на безопасность и экстремальные условия эксплуатации. Эти исследования имеют чрезвычайно важное прикладное значение в связи со все более широким использованием таких аппаратов в обычной и ядерной энергетике, химической технологии, космической, криогенной и других отраслях техники [1].

Практически важным является изучение затухания импульсов в дисперсно-кольцевом режиме течения. Такие эксперименты проводились на теплоэлектростанции (ТЭЦ-9 МосЭнерго). Эксперименты проводились на трубе, по которой в дисперсно-кольцевом режиме циркулировала горячая вода при давлениях 10, 20, 30, 40, 50, 70·105 Па в диапазоне весовых паросодержаний 0,05÷1,0 при удельных расходах смеси от 600 до 3000 кг/м<sup>2</sup>с. Импульсные возмущения создавались специально сконструированной заслонкой, способной перекрывать канал на короткое время. Размер капель существенно влияет на величину затухания импульса.

Эффект усиления импульсов особенно в кипящих криогенных жидкостях, где это явление проявляется наиболее ярко, может приводить к разрушению стенок сосуда. Так двухволновая модель распространения волн в оболочках, заполненных жидкостью приводит к схеме возникновения мощного импульса и разрушению тракта подачи криогеники. Резкий толчок в сосуде заполненной криогенной жидкостью, приводит к разрушению сигнала на две части. Низкочастотная часть идет со скоростью гидроудара в трубе, а высокочастотная - движется по жидкости в виде знакопеременного цуга волн со скоростью звука в жидкости. Такой цуг волн вызывает кавитацию и закипание перед основной волной гидроудара. Это значит, что гидроудар будет распространяться по кипящей жидкости и может усиливаться. Фронт волны будет становиться круче, а затем вновь расслаиваться на две части. Так накапливается сильный импульс, способный разорвать оболочку с криогеникой.

В технологических процессах охлаждения очищенный природный газ последовательно подвергается охлаждению и сжижению. Однако поскольку эти процессы являются непрерывными, количество энергоносителей в технологическом оборудовании остается относительно малым (и, следовательно, малой является и опасность). В большей степени опасность связана с хладагентами, которые являются смесями (СХА) таких углеводородов как этан, метан и пропан. Утечка СХА из хранилищ

может либо привести к возникновению струйного горения в месте утечки, либо к взрыву. Эта опасность представляется серьезной по двум причинам. Первое – это состав углеводородов СХА; второе – свойства этих веществ, которые имеют существенно большие (по сравнению с метаном) границы воспламенения и скорости пламени. Эти факторы обуславливают большую вероятность взрывного превращения (по сравнению с вариантом горения – пожара), что подтверждается имеющимися данными фактических случаев реализации этой опасности.

Утечки СХА часто сопровождаются фазовыми превращениями, поскольку СХА имеет высокое давление и в таких условиях является жидким. При истечении из системы хранения такие жидкости вскипают, и в результате образуется паровоздушная смесь, осаждающаяся, выпадая на землю. Все эти процессы требуют адекватного учета при рассмотрении последствий, вызванных утечками СХА.

В Советском Союзе и в истории современной России уже существовал опыт проектирования, строительства и эксплуатации криогенных производств (производство водорода, космическая и военная тематика, медицина, опытно-промышленная эксплуатация СПГ установок на газораспределительных станциях и автомобильных газовых наполнительных компрессорных станциях).

Для текущего момента времени практика показала, что одна из проблем многообразия и правильности принятия технических решений для криогенных объектов должна сводиться к:

- сокращению потребления энергии и сырья на единицу продукции;
- безопасной эксплуатации.

Первое можно достичь с помощью оптимизации производственных площадей, способов монтажно-строительных работ, выбранного технологического процесса.

Второе является следствием первого с учетом правильной идентификации опасных факторов и оптимального набора из административных и технических средств их предупреждения.

## **Вывод**

Наличие инерционных свойств газовых и паровых включений между фазами в технологическом процессе сжижения природного газа не позволяет применить здесь традиционные методы газовой динамики. Новые теоретические подходы и методы экспериментальных исследований не отвечают в полной мере на вопросы безопасности в процессе жизненного цикла объекта.

Создавшаяся ситуация в области обеспечения безопасности требует изменения отношения к вопросам управления в данной области, использования системного и комплексного подхода к решению проблем и принятию решений в области безопасности.

Оценка риска представляет собой потенциальную ценность для сба-

лансированного исследования возможных последствий от опасных веществ в технологическом процессе, с инженерными планировочными мерами.

### Литература

1. Одишария Г.Э., Точигин А.А. Прикладная гидродинамика газожидкостных смесей. М., Иваново: Всерос. науч.-исслед. ин-т природ. газов и газ. технологий, Иван. гос. энерг. ун-т, 1998. 397 с. ил.; 27. ISBN 5-89482-027-8, 5-89754-001-2.

УДК 620.9:614.8

И.В. ЕРЕМИН, ст.преподаватель  
А.М.СИДОРОВА студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина,  
Кафедра 20.03.01,153000 г. Иваново, Рабфаковская 34.  
*E-mail: bjdipu@yandex.ru, ssidorva@mail.ru*

### **Передовые робототехнические средства защиты опорно-двигательного аппарата специалистов промышленных сварочных работ**

*Аннотация.* В работе исследуются возможности применения экзоскелетов в промышленных сварочных работах для снижения физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат специалистов, повышения безопасности труда и улучшения условий работы.

*Ключевые слова:* промышленный экзоскелет, опорно-двигательный аппарат, безопасность труда, оптимизация условий труда

I.V. EREMIN, senior lecturer,  
A.M. SIDOROVA, student

Ivanovo State Power Engineering University  
153000, Ivanovo, Rabfakovskaya 34.  
*E-mail: bjdipu@yandex.ru, ssidorva@mail.ru*

### **Advanced robotic means of protection of the musculoskeletal system of industrial welding specialists**

*Abstract.* This paper explores the potential applications of exoskeletons in industrial welding tasks to reduce physical strain on the musculoskeletal system of specialists, enhance workplace safety, and improve working conditions.

*Key words:* industrial exoskeleton, musculoskeletal system, workplace safety, optimization of working conditions

Промышленные сварочные работы являются важной частью многих производственных процессов, однако они сопряжены с высоким уровнем физической нагрузки и рисками для здоровья сварочных специалистов. Одной из ключевых проблем является защита опорно-двигательного

аппарата (ОДА) специалистов, которая часто подвергается стрессу из-за длительного нахождения в неестественных позах, перемещения тяжелых грузов, высоких вибраций и других неблагоприятных факторов, что приводит к утомляемости, болям в спине и суставах, повышенному риску возникновения травматизма.

В условиях роста автоматизации и внедрения робототехники в производство, актуальность разработки и применения передовых робототехнических средств защиты становится особенно важной. Применение экзоскелетов, устройств, поддерживающих и усиливающих движения человека, может стать эффективным решением для оптимизации условий труда и повышения безопасности работников.

Согласно СП 1009-73 [1], воздушная среда производственных помещений может загрязняться сварочным аэрозолем, содержащим окислы металлов и газообразные соединения. Эти вещества могут вызывать у сварщиков профессиональные интоксикации и пневмокониоз, что зависит от их состава, концентрации и времени воздействия. Также сварочные работы запрещено проводить вблизи легковоспламеняющихся материалов и на расстоянии менее 5 метров от свежеокрашенных поверхностей.

Согласно ГОСТ Р 12.4.306-2023 [2], промышленный экзоскелет - носимое на человеке средство индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата, компенсирующее и (или) перераспределяющее нагрузку на опорно-двигательный аппарат.

Согласно ГОСТ Р 60.5.0.1-2023 [3], разделяют экзоскелет верхних конечностей (экзоскелет, конструктивно закрепленный на верхних конечностях пользователя) и экзоскелет нижних конечностей (экзоскелет, конструктивно закрепленный на нижних конечностях пользователя).

Специалисты, выполняющие сварочные работы, зачастую работают в статических позах полуприседа и наклона, что приводит к повышенному риску травматизма. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 [4], допускается до 25% времени смены, нахождение в неудобной и (или) фиксированной позе.

Экзоскелет помогает поддерживать правильную осанку и облегчает операции по перемещению и поднятию тяжелых деталей, что позволяет работать более эффективно, снижая физические затраты и увеличивая производительность труда.

Основные преимущества использования экзоскелетов:

1. Снижение физической нагрузки: экзоскелеты берут на себя значительную часть веса поднимаемого груза, разгружая мышцы спины, плеч и рук. Это позволяет работникам выполнять задачи с меньшим усилием, избегая переутомления и повышая эффективность работ;

2. Уменьшение риска травм: использование экзоскелетов снижает риск возникновения травм опорно-двигательного аппарата, таких как боли в спине, грыжи межпозвоночных дисков, растяжения мышц и другие;

3. Повышение производительности труда: экзоскелеты позволяют работникам выполнять задачи быстрее и эффективнее, так как они не ограничиваются физическими ограничениями;

4. Улучшение эргономики: экзоскелеты создают более естественную и комфортную позу для работника, способствуя уменьшению напряжения в мышцах.

Работники от 45 до 54 лет – основная группа риска:

- 44% профзаболеваний – нарушения опорно-двигательного аппарата;

- 30% работников имеют высокую физическую активность.

Основные причины переутомления:

- 63% неудобная рабочая поза;
- 36% повторяющиеся движения.

Экономическая эффективность внедрения экзоскелетов с точки зрения предприятия заключается в следующем:

1. Применение экзоскелетов позволяет работникам выполнять больше задач за меньшее время;

2. Повышение качества сварочных работ;

3. Улучшение кадрового состава благодаря внедрению новых современных технологий.

С точки зрения охраны труда и безопасности применение экзоскелетов позволяет:

1. Снизить тяжесть труда путем оптимального перераспределения нагрузки на различные части опорно-двигательного аппарата;

2. Защитить опорно-двигательный аппарат от физических перегрузок;

3. Устранить физические нагрузки и уменьшить риск травм, что может способствовать снижению уровня стресса у работников.

**Вывод:** таким образом применение экзоскелетов при сварочных работах улучшает условия труда, снижает физическую нагрузку на работников и уменьшает риск травм и заболеваний. Несмотря на высокие первоначальные инвестиции, долгосрочные выгоды от повышения эффективности и снижения травматизма могут существенно сэкономить средства для предприятий.

### Литература

1. СП 1009-73 «Санитарных правилах при сварке, наплавке и резке металлов» (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 05.03.1973 №1009-73) [Электронный ресурс] // <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=65772> (Дата обращения: 08.04.2025).

2. ГОСТ Р 12.4.306-2023 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Экзоскелеты промышленные. Классификация. Термины и определения» от 01.11.2023 [Электронный ресурс] // <https://gostassistant.ru/doc/b66c3ce7-1bf2-474c-9bac-1eedcbcb471bc> (Дата обращения: 08.04.2025).

3. ГОСТ Р 60.5.0.1-2023 «Роботы и робототехнические устройства. Экзоскелеты. Термины и определения» от 17.11.2023 [Электронный ресурс] // <https://gostassistent.ru/doc/c359e2ac-9f64-4c56-8dbb-584326d40a3f> (Дата обращения: 08.04.2025).

4. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_375839/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/) (Дата обращения: 08.04.2025).

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: [eleanp@yandex.ru](mailto:eleanp@yandex.ru)

### **Специфика обеспечения работников средствами индивидуальной защиты с учетом результатов оценки профессиональных рисков**

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы выбора средств индивидуальной защиты для работников в соответствии с едиными типовыми нормами, результатами специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков на предприятии и проанализирован алгоритм действий для реализации данной процедуры.

*Ключевые слова:* средства индивидуальной защиты, специальная оценка условий труда, профессиональный риск, мероприятия по охране труда.

Е.А. PISHNENKO, Candidate of Engineering,  
assistant professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: [eleanp@yandex.ru](mailto:eleanp@yandex.ru)

### **The specifics of providing employees with personal protective equipment, taking into account the results of an occupational risk assessment**

*Abstract.* The specifics of providing employees with personal protective equipment, taking into account the results of a special assessment of working conditions, the results of an occupational risk assessment for employees at the enterprise in accordance with uniform standards are considered, and the algorithm of actions for the implementation of this procedure is analyzed.

*Key words:* personal protective equipment, special assessment of working conditions, occupational risk, occupational safety measures.

В настоящее время происходит динамичное развитие нормативно-правовой базы в области охраны труда, направленное на минимизацию профессиональных рисков и обеспечение безопасности работников.

С 2024 года отменены действовавшие ранее Порядок обеспечения средствами индивидуальной защиты (СИЗ) (от 1 июня 2009 г. № 290н) и Порядок обеспечения СИЗ (от 17.12.2010 № 1122н). Введены новые правила обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами [1]. В связи с этим работодатель должен составлять Нормы выдачи средств индивидуальной защиты для работников на основании Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств, с учетом результатов специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков [2], а не на основании Типовых отраслевых норм (ТОН).

Таким образом, в связи с внесенными изменениями процесс формирования норм СИЗ для работников в соответствии с Едиными типовыми нормами в настоящее время включает три основных процедуры:

1. Подбор СИЗ в Приложении 1 приказа № 767н исходя из должности работника;
2. Дополнение перечня СИЗ из Приложения 2 приказа № 767н с учетом результатов СОУТ и оценки профессиональных рисков;
3. Выявление и удаление дублирующих позиций в сформированных для работника нормах СИЗ.

В соответствии с Порядком обеспечения средствами индивидуальной защиты № 290н, работодатель был обязан обеспечивать сотрудников СИЗ, опираясь на типовые отраслевые нормы (ТОН) (при их наличии для соответствующей сферы деятельности), сквозные нормы выдачи СИЗ, а также нормы, установленные для профессий (должностей), характерных для выполняемых работ.

Ранее у работодателя не было обязанности оформлять отдельный документ под названием «Нормы выдачи СИЗ работникам». Теперь ситуация изменилась: наличие документа «Нормы бесплатной выдачи СИЗ и смывающих средств работникам организации» стало обязательным требованием.

Кроме обязательного создания указанного выше документа, работодатель должен разработать и утвердить локальный нормативный акт, регулирующий порядок обеспечения сотрудников средствами индивидуальной защиты. Это может быть «Положение об обеспечении СИЗ», «Порядок выдачи СИЗ» или аналогичный документ. Ранее такие документы или соответствующий раздел Положения о СУОТ тоже разрабатывались работодателями, но только для удобства работы и никак не регламентировались.

Таким образом, можно отметить наиболее важные изменения в нормах выдачи СИЗ:

1. Установлен переходный период выдачи СИЗ. До 31.12.2024 г. работодатель мог производить выдачу СИЗ и смывающих средств на осно-

вании ТОН. Но с 01.01.2025г. выдача должна осуществляться по единым типовым нормам (ЕТН).

2. Информирование работника о правилах использования СИЗ. Руководитель организации обеспечивает проведение обучения, инструктажа или иного способа информирования работников о правилах эксплуатации СИЗ, для которых требуются практические навыки для их применения. В Правилах № 290н такого требования не было.

3. Учет оценки профессиональных рисков. Теперь работодатель помимо результатов специальной оценки условий труда (СОУТ) и мнения профсоюзного органа должен учитывать карту оценки профессиональных рисков (ОПР).

4. Работники подрядных организаций используют свои СИЗ. Теперь подрядчик должен сам обеспечивать своих подчиненных СИЗ, а перед производством работ на объекте должен уточнять у заказчика, какие СИЗ требуются для применения.

5. Выдача дерматологических средств через дозатор. Теперь возможно использование дозаторов и вендинговых аппаратов для выдачи дерматологических средств, таких как мыло, крем.

6. Снятие ответственности с работодателя. Теперь в нерабочее время работник несет ответственность за выданное ему СИЗ, если оно у него остается. Однако в новых Правилах не указано, кто будет нести ответственность за СИЗ, если работник находится в командировке.

7. Одно СИЗ вместо нескольких. Теперь работодатель может обеспечить работника одним улучшенным по защите СИЗ от вредных и (или) опасных производственных факторов.

8. Объединение норм выдачи СИЗ и дерматологических средств. Теперь все СИЗ и дерматологические средства находятся в ЕТН, вместо ТОН и других норм.

### **Литература**

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 № 766н «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами».

2. Приказ Минтруда Российской Федерации от 29.10.2021 № 767н «Об утверждении Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств».

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: eleanp@yandex.ru*

## **Современные системы мониторинга состояния здоровья работников профессий с высоким профессиональным риском**

*Аннотация.* Рассмотрены современные электронные системы, применяемые в настоящее время на предприятиях с целью контроля состояния здоровья работников, имеющих профессии, связанные с высоким профессиональным риском, и проанализированы преимущества и недостатки таких систем.

*Ключевые слова:* профессиональный риск, профессиональное заболевание, травматизм, мероприятия по охране труда, электронная система, мониторинг.

Е.А. PISHNENKO, Candidate of Engineering,  
assistant professor

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

## **Modern health monitoring systems for workers in high-risk professions**

*Abstract.* Modern electronic systems currently used in enterprises for the purpose of monitoring the health status of employees in professions associated with high occupational risk are considered, and the advantages and disadvantages of such systems are analyzed.

*Key words:* occupational risk, occupational disease, injury, occupational safety measures, electronic system, monitoring.

Единого стандарта для цифровых устройств контроля состояния здоровья работников в настоящее время не существует. Каждый работодатель осуществляет программу охраны труда и соблюдения техники безопасности на производстве, исходя из возможностей и средств.

Технологичные решения для профилактики профессиональных заболеваний и мониторинга состояния здоровья работников начинают чаще работодателями рассматриваться как перспективный вариант для управления профессиональным риском и снижения травматизма.

Контроль состояния здоровья сотрудников проводят как до начала смены, так и в течение всего рабочего времени, в зависимости от политики предприятия и уровня профессиональных рисков, который имеется у его работников. Например, всё чаще используются специальные устройства на предприятиях с большей вероятностью травмоопасности.

Состояние здоровья работника играет большую роль, от него зависит

производственный процесс, безопасность самого человека и окружающих его коллег.

Для выявления нарушений в здоровье или алкогольного и наркотического опьянений перед тем, как сотрудник приступит к работе, в ряде профессий, часто связанных с опасными работами, проводят предсменный контроль.

Этот процесс регулируется законодательно, предприятия стараются организовать его на постоянной основе в виде ежедневного мониторинга.

В частности, для предсменного контроля разработана автоматизированная система медицинских осмотров, которая проводит анализ за несколько минут и даёт знать – может ли человек заступить на смену или нет. Такие осмотры влияют не только на ближайшие несколько часов пребывания сотрудника на предприятии, но и могут помочь выявить признаки профессиональных заболеваний.

На предприятиях разработаны системы медицинского контроля по приказу Минздрава России от 15.12.2014 №835н для предсменного и послесменного медицинских осмотров сотрудников [1]. Для опасных производств применяют системы «ЮМС Диагностический шлюз» или КАП «ЭСМО». Такие системы контроля представляет собой сеть терминалов, которые измеряют физиологические показатели рабочих, включая руководителей и отдел кадров.

«ЭСМО» полностью автоматизированная система, позволяющая провести массовый медосмотр за несколько минут. Система состоит из комплекса оборудования с необходимым количеством терминалов для предсменного осмотра, компьютерного оснащения медработника, турникетов и собственного программного обеспечения, интегрируемого в любые базы данных. Программа медосмотра включает тестирование на алкоголь, наркотическое опьянение через анализ зрачков, измерение температуры и давления. Для определения усталости иногда применяют психологические тесты в виде игры.

«ЭСМО» используют в настоящее время в компаниях ПАО «ГМК «Норникель», АК «АЛРОСА», ОАО «Уралкалий» [2].

Важно контролировать состояние сотрудников до начала смены, но не меньшую значимость имеет мониторинг самочувствия в течение смены, поскольку нет гарантий, что не произойдёт несчастного случая во время производственных процессов. Избежать опасных ситуаций позволяет мониторинг здоровья в реальном времени.

Для этого работники надевают фитнес-браслеты, подсоединенные к трекерам систем позиционирования по Bluetooth, которые передают пульс по каналам позиционирования. Кроме пульса, может осуществляться измерение и температуры тела и уровня сатурации.

Наблюдение за состоянием работников не только на рабочем месте, но и вне производственных условий возможно также с помощью сервиса Actenzo, который использует умный браслет для измерения давления, качества сна, пульса, уровня стресса и других биологических парамет-

ров. Если система обнаружит угрозу, данные автоматически передаются дежурным по охране труда и сотруднику, чье здоровье в опасности.

Для контроля состояния работников, выполняющих производственные операции в условиях высокого профессионального риска, применяют носимые ремни с монитором – ZephyrBioharness 3. В режиме «*online*» устройство анализирует физиологическое состояние человека по основным параметрам. Ремень фиксирует электрокардиограмму, частоту дыхания, температуру, положение и активность тела. Прибор связан с модемом, который транслирует показания и координаты на компьютер ответственного по безопасности.

Для более глубокого анализа и обработки данных рассматривают применение программно-аппаратного комплекса SmartTeam. Данный комплекс позволяет осуществлять мониторинг и анализ производственной эффективности и безопасности персонала. Система собирает с носимых устройств (умных часов) данные телеметрии, физиологические показатели и информацию о местоположении сотрудников. К ним добавляются данные из информационных систем – сведения о допусках, производственных заданиях, рабочем графике сотрудников и т. п.

Более широкому распространению таких систем препятствуют высокие финансовые и временные затраты на их внедрение и практическое использование в производственных условиях. Кроме того, круг контролируемых ими показателей состояния здоровья ограничен. Например, такие системы пока не могут контролировать в режиме «*online*» показатели артериального давления у работников или взять анализ крови, что ограничивает их массовое применение.

### Литература

1. Приказ Минздрава России от 15.12.2014 №835н «Об утверждении порядка проведения предсменных, предрейсовых и послесменных, послерейсовых медицинских осмотров».
2. Здоровье под контролем «цифры». Устройства для контроля самочувствия сотрудников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://indpages.ru/dgtl-ctrl/zdorove-pod-kontrolem-czifry-ustrojstva-dlya-kontrolya-samochuvstviya-sotrudnikov/>, свободный. - Загл. с экрана.

УДК 378.145

Ю.Ю. РОГОЖНИКОВ, к.т.н., доцент

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

## **Организация автоматизированного составления расписания в университете**

*Аннотация.* Рассмотрены особенности составления расписания учебных занятий в университете в автоматизированном режиме.

*Ключевые слова:* расписание учебных занятий, расписание экзаменационных сессий, автоматизированное составление расписания.

YU.YU. ROGOZHNIKOV, Candidate of Engineering, Associate Professor

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

## **Organization of automated scheduling at the university**

*Abstract.* the features of scheduling academic classes at the university in an automated mode are considered.

*Key words:* schedule of training sessions, exam session schedule, automated scheduling.

Одной из основных задач управления учебным процессом в университете является составление расписания учебных занятий, формирование занятий преподавателей и аудиторий.

В Ивановском государственном энергетическом университете (ИГЭУ, <http://ispu.ru/>) составление расписания учебных занятий осуществляется с помощью автоматизированной системы «1С: Автоматизированное составление расписания. Университет» ([https://solutions.1c.ru/catalog/asp\\_univer/features](https://solutions.1c.ru/catalog/asp_univer/features)). Функционала базовой поставки недостаточно для решения ряда специфических задач. Разработка недостающих функций и развитие системы осуществляется работниками отдела автоматизации учебной деятельности ИГЭУ. Исходные данные для автоматизированного составления расписания загружаются из соответствующих подсистем корпоративной информационной системы (КИС) ИГЭУ, а именно, из «1С: Контингент» и «1С: Нагрузка» (<http://old.ispu.ru/kis>).

Алгоритм составления расписания в автоматизированном режиме следующий:

- заполнение (загрузка) справочников (групп/подгрупп, преподавателей, дисциплин, помещений, потоков), сценариев планирования, периодов обучения;

- загрузка рабочих учебных планов (РУП) и семестровых учебных планов (СУП) для каждой учебной группы;

- загрузка предпочтений и ограничений для преподавателей и аудиторий;
- формирование документа с расписанием по сценарию на определенный период;
- составление расписания.

В системе присутствует алгоритм автоматического составления расписания «Авторасчет», но сам алгоритм закрыт и настройке не поддается. Применение только «Авторасчета» при большом количестве групп, ограничений не позволяет получить приемлемое расписание, т.к. образуются «окна» в расписании учебных занятий, возможны несоответствия в последовательности видов учебных занятий, например, лабораторные занятия могут появиться в расписании раньше лекций по дисциплине.

Составление расписания в автоматизированном режиме предполагает расставление дисциплин по дням определенного периода для сценария планирования. При этом система осуществляет контроль заданных ограничений (для преподавателей, аудиторий и др.) и не позволяет пользователю их нарушать. В базовой поставке системы при увеличении количества групп (больше 20) в одном документе с расписанием происходит замедление работы системы в целом. Для решения этой проблемы в ИГЭУ реализован подход, при котором из составленного расписания формируются таблицы ограничений по аудиториям и преподавателям, затем они подгружаются в таблицы ограничений и предпочтений для определенного сценария на период времени, например, сессии. Также реализованы функции «Выявление коллизий» по помещениям и по преподавателям. Эти функции позволяют проверить созданные расписания учебных занятий на коллизии и устранить их.

В ИГЭУ осуществляется составление следующих видов расписаний:

- учебных занятий в группах очной формы обучения в осеннем и весеннем семестрах (около 200 групп);
- зачетов по дисциплинам в группах очной формы обучения в осеннем и весеннем семестрах;
- зимней и летней экзаменационных сессий очной формы обучения;
- учебных занятий, зачетов, экзаменов в периоды осенней, зимней, весенней и летней сессий в группах заочной формы обучения (около 100 групп);
- дистанционных занятий и консультаций для обучающихся заочной формы обучения;
- учебных занятий, зачетов, экзаменов для аспирантов;
- учебных занятий и аттестации для обучающихся по программам повышения квалификации и переподготовки кадров.

Планирование разных видов расписаний может накладываться на одни и те же периоды, либо периоды планирования могут пересекаться. Например, промежуточная аттестация по дисциплинам осеннего и весеннего семестров очной формы обучения совпадает с зимней и летней зачетно-экзаменационными сессиями по заочной форме обучения. При

этом для проведения занятий задействован единый аудиторный фонд и в реализации учебного процесса участвуют одни и те же преподаватели. Таким образом, все виды расписаний должны составляться в единой базе данных автоматизированной системы, что позволит исключить коллизии и ошибки. Кроме этого, единая база данных позволяет формировать занятости преподавателей и аудиторий по всем видам расписаний на определенный период. Расписания занятий в учебных группах/подгруппах, занятости преподавателей и аудиторий из автоматизированной системы «1С: Расписание» передаются для отображения на страницах сайта ИГЭУ (<http://schedule.ispu.ru/>), а также в мобильном приложении для студентов и преподавателей «Пuls ИГЭУ» (<https://pulse.ispu.ru/>).

Развитие системы автоматизированного составления расписания предполагает реализацию следующих функций:

- загрузка списка аудиторий рекомендованных для дисциплин из базы данных «1С: Нагрузка»;
- цветовое выделение в «шахматке» расписания всех видов нагрузки (лекции, лабораторные, практические занятия) по выбранной дисциплине;
- отображение для группы количества занятий на планируемый период, например, для определения количества пар в день, чтобы уложиться в период сессии;
- одновременное заполнение «шахматки» расписания несколькими пользователями;
- отображение в реальном времени занятости аудиторий и преподавателей;
- подбор (поиск) соответствующей аудитории по критериям дата, время, дисциплина, преподаватель, оснащение (мультимедиа и т.д.);
- подбор аудитории для преподавателя по критерию минимального расстояния при перемещении между аудиториями;
- подбор дней и времени проведения выбранной дисциплины с соблюдением условия «без окон» у студентов и/или преподавателя;
- другие функции.

Составление расписания учебных занятий в автоматизированном режиме на основе единой базы данных для всех видов расписаний позволило значительно сократить количество коллизий и ошибок. Реализация ряда перечисленных функций позволит сократить трудозатраты и повысить эффективность работ по составлению расписания в университете.

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: rogozhnikov@ispu.ru

## **Центр безопасности техногенной деятельности в энергетике**

*Аннотация.* Представлены основные элементы центра безопасности техногенной деятельности в энергетике при Ивановском государственном энергетическом университете.

*Ключевые слова:* центр безопасности техногенной деятельности в энергетике, обучение охране труда.

YU.YU. ROGOZHNIKOV Candidate of Engineering, Associate Professor

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

## **The Center for the safety of technogenic activities in the energy sector**

*Abstract.* The main elements of the Center for safety of technogenic activities in the energy sector at the Ivanovo State Power University are presented.

*Key words:* the Center for the safety of technogenic activities in the energy sector, occupational safety training.

Основное назначение центра безопасности техногенной деятельности в энергетике (ЦБЭ) при Ивановском государственном энергетическом университете (ИГЭУ, <http://ispu.ru/>) заключается в обеспечении научно-исследовательской и образовательной деятельности в сфере безопасности техногенной деятельности в энергетике. Функционирование ЦБЭ способствует повышению эффективности обучения вопросам охраны труда и обеспечения безопасности для всех направлений подготовки бакалавриата и специалитета по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг, и, следовательно, более качественной подготовке выпускников ИГЭУ к дальнейшей деятельности в энергетической отрасли.

Реализация плана мероприятий (дорожной карты) по кадровому, технологическому и научному взаимодействию ИГЭУ и АО «Концерн Росэнергоатом» в 2024-2025 учебном году позволила заменить устаревшее оборудование и оснастить лабораторию кафедры безопасности жизнедеятельности (БЖД) ИГЭУ, на базе которой функционирует ЦБЭ, современными лабораторными стендами, комплектами учебного оборудования и приборами.

В частности, обновлено следующее учебное оборудование:

- «Исследование способов защиты от теплового излучения» [1];
- «Исследование способов защиты от производственной вибрации» [2];
- «Защита от СВЧ излучения» [3];
- «Эффективность и качество источников света» [4];
- «Исследование способов защиты от производственного шума» [5];
- «Защита от лазерного излучения» [6];
- «Защита от ультрафиолетового излучения»;
- «Электробезопасность в установках до 1000 В»;
- «Защитное заземление и зануление»;
- «Исследование явлений при стекании тока в землю»;
- «Устройства защитного отключения» и др.

Преподавателями кафедры безопасности жизнедеятельности ИГЭУ разработаны методические указания для выполнения лабораторных работ на новом учебном оборудовании [1, 2, 3, 4, 5, 6].

В частности, в рамках лабораторной работы [1] изучается воздействие инфракрасного излучения, проводятся исследования интенсивности инфракрасного излучения в зависимости от расстояния и эффективности экранирования. Основными элементами лабораторной установки являются термоизлучатель с защитным кожухом, измерительный прибор с датчиком и защитные экраны.

В лабораторной работе [2] изучается воздействие вибрационной энергии, исследуются параметры общей вибрации в зависимости от массы фундамента виброагрегата, защитные способности резинометаллических и пружинных виброизоляторов в зависимости от частоты вынуждающей силы. Элементами лабораторной установки являются генератор сигналов, усилитель сигналов, виброагрегат (модель), измерительный прибор (вибромметр).

В лабораторной работе [3] изучается микроволновое излучение, исследуется интенсивность микроволнового излучения и эффективность экранирования. Лабораторная установка состоит из микроволновой печи, координатной сетки, измерительного прибора и защитных экранов.

При выполнении [4] лабораторной работы изучаются воздействия светового излучения, исследуются коэффициенты пульсаций освещенности ламп разного типа, определяются коэффициенты использования светового потока ламп, зависимости силы света от направления излучения.

В рамках [5] лабораторной работы изучается воздействие шума, исследуются звукоизолирующие и звукопоглощающие свойства некоторых материалов, заглушающие способности противошумных наушников. Лабораторная установка включает в себя макет-модель производственного помещения, измерительную камеру, отсек с усилителем и динамиком, звукоизолирующие перегородки, звукопоглощающие панели с обшивкой и шумомер.

В [6] лабораторной работе изучается лазерное излучение и исследуется эффективность средств защиты от лазерного излучения. В состав

лабораторной установки входят источник лазерного излучения, отражатели и поглотители, прибор для измерения интенсивности лазерного излучения.

Разрабатываются новые методические указания для выполнения лабораторных работ по электробезопасности и другим темам, их публикация запланирована на период окончания 2025 года. Идёт дооснащение ЦБЭ приборами и специализированным программным обеспечением для обеспечения учебного процесса и научно-исследовательской деятельности. Преподаватели кафедры безопасности жизнедеятельности ИГЭУ проходят профессиональную переподготовку и повышение квалификации по программам экспертной оценки и анализа факторов условий труда. Реализация всех пунктов плана по созданию центра безопасности техногенной деятельности в энергетике позволит достичь изначально поставленных целей.

### Литература

1. Исследование средств защиты от инфракрасного излучения: метод. указания к лабораторной работе / А.Г. Горбунов, Ю.М. Овсянников, Е.А. Пышненко, Ю.Ю. Рогожников, К.В. Чернов; ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново: ИГЭУ, 2025.
2. Исследование средств защиты от производственной вибрации: метод. указания к лабораторной работе / А.Г. Горбунов, Ю.М. Овсянников, Е.А. Пышненко, Ю.Ю. Рогожников, К.В. Чернов; ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново: ИГЭУ, 2025.
3. Исследование средств защиты от микроволнового излучения: метод. указания к лабораторной работе / А.Г. Горбунов, Ю.М. Овсянников, Е.А. Пышненко, Ю.Ю. Рогожников, К.В. Чернов; ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново: ИГЭУ, 2025.
4. Исследование средств нормализации искусственного освещения помещений: метод. указ. к лаб. работе / А.Г. Горбунов, Ю.М. Овсянников, Е.А. Пышненко, Ю.Ю. Рогожников, К.В. Чернов; ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново: ИГЭУ, 2025.
5. Исследование средств защиты от производственного шума: метод. указания к лабораторной работе / А.Г. Горбунов, Ю.М. Овсянников, Е.А. Пышненко, Ю.Ю. Рогожников, К. В. Чернов; ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново: ИГЭУ, 2025.
6. Защита от лазерного излучения: методические указания к лабораторной работе / А.Г. Горбунов, Ю.М. Овсянников, Е.А. Пышненко, Ю.Ю. Рогожников, К.В. Чернов; ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Иваново: ИГЭУ, 2025.

УДК 378

В.П. СТРОЕВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина  
153003, г.Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
e-mail: stroev@bjd.ispu.ru

### **Особенности преподавания дисциплины «Физиология человека» в техническом вузе**

*Аннотация.* Рассмотрены особенности преподавания гуманитарной дисциплины в техническом ВУЗе.

*Ключевые слова:* физиология человека, лекции, практические занятия, лабораторные работы.

V.P. STROEV, PhD, associate professor

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

### **Features of teaching the discipline «Human physiology» in a technical university**

*Abstract.* The article examines the specifics of teaching the humanities in a technical university.

*Key words:* Human physiology, lectures, practical classes, laboratory work.

Начиная с 1994 г. Ивановский государственный энергетический университет (ИГЭУ) на базе кафедры безопасности жизнедеятельности начал подготовку инженеров по новой специальности «Безопасность жизнедеятельности в техносфере». С 2011 г. в связи с переходом на другую систему обучения ИГЭУ продолжил подготовку бакалавров по направлению «Техносферная безопасность», профиль «Безопасность жизнедеятельности в техносфере». Одной из основных дисциплин на младших курсах стала дисциплина «Физиология человека». В системе подготовки инженеров она определялась государственным образовательным стандартом, однако при переходе к подготовке бакалавров указанная дисциплина, хотя и не была закреплена в государственном стандарте, но сохранена в учебном плане. Такое решение было совершенно оправданным, поскольку указанная дисциплина является базовой для других дисциплин гуманитарного профиля, включенных в учебный план.

Первоначально примерная рабочая программа (типовая), разработанная в уфимском авиационно-техническом университете, была совершенно непригодна для технического ВУЗа, поскольку имела явно медицинский уклон общей физиологии, что, по-видимому, объясняется тем, что была написана преподавателями, имеющими медицинское образование. Это касалось всех форм обучения (лекции, практические, лабораторные). Данная программа подверглась справедливой критике. Вторая примерная программа, разработанная в Московском государственном

техническом университете имени Н.Э. Баумана, была более приспособлена к техническому ВУЗу. Тем не менее, благодаря возможности составления авторских программ, в ИГЭУ была разработана собственная рабочая программа дисциплины «Физиология человека».

Программа содержит три основных раздела: анатомия человека; функциональные системы человека и изменения, происходящие в них в процессе труда; изменение работоспособности человека в динамике рабочего дня, суток, месяца, года и проектирование режима труда и отдыха, а также рабочего места основных производств. Большую пользу при изучении первого раздела программы принесло сотрудничество кафедры безопасности жизнедеятельности ИГЭУ с кафедрой анатомии человека Ивановского государственного медицинского университета. Занятия, проходившие на базе этой кафедры, вызывали большой интерес со стороны студентов, поскольку проводились высококвалифицированными специалистами (доктора медицинских наук) с показом соответствующих препаратов. Известен случай, когда группа студентов по их инициативе изучала курс анатомии два года подряд. Следует заметить, что никаких эксцессов (обмороков, брезгливости, отказа от посещения занятий) во время проведения занятий не было. Заинтересованность, инициативность студентов была отмечена и со стороны сотрудников кафедры анатомии человека. К сожалению, с 2020 г. в связи с развернувшейся пандемией коронавируса в стране занятия в медицинском университете прекратились, и восстановить прежнее сотрудничество пока не удается.

Практические занятия позволяют закрепить знания, полученные на лекциях. Прежде всего это касается раздела анатомии, при изучении которого используются электронные анатомические атласы (всего на кафедре четыре атласа). Кроме того, студенты тщательно изучают методы и, главное, средства оценки состояния функциональных систем человека. К сожалению, приборов, позволяющих проводить такие исследования, на кафедре немного и приобрести их довольно трудно.

Лабораторный практикум направлен на оценку работоспособности человека в процессе труда, а также на реальную оценку функционального состояния организма. Для этих целей был приобретен велотренажер JAZZ (TORNEO), позволяющий создавать нагрузки и оценивать состояние сердечно-сосудистой системы при проведении лабораторных работ.

Все формы занятий обеспечены методическими пособиями и указаниями и техническими средствами обучения.

В заключение необходимо заметить, что название дисциплины правильнее было бы определить как «Физиология труда», так, как ее называли советские физиологи, когда эта дисциплина создавалась.

## СЕКЦИЯ 15.

### СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА

УДК 005

О.В. АНТОНОВА, старший преподаватель

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34  
*E-mail: oksana.antonova@mail.ru*

#### **Барьеры входа-выхода для иностранных компаний на российском рынке в современных условиях**

*Аннотация.* В работе приведен анализ существующих и возможных барьеров, которые могут препятствовать возвращению иностранных компаний на российский рынок.

*Ключевые слова:* барьеры входа, барьеры выхода, санкции, конкуренция.

O.V. ANTONOVA, senior lecturer

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
*E-mail: oksana.antonova@mail.ru*

#### **Entry and exit barriers for foreign companies in the russian market in modern conditions**

*Annotation.* The paper provides an analysis of existing and possible barriers that may prevent the return of foreign companies to the Russian market.

*Key words:* barriers to entry, exit barriers, sanctions, competition.

Согласно результатам проведенного в феврале текущего года исследования, из 1590 крупнейших иностранных компаний, работавших в России в 2021 г., 212 (13%) компаний продолжили работать в России, 328 (21%) – сократили инвестиции, 503 (32%) – приостановили деятельность, но сохранили возможность вернуться, 547 (34%) - полностью ушли с российского рынка [1].

Текущая геополитическая обстановка оживила дебаты по поводу возможной и целесообразности возвращения на российский рынок ранее ушедших иностранных компаний и тех барьеров, с которыми им придется столкнуться. Следует отметить, что процесс возвращения зарубежных компаний начался еще в конце 2022 г. По данным Международной платформы для развития бизнеса Kokos Group, 35 брендов вернулись в Россию в 2022 г., 130 – в 2023 г., 70 – в 2024 г. Аналитики платформы прогнозируют, что к концу 2025 г. в Россию вернутся еще 105 иностранных брендов [2].

Не углубляясь в типологию отраслевых барьеров, подчеркнем, что в основе их определений лежит экономическая выгода. Под барьерами

входа и выхода понимают объективные и субъективные факторы, которые в первом случае препятствуют фирме осуществлять на данном рынке прибыльную деятельность, а во втором – уйти с рынка без потерь.

Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП), группа «Орта» и агентство Fleishman Hillard Vanguard с 2011 года проводят исследование делового климата в РФ. Результаты исследований за ряд лет, предшествующих году массово ухода иностранных компаний с российского рынка, позволяют заключить, что наиболее серьезными препятствиями ведения бизнеса в России являлись недостаток квалифицированных кадров, высокие административные барьеры, сложность доступа к кредитным ресурсам и недобросовестная конкуренция. Следует подчеркнуть, что последнее препятствие появилось среди ответов респондентов впервые в 2019 г. В качестве инструмента взаимодействия бизнеса с властью традиционно лидировали личные контакты с органами федеральной власти и местного самоуправления [3].

Среди причин ухода иностранных компаний с российского рынка помимо санкций эксперты наиболее часто называют ограничения внешне-торговых операций РФ с рядом стран, нестабильность валютного курса, проблемы с логистикой и осуществлением транзакций.

В ситуации, когда речь идет о возврате на рынок компаний, не так давно его покинувших, особенно актуально рассматривать барьеры входа вкупе с барьерами выхода. В данных условиях барьеры выхода приобретают особое значение, поскольку увеличивают риск деятельности компаний, а значит, создают дополнительные барьеры для их возврата (входа) на рынок. Поэтому условия, на которых компании покидали российский рынок, также имеют значение при определении возможности и целесообразности их возвращения.

До осени 2022 г. активы можно было продать без согласования с правительственной комиссией. Продавцы бизнеса оставили себе возможность вернуть его в будущем через опцион на обратный выкуп или через доверенных лиц.

Указы Президента РФ № 618 и № 737 обязали получать разрешение правительственной комиссии, предоставлять скидку в размере сначала не менее 50, а затем 60% и вносить добровольный взнос в размере 10 (затем 35%) стоимости активов.

В июле 2023 г. Правительство РФ ограничило максимальный срок опциона двумя годами.

Сильные бренды имели возможность сохранить возможность вернуться на рынок через опционы на использование торговой марки.

Сегодняшняя позиция российских властей по вопросу возвращения иностранного бизнеса в нашу страну такова.

Решение будет принимать специальная комиссия по каждой компании индивидуально.

Власти сохраняют протекционистские меры в отношении отечествен-

ных компаний и будут руководствоваться национальными интересами.

Преференции получают те компании, которые не сворачивали деятельность полностью, сохраняли рабочие места и продолжали свою работу через дочерние предприятия, а также ушедшие под давлением правительств своих стран, но сохранившие контакты, технологии и заранее предусмотревшие возможность вернуться.

Таким образом, даже для тех компаний, которые предусмотрели возможность вернуться на российский рынок, продолжит существовать серьезный административный барьер в лице специальной правительственной комиссии.

Существует также еще ряд факторов, осложняющих возвращение иностранного бизнеса в Россию.

Наиболее существенное ограничение для иностранного бизнеса – это, безусловно, санкции, которые наложены не только на отдельных лиц, но и на предприятия и даже отрасли российской экономики.

По-прежнему разрешен параллельный импорт. Ввезенная таким образом продукция составит конкуренцию официальным производителям наряду с продукцией тех компаний, которые пришли им на смену. Наличие зарегистрированных в РФ похожих товарных знаков может усложнить конкурентную борьбу. Компании, которые ушли с российского рынка, но продлили срок действия своих товарных знаков, находятся в более защищенной позиции.

ФЗ № 598-ФЗ приостановил действие ряда международных соглашений, заключенных ранее с недружественными странами. Соглашения были направлены на исключение двойного налогообложения. Их приостановка приведет к повышению налоговых издержек.

Трудно будет вернуть бизнес компаниям, чьи предприятия были национализированы.

Помимо существующих может быть введен еще ряд ограничений, которые станут дополнительными барьерами для возврата. Например, могут ужесточить ограничение на вывод средств из России, установить обязательный взнос в федеральный бюджет при обратном выкупе бизнеса и ввести обязательства по инвестициям.

Таким образом, обозначенные выше проблемы, с которыми сталкивались зарубежные компании в России, усугубились и дополнились новыми. Наиболее существенным барьером следует считать административный. То обстоятельство, что решение будет приниматься индивидуально, «размывает» правила входа иностранных компаний на российский рынок.

### Литература

1. Исследование «Ведомостей»: каким иностранным компаниям проще вернуться в РФ – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2025/02/27/1094775-kakim-kompaniyam-prosche-vernutsya-v-rossiyu> (дата обращения: 30.03.2025).

2. Как возвращались иностранные бренды. – URL: <https://kokocgroup.ru/platform/> (дата обращения: 30.03.2025).

3. Иностранные компания назвали проблемы для ведения бизнеса в России.  
– URL: <https://1prime.ru/20200316/831080292.html> (дата обращения: 30.03.2025).

УДК 338.28(045):338.24(075.8)

Г.А. БАЛАНДИН, аспирант  
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: [balandin.george@mail.ru](mailto:balandin.george@mail.ru)

### **Современные модели управления проектами в предпринимательской деятельности**

*Аннотация.* Статья исследует современные модели управления проектами в предпринимательской деятельности, включая Agile, SCRUM, Lean, Kanban, дизайн-мышление, гибридные подходы, управление рисками и интеграцию цифровых технологий.

*Ключевые слова:* управление проектами, Agile, SCRUM, Lean, Kanban, предпринимательство, цифровизация, гибкие методологии.

G.A. BALANDIN, postgraduate student  
YU.V. VILGINA, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University,  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St. 34  
E-mail: [balandin.george@mail.ru](mailto:balandin.george@mail.ru), [jvilgina@mail.ru](mailto:jvilgina@mail.ru)

### **Modern project management models in business**

*Abstract.* The article explores modern project management models in business activity, including Agile, SCRUM, Lean, Kanban, design thinking. Hybrid models, risk management, and digital technology integration.

*Key words:* modern project management methodologies, Agile, SCRUM, Lean, Kanban, business, digitalization.

Управление проектами является ключевым направлением в современной предпринимательской деятельности, обеспечивающим достижение стратегических целей путем эффективного использования ресурсов, минимизации рисков и повышения конкурентоспособности. Сегодня традиционные подходы к управлению проектами уступают место более гибким и адаптивным моделям, которые позволяют организациям быстрее реагировать на изменения и внедрять инновации. Одной из наиболее востребованных моделей является Agile-методология (с англ. «гибкий»), изначально разрабатываемая для сферы IT, которая представлена набором принципов при руководстве в управлении проектами, требующими гибкости в принятии решений.

Agile базируется на подходах, изложенных в Манифесте гибкой разработки (Agile Manifesto), и делает акцент на адаптивности, итеративности и постоянном взаимодействии с заказчиком [1]. Основная идея заключается в разбиении проекта на короткие циклы (спринты), в рамках которых команда разрабатывает и предоставляет рабочие версии продукта, что позволяет оперативно вносить изменения и адаптироваться к новым требованиям. Ключевыми характеристиками Agile являются самоорганизация команд, приоритет рабочего продукта над документацией и готовность к изменениям даже на поздних стадиях проекта. Подход особенно эффективен в сферах, где требования к конечному продукту могут существенно меняться в процессе работы. Применение Agile требует высокой квалификации сотрудников и культуры взаимодействия внутри организации, что может быть ограничением для некоторых предприятий, особенно в традиционных отраслях [2].

В рамках Agile-подхода особое место занимает методология SCRUM (*скрам*), ставшая одной из самых популярных благодаря своей структурированности и простоте внедрения, предполагающая работу в коротких итерациях (спринтах), длительность которых составляет от одной до четырех недель, в течение которых команда фокусируется на выполнении конкретных задач, что позволяет быстро достигать промежуточных результатов и оперативно корректировать планы. Процесс работы строится вокруг «артефактов» (бэклог продукта и спринта), помогающих фокусироваться на приоритетных задачах. Регулярные события (SCRUM-встречи, обзоры спринтов), обеспечивают прозрачность процесса и возможность быстрой адаптации. Методология особенно полезна и актуальна в проектах, где важны скорость разработки и постоянная обратная связь от пользователей, где результат каждой итерации представляется завершенным продуктом, а не промежуточным итогом для большего проекта [3].

Параллельно с Agile развивалась концепция Lean (яп. muda (муда)), изначально внедренная в производственной системе Toyota. основная цель которой - создание ценности для клиента при минимизации потерь. В отличие от традиционных подходов, Lean фокусируется не на жестком планировании, а на непрерывном совершенствовании процессов (в оригинале - кайдзен) и адаптивности к изменениям. Ценность в Lean определяется исключительно с точки зрения конечного потребителя, и предприниматель должен четко понимать, за что клиент готов платить и исключать все действия, не добавляющие полезности продукту. В контексте управления проектами Lean фокусируется на устранении семи основных видов потерь: перепроизводства, излишних запасов, избыточной обработки, ожидания, ненужных перемещений, излишней транспортировки и дефектов. Вместо работы «партиями» (традиционный подход) Lean предлагает перейти к поточному производству, где задачи передаются между этапами без простоев. Его применение позволяет значительно повысить эффективность проектной деятельности.

сти за счет оптимизации процессов и концентрации на действительно важных для клиента аспектах [4].

Дополнением к Lean выступил Kanban - метод визуализации рабочих процессов, ограничивающий количество задач в работе и выявляющий узкие места. Его основные принципы включают визуализацию рабочего процесса (доска с карточками), ограничение количества задач в работе, управление потоком, явное определение правил процесса и постоянное совершенствование. Главное преимущество Kanban перед SCRUM заключается в отсутствии жестких временных рамок спринтов, что делает методологию особенно подходящей для проектов с нерегулярным входящим потоком задач или необходимостью оперативного реагирования на изменения. Kanban подходит для сервисных проектов, поддержки существующих продуктов и условий, где важна гибкость и непрерывность поставки ценности [5].

Еще одной современной моделью управления проектами является дизайн-мышление – методология решения сложных проблем, которая акцентирует внимание на потребностях конечных пользователей. Этот подход включает несколько последовательных этапов: эмпатию для глубокого понимания потребностей пользователей, фокусировку на ключевой проблеме, генерацию инновационных идей, быстрое прототипирование и тестирование решений с реальными пользователями. Особенностью методологии является ее междисциплинарный характер и ориентация на создание решений, действительно отвечающих запросам потребителей. Дизайн-мышление становится незаменимым инструментом на начальных стадиях инновационных проектов, когда необходимо определить истинные потребности пользователей и разработать принципиально новые решения [6].

Отдельно стоит выделить гибридный подход, который сочетает элементы традиционного и Agile-методов и позволяет использовать структурированность и предсказуемость традиционного подхода на начальных этапах проекта, например, при планировании бюджета и сроков, а также гибкость Agile на этапе реализации. Такой подход особенно актуален для крупных проектов, где необходимо учитывать как жесткие требования к срокам и бюджету, так и возможность адаптации к изменениям. Также популярность набирают и сочетания вышеупомянутых моделей: например, подход Scrumban, который сочетает структурированность SCRUM с гибкостью Kanban. Гибридные модели становятся все более востребованными в предпринимательской деятельности, так как они позволяют минимизировать риски и повысить эффективность управления проектами [7]. Таким образом, Agile и Scrum эффективны для инновационных продуктов с неопределенными требованиями, тогда как Lean подходит для оптимизации существующих процессов. Гибридные методы актуальны для крупных проектов с участием множества стейкхолдеров, а цифровые инструменты – для компаний, готовых к трансформации операционных моделей [8].

Управление рисками становится неотъемлемой частью современных моделей управления проектами, что особенно важно в условиях глобальных экономических и технологических изменений [9]. Предпринимательские организации все чаще используют методологии управления рисками, которые позволяют прогнозировать и минимизировать потенциальные угрозы, используя точные данные и математические вычисления. Подобные методы, такие как Карта рисков и метод Монте-Карло, основаны на анализе данных и моделировании различных сценариев, что помогает принимать обоснованные решения и снижать вероятность негативных последствий. Кроме того, в условиях цифровой трансформации бизнеса цифровизация управления проектами становится ключевым фактором успеха в предпринимательской деятельности [10]. Популярными цифровыми инструментами управления проектами являются такие платформы постановки и контроля задач, как электронная канбан-доска Trello, Asana, Jira и проч. Эти технологии позволяют добиться оптимизации ресурсов, гибкости, адаптивности в принятии решений, прозрачности и контроля за счет интеграции с корпоративными системами.

Таким образом, современные методологии управления проектами, позволяют организациям эффективно управлять проектами в условиях неопределенности и быстро меняющихся требований рынка. Выбор конкретной методологии зависит от специфики проекта, отрасли и организационной культуры. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на изучение опыта российских компаний в применении современных методологий управления проектами, а также на разработку новых подходов, учитывающих особенности цифровой экономики и глобальных вызовов.

### Литература

1. Agile Manifesto. URL: <https://agilemanifesto.org/iso/ru/manifesto.html>
2. Локтионов Д.А., Масловский В.П. Критерии применения Agile-методологии для управления проектом // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 6.
3. Швабер К., Сазерленд Д. Руководство по Скраму. Официальные правила Скрам / пер. с англ. М.: АйТи Эксперт, 2017.
4. Дж. Р. Мередит и С. Дж. Мантел мл. Управление проектами: современные методы. М.: Альпина Паблишер, 2016.
5. Ильина О. Н. Методология управления проектами: становление, современное состояние и перспективы развития ИНФРА-М, 2016.
6. Волков А.В. Управление временными и уникальными проектами. СПб.: Питер, 2014.
7. Андреев П.В. Гибридные методологии управления проектами: современные тенденции и перспективы // Управление проектами и программами. 2019. № 3.
8. Алферов П.А. Современные подходы управления проектами: возможности и ограничения / П.А. Алферов // Омские научные чтения: материалы VI Всероссийской научной конференции, Омск, 1–28 февраля 2024 года. Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2024.
9. Кендрик Т. Идентификация и управление рисками проекта. М.: Диалектика, 2009.

10. Пицхелаури Г.В. Автоматизация управления проектами: современные подходы и инструменты / Г.В. Пицхелаури, Т.М. Владимирова // Инновационные подходы к управлению в экономических, технических и правовых системах: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 23 апреля 2024 года. Чебоксары: ООО Издательский дом «Среда», 2024.

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, д. 34  
E-mail: bandjuk.artem@gmail.com

### **Моделирование стратегий коммерциализации инноваций на основе оценки факторов внешней и внутренней среды предприятий производителей медицинской техники**

*Аннотация.* В работе систематизированы внутренние факторы предприятия, факторы инноваций, факторы внешней среды в иерархичную систему, для последующей оценки успешности коммерциализации инновации. Сформирован интегральный показатель коммерциализации инноваций инноваций. Предложена модель анализа стратегии коммерциализации, а также предложен инструмент обоснования затрат на коммерциализации.

*Ключевые слова:* коммерциализация инноваций, медицинская техника, медицинское оборудование.

A.I. BANDYUK, postgraduate student  
Yu.V. VYLGINA, PhD in Economics, associate professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: bandjuk.artem@gmail.com

### **Modeling strategies for commercialization of innovations based on the assessment of external and internal environmental factors of medical equipment manufacturers**

*Abstract.* The paper systematizes the internal factors of the enterprise, innovation factors, and external environmental factors in a hierarchical system for subsequent assessment of the success of innovation commercialization. An integral indicator of innovation commercialization has been formed. A model for analyzing the commercialization strategy has been proposed, and a tool for justifying commercialization costs has been proposed.

*Key words:* commercialization of innovations, medical technology, medical equipment.

Коммерциализация инноваций – один из драйверов роста производственных предприятий. Новые продукты и новые рынки открывают новые возможности для производственных предприятий, но также несут

и новые риски для деятельности предприятий. Ошибка со свойствами инновационного продукта, или с новым рынком, на который выводится продукт может критически стоить бизнесу [1]. Сложность выделения свойств и характеристик инноваций и их влияния на процессы коммерциализации накладывают дополнительные сложности при реализации моделей [2]. Ограниченность ресурсов бизнеса и невозможность реализации всех инновационных идей ставит необходимость выбора перед топ менеджментом наиболее перспективной инновации для коммерциализации, в связи с чем тема моделирования и построения стратегий коммерциализации, выбора инновации для коммерциализации является особенно актуальной.

Актуальность темы обуславливается не только значимостью разработки эффективной стратегии коммерциализации инноваций в сфере медицинской техники, но и необходимостью совершенствования методов и механизмов обоснования коммерческих решений и реализации их на предприятиях отрасли, адекватных требований современных рыночных отношений. Выбор данного направления исследования обусловлен следующими факторами:

- важнейшим фактором, определяющим качество жизни индивидуума и населения страны в целом, является «здоровье»;
- здоровье население, продолжительность жизни являются залогом для успешной экономики страны;
- развитие наукоемких производственных предприятий в сфере медицинской техники является залогом успешного развития страны, ее стабильности и независимости;
- развитие невозможно представить без инновационной деятельности и принятия решений в сфере коммерциализации инноваций.

В [3] авторы уже систематизировали проблемы коммерциализации инноваций на рынке медицинской техники. Основными решаемыми проблемами исследования являются:

- сложность рынка медицинской техники в РФ, слабая изученность вопросов коммерциализации инноваций на таком рынке;
- развитие российского производства на базе полного инновационного цикла, что при дальнейшем развитии должно создать возможность эффективного импортозамещения;
- высокий уровень государственной регуляторики, долгий цикл создания и вывода нового продукта на рынок, экспоненциальный рост убытков проекта при ошибке на нижестоящем этапе;
- малочисленность работ в области коммерциализации инноваций на рынке медицинской техники, в частности, недостаточно представлено и изучены вопросы обоснования решений в области коммерциализации.

Выделенное проблемное поле – недостаточность методов и стратегий обоснования решений при коммерциализации инноваций в сфере наукоемкого производства для предприятий рынка медицинской техники [4].

Оценка инновации не может производиться отдельно от производственного предприятия, на котором она планируется реализовываться в дальнейшем, в связи с чем авторами выделяются следующие группы факторов для оценки инновации:

1) *Внутренние факторы предприятия:*

а. Технологические – имеющиеся технологии производства, возможность применения специфичных технологий или отсутствие таких возможностей. Возможность проведения НИОКР на предприятии.

б. Финансовые – Выручка, Прибыль, Денежный поток, Чистая прибыль, соотношение дебиторской и кредиторской задолженностей и т.д. позволяющие оценить финансовое состояние предприятия и его возможности для финансирования инновационной деятельности.

с. Человеческие – специалисты с необходимым опытом работы, инженеры, и другие люди, составляющие опыт и знания компаний.

д. Физические – состояние текущих средств производства, зданий, и др. значимых объектов предприятия

е. Маркетинговые – бренд, брендовая политика, портфельная политика, текущее рыночно положение компании и ее уже имеющихся продуктов на рынке.

ф. Временные. Оценка вышеперечисленных параметров с точки зрения трендов во времени. Положительные или отрицательные тренды будут влиять на срочность инноваций.

2) *Факторы инновации:*

а. Технологические – применяемы технологии физического производства, применяемы технологии компьютерной обработки данных и программирования, уровень масштабируемости.

б. Финансовые – необходимые затраты финансовых ресурсов для реализации НИКОР, для организации МЖС, для регуляторной деятельности, для реализации серийного производства

с. Человеческие – необходимый опыт и знания для формирования ОРТ, реализации ОРТ в МЖС, проведения необходимых НИОКР и т.д.

д. Защитные – факторы, защищающие инновацию от копирования, это и правовое регулирование, патенты, технологические решения и др.

е. Временные – ожидаемые сроки от ОРТ до минимально жизнеспособного продукта МЖС, до клинических испытаний, сроки самих клинических испытаний, от ОРТ до получения регистрационного удостоверения, до постановки на серийное производство и другие сроки этапы, через которые будет проходить инновация. Таким образом формируется срок реализации проекта.

ф. Регуляторные – регуляторные факторы медицинской отрасли, имеющие свою специфику. Государством установленные классы рисков, ГОСТы электромагнитных испытаний на безопасность, клинические тестирования на эффективность. Разный уровень регулирования в зависимости от предикатного или первичного способа регистрации инновации.

г. Маркетинговые – факторы бренда компании, рыночные факторы – насколько близок и известен рынок, понимание объемов продаж, специфики работы рынка, вывода продукта на этот рынок, понимание рынка командой предприятия.

h. Риски – совокупность

3) *Факторы внешней среды предприятия и инновации:*

а. Регуляторные – правила государственного регулирования медицинских изделий на интересующем рынке. Уровень сложности регистрации и требуемый объем подготовки документов для осуществления регистрационных действий.

б. Маркетинговые – сам рынок, скорость его изменений, роста, стадия рынка, ключевые пользователи, общие рыночные тренды. Уровень закрытости или открытости рынка для всех участников.

с. Макроэкономические – общая макроэкономическая ситуация в стране, уровень протекционистской политики, ставка рефинансирования, уровень инфляции, курсовая разница валют и т.д.

д. Социокультурные – общий интерес к социальной сфере, этичность применяемых технологий, и т. д.

е. Макро-технологические – возможность применения интересующих технологий в инновации, уровень технологической готовности в стране и в мире, стоимость технологических решений на сегодня, а также доступность технологий.

ф. Правовые – регулирование прав и защит интеллектуальной собственности в стране.

В ходе реализации модели оценки инноваций, каждая из представленных идей проверяется по всем группам факторов, выставляется интегральная оценка по степени вероятной успешности инновации на рынке. Планируемые результаты, обладающие научной новизной, сформулированы следующим образом:

1) систематизация взаимосвязи проблем внешней среды и требований к инновации через инструмент управления коммерциализацией;

2) предложен механизм иерархичной структуры обобщенных и частных показателей, характеризующих проблемы, для формирования инструмента обоснования будущего варианта коммерциализации инновации в сфере производства медицинской техники;

3) сформирован сравнительный показатель коммерциализации инноваций, позволяющий формализовать целевую функцию, связывающую параметры внешней и внутренних сред предприятия для принятия решения;

4) предложена модель анализа стратегии коммерциализации, ориентированная на обосновании выбора с использованием модифицированного метода SPACE;

5) предложен инструмент обоснования затрат на коммерциализацию, учитывающий затраты ресурсов, времени, труда на реализацию инновации.

### Литература

1. Исследование потенциала использования инновационных решений в диагностике состояния сложной медицинской техники / С.Л. Арутюнян, А.В. Охлопков [и др.] // Журнал прикладных исследований. 2025. № 3. С. 112–119. DOI 10.47576/2949-1878.2025.3.3.016. EDN NUERPMQ.
2. Набойченко, В.О. Разработка алгоритма коммерциализации инноваций / В.О.Набойченко, П.М.Раджабова // Инновации в обществе: современные вызовы и перспективы: Материалы III Всероссийской научно-практической студенческой конференции, Москва, 15–16 апреля 2024 года. М.: Академия управления и производства, 2024. С. 162–166. EDN WTTVSX.
3. Бандюк, А.И. Актуальные проблемы коммерциализации инноваций на рынке медицинской техники / А.И.Бандюк, Ю.В.Вылгина // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения): материалы международной научно-технической конференции, к 75-летию теплоэнергетического факультета посвящается, Иваново, 31 мая – 02 июня 2023 года. Т. 1. Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2023. С. 217–220. EDN PFFXEE.
4. Вылгина, Ю.В. Исследование проблем коммерциализации инноваций в отрасли производства медицинской техники в РФ / Ю.В. Вылгина, А. И. Бандюк, А. Е. Горохов // Финансовый бизнес. 2024. № 4(250). С. 29–34. EDN ICBWIZ.
5. Ансофф И. Новая корпоративная стратегия. СПб: Питер Ком,. 1999. 416 с. Сер. Теория и практика менеджмента. ISBN 5-314-00105-5.

УДК 005.4

М.С. БЕЛТУЕВА, аспирант  
Е.О. ГРУБОВ, к.э.н., доцент

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

### Анализ современных методов моделирования бизнес-процессов

*Аннотация.* В статье рассматриваются основные методы моделирования бизнес-процессов. Анализируются основные методологии и нотации, а также их применение в контексте цифровой трансформации и автоматизации бизнес-процессов.

*Ключевые слова:* моделирование бизнес-процессов, BPMN, CMMN, DMN, интернет вещей, process mining

M.S. BELTUEVA, postgraduate student  
E.O. GRUBOV, PhD in Economics,

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

## Analysis of modern of business process modeling methods

*Abstract.* The article discusses modern methods of business process modeling. Main methodologies and notations are analyzed, and their application is considered within the context of digital transformation and business process automation.

*Key words:* business process modeling, BPMN, CMMN, DMN, IoT, process mining

В современной практике проектирования и оптимизации бизнес-процессов используются различные подходы к их моделированию, каждый из которых нацелен на определенный круг задач. Разнообразие существующих методологических и программных решений вносит неопределенность в понимание того, какие из них являются наиболее перспективными с точки зрения современных реалий.

К числу наиболее распространённых подходов к моделированию бизнес-процессов относятся следующие:

- структурное моделирование, нацеленное на представление логической структуры процессов, данных и их взаимосвязей;
- объектно-ориентированное моделирование, широко распространённое в программной инженерии и позволяющее моделировать как структуру, так и поведение систем;
- интегрированное моделирование, представляющее собой комплексный подход, объединяющий различные аспекты бизнес-деятельности: процессы, функции, данные, роли, организационные структуры и правила.

Каждая методология моделирования бизнес-процессов реализуется посредством нотации, которая представляет собой формальный язык визуального моделирования (табл. 1) [1, 2].

В современных стандартах по моделированию бизнес-процессов, таких как BPMN, CMMN и DMN, названия нотаций совпадают с наименованиями методологий, что свидетельствует о тесной интеграции языка моделирования с его концептуальной основой. Другой особенностью нотаций BPMN, CMMN и DMN является то, что они могут использоваться совместно, формируя современную архитектуру управления процессами. Каждая из них рассчитана на определенный класс задач и преследует различные цели:

- BPMN (Business Process Model and Notation) рассчитана на моделирование процессов;
- CMMN (Case Management Model and Notation) ориентирована на моделирование слабо структурированных процессов, где последова-

тельность действий заранее не определена и зависит от внешних событий и контекста (например, рассмотрение обращений);

– DMN (Decision Model and Notation) предназначена для формализации логики принятия решений.

Таблица 1. **Виды моделирования бизнес-процессов организации**

| №   | Вид моделирования        | Методы                      | Нотации                                              |
|-----|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|
| 1   | Структурное              |                             |                                                      |
| 1.1 | Функциональное           | SADT                        | IDEF0                                                |
|     |                          | DFD                         | Нотация Гайна-Сарсона, Йордана-Де Марко              |
|     |                          | WFD                         | IDEF3                                                |
|     |                          | Decision Management         | DMN                                                  |
| 1.2 | Имитационное             | STD                         | CPN (Цветные сети Петри), IDEF3 (OSTN), GPSS, SIMAN  |
| 1.3 | Информационное           | ERM                         | ERD, IDEF1, IDEF1X, Нотация П. Чена, Нотация Баркера |
| 2   | Объектно-ориентированное | OMT<br>OOSE                 | UML                                                  |
| 3   | Интегрированное          | ARIS                        | eEPC                                                 |
|     |                          | Business Process Management | BPMN                                                 |
|     |                          | Case Management             | CMMN                                                 |

Модульность, масштабируемость, интеграция с искусственным интеллектом и системами управления знаниями создает потенциал для применения этих систем в контексте цифровой трансформации. Кроме того, эта особенность позволяет нивелировать ограниченную функциональность или недостатки отдельно взятых систем управления процессами. Так, например, CMMN почти всегда используется в сочетании с BPMN, так как сама по себе неудобна в пользовании [3].

В последние годы разрабатываются инновационные способы моделирования и оптимизации бизнес-процессов, основанные на интеграции существующих методов с новыми технологиями:

1. Объединение систем BPM и интернета вещей (IoT). В литературе описываются идеи совмещения BPM-систем и IoT (например, мониторинг запущенных процессов для приведения их в соответствие с состоянием физических устройств и объектов). Главным препятствием для успешной реализации подобных проектов считается отсутствие общей архитектуры, позволяющей синхронизировать взаимодействие этих систем [4].

2. Концепция Process Mining предусматривает создание модели бизнес-процесса на основе фактических данных информационных систем (event logs), что делает её более достоверной. Сопоставляя

данные журналов и схемы процессов, Process Mining позволяет выявить отклонения и узкие места в процессе, изучить длительность выполнения каждой его стадии, обнаружить лишние или пропущенные этапы, а также определить потенциальные способы оптимизации и, следовательно, повышения эффективности [5].

В результате работы проведен комплексный анализ различных подходов к моделированию бизнес-процессов. Исследована роль наиболее распространенных программных решений в управлении процессами в условиях цифровой трансформации. Кроме того, выявлены новые тренды в управлении процессами, такие как интеграция с IoT и process mining.

### Литература

1. Репин В., Елиферов В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 543 с.
2. Штей А.Ю. Краткий путеводитель по методологиям и нотациям описания и моделирования бизнес-процессов. Ч. 1 // ИНФОСТАРТ Анализ & управление. URL: <https://infostart.ru/pm/1426878/> (дата обращения: 10.04.2025).
3. Silver B. BPM+: The Enduring Value of Business Automation Standards // Trisotech. URL: <https://www.trisotech.com/value-of-business-automation-standards/> (дата обращения: 10.04.2025).
4. Schöning S., Ackermann L., Jablonski S., Ermer A. (2020). IoT meets BPM: A Bi-directional Communication Architecture for IoT-Aware Process Execution. Software and Systems Modeling. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10270-020-00785-7> (дата обращения: 10.04.2025).
5. Process Mining как эволюция «научного управления» – и наша открытая библиотека для анализа. URL: <https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/549662/> (дата обращения: 10.04.2025).

УДК 330: 004.89

Н.Г. БОЛЬШАКОВА, студент  
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э. н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина  
153003 г. Иваново, Рабфаковская ул., 34  
E-mail: [nibol@mail.ru](mailto:nibol@mail.ru)

### Искусственный интеллект в менеджменте организаций: анализ и перспективы развития

**Аннотация.** В работе исследуется возможное применение технологий на базе искусственного интеллекта в менеджменте. Выявляются особенности имплементации ИИ-технологий в имеющиеся практики. Анализируются возможные риски и преимущества внедрения современных технологий на базе искусственного интеллекта в рабочий процесс.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, менеджмент организаций, ИИ-технологии, цифровизация, управленческие решения.

N.G. BOLSHAKOVA, Master's student  
YU.V. VILGINA, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor

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

## **Artificial intelligence in the management of organizations: analysis and prospects of development**

*Abstract.* The article investigates the possible application of technologies based on artificial intelligence in management. The peculiarities of AI-technologies implementation in existing practices are examined. Possible risks and advantages of implementing modern technologies based on artificial intelligence in the work process are analyzed.

*Key words:* artificial intelligence, management of organizations, AI-technologies, digitalization, managerial decisions.

На сегодняшний день все большую популярность набирает концепция искусственного интеллекта, проникающая во многие сферы деятельности, поэтому все острее встает вопрос о том, каким образом следует применять эти новые разработки в сфере менеджмента. Исследуемое явление вызывает как большой энтузиазм, так и серьезные опасения. Однако, грамотное использование имеющихся технологий позволит реструктурировать имеющуюся практику ведения бизнеса, увеличить производительность, а также позволит принимать более оперативные и точные решения.

Необходимо отметить, что искусственный интеллект в России как явление научного дискурса прочно закрепился благодаря принятию Национальной стратегии развития ИИ на период до 2030 г., основной задачей которой является его развитие на территории РФ. Стратегия содержит меры, направленные на «обеспечение национальных интересов и реализацию стратегических национальных приоритетов» [1]. Кроме того, одним из важных этапов в развитии искусственного интеллекта в России является изобретение отечественных мегамоделей, таких как YaLM, GigaChat, Kandinsky, которые получили мировое признание.

ИИ является инструментом, способствующим улучшению рабочего процесса и повышению его результативности, цели использования ИИ преимущественно сводятся к интенсификации производства, устранению возможных операционных ошибок, увеличению работоспособности и производительности, спектр его применения постоянно расширяется.

Прежде всего, ИИ довольно активно используется при работе с большими данными, на которых он совершенствуется и происходит, так называемый, процесс «самообучения», позволяющий избегать ошибок при решении аналогичных задач. В производстве данное свойство ИИ является важным, поскольку за рекордно малое количество времени он способен обработать огромный массив данных о клиентах, узнать их

предпочтения и, благодаря этому, не только выстроить персонализированную коммуникацию, но и спрогнозировать вероятность покупки продукта. Такое использование ИИ становится революционным изменением для поведенческой экономики, а на практическом уровне меняет принципы работы CRM-систем [2]. В связи с этим, использование ИИ получает все большее распространение в области моделирования и тестирования, пробных испытаний создаваемого продукта, оценки его возможности, исследования преимуществ и слабых стороны, а также создание тестовых сценариев того, как новый продукт будет воспринят на рынке.

Таким образом, прогнозирование с помощью ИИ позволяет выявить множество факторов и предоставляет уникальную возможность для производителя продукции подготовки выхода на рынок, выстраивания последовательной коммуникации, и, как следствие, сокращение возможных рисков [3]. Например, Яндекс Маркет использует ИИ-технологии для предсказания спроса на товары на основе анализа алгоритмов в области продаж, сезонных трендов, индивидуальных предпочтений и даже погодных условий для выявления, на какие категории товаров в ближайшее время возрастет спрос.

Колоссальную роль ИИ играет в оптимизации процессов, особенно в оптимизации цепочек поставок. Под оптимизацией в данном случае подразумевается улучшение имеющихся практик, их совершенствование и повышение производительности. На практике ИИ-технологии анализируют данные о спросе, поставках и логистике и на их основе принимают решения, которые способствуют сокращению издержек. Например, обладая базой данных, состоящей из имеющихся продаж, сезонных колебаний, рыночных трендов, алгоритмы способны вычислить, какое количество товара может потребоваться. Это позволяет оптимизировать запасы на складах, сократить издержки на хранение и минимизировать риски дефицита [4]. Кроме того, оптимизация процессов с помощью ИИ может находить свое отражение в маркетинговой стратегии компании подразумевая не только сегментирование клиентов и создание персонализированного подхода, основанного на их личных предпочтениях, но и комплексный анализ эффективности различных рекламных каналов, которые способствуют расширению аудитории. Использование ИИ-алгоритмов в данной области позволит реструктурировать и оптимизировать бюджет, при этом направляя больше средств на те каналы, которые приносят наибольшую отдачу [5].

Необходимо также отметить, что ИИ может предоставить небольшим компаниям конкурентное преимущество, помогая находить недостаточно освоенные рынки и предлагая инновационные, экономически эффективные услуги. Так, ИИ способен «омолодить рынок» позволяя новым компаниям смелее и эффективнее предлагать свой продукт или услуги [6].

Несмотря на все видимые преимущества применения технологии в

деятельности компаний, у многих экспертов их внедрение в рабочий процесс вызывает серьезные опасения. Первостепенно, речь идет о несовершенстве работы искусственного интеллекта на данный момент, так как. ИИ – инновационная технология, которая еще только апробируется, учится выдавать идеальный результат и принимать во внимание все необходимые тренды. Довольно часто искусственный интеллект при поиске решения не учитывает важные факторы, что подрывает правильность его суждений [7]. Поэтому всецело делегировать производственные решения ИИ рискованно для развития компании. Грамотное использование ИИ на сегодняшний день – синергия его оперативности и контроля за результатом со стороны пользователя. Согласно исследованию Герасименко В.В., это является одной из причин, по которой многие российские компании неохотно внедряют ИИ в производственный процесс [8]. Кроме того, чтобы успешно внедрять ИИ-алгоритмы во внутренние процессы компании, необходимо наличие квалифицированных сотрудников, которые не только владеют необходимыми навыками использования технологий с искусственным интеллектом, но и способны адаптировать его алгоритмы под нужды компании. Это порождает нехватку подобных специалистов, сочетающих в перечне своих компетенций как технологические навыки, так и узкоспециальные. Однако, для борьбы с подобным вызовом в России в 2019 году был создан альянс «AI-Russia Alliance», в который вошли крупнейшие российские компании (Сбербанк, Яндекс, МТС и др.) с целью масштабного развития искусственного интеллекта и подготовка новых специалистов [9].

Принимая во внимание тот факт, что искусственный интеллект взаимодействует с большим количеством данных о клиентах, существует высокий риск утечки информации. Это может произойти как из-за системных сбоев или, по мнению исследователей Шитовой Ю.Ю. и Шитова Ю.А., из-за целенаправленных хакерских атак, целью которых является заполучить личные данные клиентов [10]. Кроме того, возникает вероятность использования мошенниками личных данных для создания дипфейков, что может нанести урон репутации компании и личности ее владельца.

Таким образом, можно отметить, что искусственный интеллект обладает огромным потенциалом для увеличения производительности многих областей, повышению конкурентоспособности новых компаний, развитию коммуникации. Программы по развитию ИИ получают активную поддержку на государственном уровне. Однако, большинство российских компаний относятся к новой технологии с разумным опасением ввиду несовершенства его технических свойств на данный момент.

### Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>

2. Ledro C., Nosella A., Dalla Pozza I. Integration of AI in CRM: Challenges and guidelines //Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. 2023. Т. 9. №. 4. С. 100-151.
3. Сидорин В. В. Система менеджмента качества организации с технологиями искусственного интеллекта / В. В. Сидорин // Организатор производства. – 2024. Т. 32, № 1. С. 54-70. DOI 10.36622/1810-4894.2024.38.89.005. EDN TYNBQI.
4. Иванов Ф. Д. Возможности использования искусственного интеллекта при управлении цепями поставок //Экономика и управление. 2024. Т. 30. №. 9. С. 1121-1129.
5. Nies H., Zhao L. AI-Powered Enhancements in Media Relations: Exploring Potential and Ethical Considerations in Public Relations //Public Relations and the Rise of AI. Routledge, 2025. С. 118-135.
6. Climent R. C., Haftor D. M., Staniewski M. W. AI-enabled business models for competitive advantage //Journal of Innovation & Knowledge. 2024. Т. 9. №. 3. С. 100532.
7. Дмитриева Н. В. Использование искусственного интеллекта при разработке продуктов // Вестник УМЦ. 2025. №1 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-pri-razrabotke-produktov>
8. Герасименко В.В. Цифровая этика применения искусственного интеллекта в бизнесе: осознание новых возможностей и рисков // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-etika-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-biznese-osoznanie-novyh-vozmozhnostey-i-riskov>
9. Хабирова Е.Е. Неопределенность в отношении технологии искусственного интеллекта в российском обществе // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. 2021. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neopredelennost-v-otnoshenii-tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-rossiyskom-obschestve>
10. Шитова Ю. Ю., Шитов Ю. А. Современные тренды экономической кибербезопасности // Мир новой экономики. 2019. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-trendy-ekonomicheskoy-kiberbezopasnosti>

УДК 62

Л.В. ГОЛУБЕВА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34  
E-mail: [golube\\_va@mail.ru](mailto:golube_va@mail.ru)

### **Эволюция отношения к ядерной энергетике: от опасений к возможности устойчивого развития**

**Аннотация.** Анализ изменений в общественном мнении, технологических достижениях и политических инициативах, направленных на развитие и реформирование ядерной энергетике в современных условиях.

**Ключевые слова:** безопасность, развитие и реформирование ядерной энергетики, образовательный уровень населения, общественное мнение, перспективы.

L.V. GOLUBEVA, Ph.D. in Economics

Ivanovo State Power Engineering University,  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: golube\_va@mail.ru

## **Evolution of attitudes towards nuclear energy: from fears to the possibility of sustainable development**

*Abstract.* Analysis of changes in public opinion, technological advances and political initiatives aimed at developing and reforming nuclear energy in modern conditions.

*Key words:* development and reform of nuclear energy, educational level of the population, public opinion, prospects.

Ядерная энергетика претерпела значительные изменения в общественном восприятии за последние десятилетия. Отношение к ядерной энергетике стало объектом постоянных дебатов и трансформаций.

Появление ядерной энергетики – значимый шаг в развитии человечества. Её использование сопровождалось многочисленными спорами. Ключевую роль в формировании негативного отношения к ядерной энергетике сыграли крупные аварии. После Чернобыльской АЭС в 1986 г. общественное мнение по всему миру значительно ухудшилось, а страны, активно использующие ядерную энергетiku, начали пересматривать свои энергетические стратегии. В Европе 1990-х годов, доля ядерной энергетики в общем энергобалансе снизилась с 30% до около 25% к началу 2020-х годов.

Ситуация ухудшилась в 2011 году после аварии на АЭС Фукусима-1 в Японии. Эта трагедия вновь поставила под сомнение безопасность ядерной энергетики, особенно в сейсмоопасных регионах. Последствия аварии вызвали очередную волну отказа от ядерной энергии, например, Германия, ускорила планы по закрытию своих атомных станций.

В 2000-х годах, в контексте усиливающегося климатического кризиса, ядерная энергетика вновь оказалась в центре внимания как один из возможных путей сокращения выбросов углерода в атмосферу. Были построены несколько новых ядерных реакторов, что свидетельствует о возрождении интереса к этой отрасли. Однако опыт прошлых аварий остаётся ключевым аргументом для её противников.

В последние годы отношение к ядерной энергетике в разных странах значительно варьируется. На одной стороне баррикад находятся сторонники ядерной энергии, которые утверждают, что она – это необходимое звено в системе низкоуглеродной энергетики, способное обеспечить стабильный и безопасный источник энергии для растущих потребностей человечества. Согласно Международному агентству по атомной энергии (МАГАТЭ), ядерная энергия продолжает обеспечивать существенную долю мирового потребления электроэнергии, составляя около 10% от общего производства электроэнергии в мире. В странах с развитыми экономиками эта доля ещё выше: во Франции она достигает

порядка 70%, в США около 20%, что подчёркивает ее значимость для энергетического баланса этих государств.

С другой стороны, остаются те, кто опасается экологических рисков, связанных с использованием ядерной энергии, а также проблемы управления радиоактивными отходами, безопасности эксплуатации реакторов и угрозы террористических актов, связанных с ядерными объектами.

Исследования показывают, что восприятие ядерной энергетики в значительной степени зависит от образовательного уровня населения. В странах с высоким уровнем образования, (Швеция, Финляндия) поддержка ядерной энергетики значительно выше, в то время как в странах с более низким уровнем образования эти цифры могут быть значительно ниже.

Одним из важнейших факторов, способствующих изменению отношения к ядерной энергетике, является развитие новых технологий в области ядерных реакторов. Современные концепции, такие как реакторы IV поколения, которые обладают преимуществом в виде уменьшенной уязвимости к внешним угрозам и могут быть построены в регионах, где установка крупных АЭС невозможна, а также термоядерный синтез, обещают значительные улучшения в области безопасности, экономической эффективности и экологической чистоты.

Одним из важнейших аспектов, который в последние годы активно обсуждается в научных кругах и политических форумах, является роль ядерной энергетики в достижении целей по борьбе с изменением климата. В странах, активно использующих ядерную энергетику, таких как Франция и США, выбросы от энергетического сектора на душу населения значительно ниже, чем в странах, где преобладают угольные электростанции.

Одним из наиболее очевидных преимуществ ядерной энергетики является её способность производить значительные объёмы энергии с минимальными углеродными выбросами. Согласно отчету МАГАТЭ, ядерная энергия предотвращает выбросы более 2 млрд.т углекислого газа ежегодно.

Ядерная энергетика продолжает оставаться важным элементом глобальной энергетической стратегии, ее будущее зависит от ряда факторов, включая технологическое совершенствование, повышение уровня безопасности и урегулирование вопросов утилизации ядерных отходов. При этом для успешной интеграции ядерной энергетики в систему устойчивого энергоснабжения необходимо учитывать необходимость широкого общественного согласия, что требует более активного вовлечения в обсуждения вопросов безопасности, социальной ответственности и экологической устойчивости.

Роль ядерной энергетики в будущей мировой энергетической системе, будет определяться не только ее потенциалом в качестве низкоуглеродного источника энергии, но и ее способностью интегрироваться в более широкий контекст, включающий возобновляемые источники энергии и инно-

вационные технологии. Только в таком междисциплинарном подходе можно будет найти оптимальное решение для обеспечения устойчивого и экологически безопасного энергетического будущего.

### Литература

1. Наумова, А.О. Перспективы развития ядерной энергетики в России / А.О. Наумова // CyberLeninka. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-yadernoy-energetiki-v-rossii>
2. Новак, А.В. Основные положения энергетической стратегии России до 2035 года / А.В. Новак // CyberLeninka. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-polozheniya-energeticheskoy-strategii-rossii-do-2035-goda>
3. Федеральное агентство по атомной энергии (Росатом). Официальный сайт.
4. Выставкина, Е.В. Развитие атомной промышленности в XXI веке / Е.В. Выставкина // CyberLeninka. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-atomnoy-promyshlennosti-v-xxi-veke>
5. Андросов, М.В. Экологическая безопасность в области использования атомной энергии / М.В. Андросов // CyberLeninka. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-bezopasnost-v-oblasti-ispolzovaniya-atomnoy-energii>

УДК 333.1

Л.В. ГОЛУБЕВА, к.э.н., доцент  
А.Д. КАШИНА, студент  
И.И. ЧЕРНЯЕВА, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: [golube\\_va@mail.ru](mailto:golube_va@mail.ru)

### **Кадровая политика госкорпорации росатом на примере взаимодействия с вузами и школами**

**Аннотация.** Рассматриваются инструменты кадровой политики Госкорпорации «Росатом», направленной на привлечение молодых специалистов из числа обучающихся школ и ВУЗов.

**Ключевые слова:** Госкорпорация «Росатом», кадровая политика, развитие инженерных компетенций.

L.V. GOLUBEVA, Ph.D. in Economics  
A.D. KASHINA, student  
I.I. CHERNYAEVA, student

Ivanovo State Power Engineering University,  
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: [golube\\_va@mail.ru](mailto:golube_va@mail.ru)

### **Interaction of the state corporation Rosatom with schools and universities as an example of personnel policy**

*Abstract.* The article considers instruments of personnel policy of State Atomic Energy Corporation «Rosatom», aimed at attracting young professionals from schools and universities.

*Key words:* State Atomic Energy Corporation «Rosatom», personnel policy, development of engineering competencies.

Кадровая политика является одним из важнейших аспектов деятельности такой крупной и стратегически важной организации, как Росатом. В условиях постоянного развития и модернизации корпорация нуждается в высококвалифицированных специалистах, которые смогут эффективно решать поставленные задачи.

Росатом реализует построение экосистемы непрерывного развития инженерных компетенций на каждом этапе кадрового воспроизводства. Так, для школьников 10-17 лет организован проект «Юниоры Росатома». Цель – популяризация среди подрастающего поколения приоритетных для Росатома инженерных и рабочих компетенций, создание среды массового развития инженерно-технического творчества путем вовлечения школьников и педагогов в мероприятия проекта, ранняя профориентация и раскрытие потенциала подростков, апробация новых образовательных методик и технологий в образовательных организациях, а также системная подготовка педагогов и наставников по инженерным и рабочим специальностям. В проект вовлечены более 62 тыс. школьников, более 700 педагогов и более 200 тыс. представителей родительского сообщества [1].

Программа «Атомклассы» – еще одна инициатива Госкорпорации. На сегодняшний день программа реализуется 80-ю школами из 28-ми субъектов РФ. Основной ее замысел заключается в поддержке и развитии естественнонаучного и математического образования в школе за счет создания современных условий для реализации программ углубленного изучения математики, физики, химии, биологии и информатики, а также поддержки проектной и исследовательской деятельности учащихся, привития им в образовательном процессе ценностей Госкорпорации «Росатом». К 2025 году участниками проекта стали уже 5 школ города Иваново.

Взаимодействие со студентами – еще один важный аспект кадровой политики Росатома. Корпорация активно сотрудничает с ВУЗами и колледжами с целью привлечения талантливых молодых специалистов. Это сотрудничество включает стажировки, практики, научные исследования и образовательные программы.

Важнейшим этапом становления студентов как будущих молодых специалистов является развитие их профессиональных компетенций, которое осуществимо в рамках образовательной программы «Студенческий Цех». Цель – помочь студентам сформировать практические навыки для последующей работы на предприятиях атомной отрасли. За весь период существования проекта было подано более 7500 заявок на участие от студентов колледжей и вузов со всей России, из стран

ближнего и дальнего зарубежья. В 2025 году в программу «Студенческого цеха» входят 17 образовательных треков по таким направлениям, как «Технологические системы энергетических объектов», «Математическое моделирование», «Электроника» и др.

Возможностью продемонстрировать приобретенные знания и навыки для студентов является чемпионат AtomSkills. AtomSkills – отраслевой чемпионат профессионального мастерства Госкорпорации «Росатом» по методике WorldSkills, который проводится с 2016 года. Это масштабное отраслевое чемпионатное движение, объединяющее все конкурсы профессионального мастерства, проводимые в атомной отрасли, и их участников – специалистов и ветеранов атомной отрасли, студентов профильных вузов и школьников – в единую Экосистему подготовки и развития рабочих и инженерных кадров [2].

Конкурсные задания на Atomskills всегда максимально приближены к реальным производственным задачам. Задания для всех участников одинаковые, студенты соревнуются наравне с профессионалами. По словам главных экспертов, молодые люди, только вступающие в профессию, могут показать новые, неожиданные, креативные варианты решений.

Одним из направлений сотрудничества Росатома с ВУЗами является выполнение контрактных исследований, совместные научно-инновационные проекты. Один из таких проектов реализуется ИГЭУ – выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ на сумму 69 235 745 руб. по «Разработке методик и программных приложений для диагностики, анализа и повышения энергетической эффективности работы механизмов собственных нужд второго контура энергоблоков с реакторами типа ВВЭР на Калининской АЭС».

Согласно проекту договора в обязанности ИГЭУ входит создание специализированных программных продуктов, которые с использованием обученных нейросетевых моделей будут давать рекомендации оперативному персоналу. Планируется с помощью данных моделей повысить эффективность оборудования собственных нужд посредством анализа и улучшения режимов его эксплуатации. Целью НИР является разработка специализированного программного средства, позволяющего выполнять анализ работы оборудования систем питательных турбо-насосов, регенеративного подогрева, вакуумной системы с использованием технологий нейросетевого моделирования и формирующего рекомендации для оперативного персонала, направленные на оптимизацию потребления энергии оборудованием [3].

Госкорпорация «Росатом» реализует комплексную систему привлечения молодых специалистов, начиная с профориентационной работы в школах и продолжая развитием профессиональных, творческих и спортивных компетенций студентов.

Особую ценность представляет собой целостный подход к формированию профессиональных компетенций: от базовых знаний до практических навыков. Результатом такой системной работы становится не

только рост качества подготовки специалистов, но и формирование у них корпоративных ценностей. Успешная реализация данной политики позволяет «Росатому» не только обеспечивать себя квалифицированными кадрами, но и вносить существенный вклад в развитие научно-технического потенциала страны, что особенно важно для достижения технологического суверенитета России.

### Литература

1. Юниоры Росатома / [Электронный ресурс] // Корпоративная Академия Росатома : [сайт]. — URL: <https://rosatom-academy.ru/projects-and-programs/rosatom-the-best-in-revealing-the-potential-of-employees/proforientatsiia-i-razvitiie-inzhenerykh-kompetentsii/yuniory-rosatoma/> (дата обращения: 13.02.2025).
2. AtomSkills / [Электронный ресурс] // AtomSkills: [сайт]. — URL: <https://atomskills.ru/> (дата обращения: 01.03.2025).
3. Госкорпорация «Росатом» // публичный отчет. URL: <https://rosatom.ru/upload/iblock/ec8/ec8d8fad15a03f70e30d31b49a18f4e8.pdf> (дата обращения 11.02.2025)

УДК 005.21

Ю.В. ГАЛЬЦЕВ, аспирант,  
Е.О. ГРУБОВ, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: [1@onfd.ru](mailto:1@onfd.ru), [egrubov@yandex.ru](mailto:egrubov@yandex.ru)

### Типовые стратегии и проблемы стратегического выбора поставщиков на рынке медицинского оборудования

**Аннотация.** В статье рассматриваются типовые стратегии поставщиков медицинского оборудования на российском рынке. На основании систематизации критериев, определяющих стратегический выбор поставщика, авторами предложен многофакторный механизм формирования стратегии, учитывающий интересы различных заинтересованных сторон и создаваемую поставщиком ценность для разных категорий клиентов.

**Ключевые слова:** заинтересованные стороны, стратегия организации, поставщик медицинского оборудования, стратегический выбор

Y.V. GALTSEV, postgraduate student  
E.O. GRUBOV, PhD in Economics,

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya street, 34  
E-mail: [1@onfd.ru](mailto:1@onfd.ru)

### Typical strategies and strategic choice problems of suppliers in the medical equipment market

*Abstract.* The article discusses typical strategies of medical equipment suppliers in the Russian market. Based on criteria systematization that determine supplier's strategic choice, a multifactorial strategy formation mechanism is proposed that takes into account interests of various stakeholders and value created by a supplier for different categories of customers.

*Key words:* stakeholders, business strategy, medical equipment supplier, strategic choice

В условиях трансформации системы здравоохранения и растущей конкуренции на рынке медицинского оборудования выбор эффективной стратегии становится ключевым фактором успеха для поставщиков. Особенности российского рынка требуют гибкого и многофакторного подхода к стратегическому планированию. Несмотря на наличие исследований, касающихся отдельных аспектов маркетинга и стратегического менеджмента в здравоохранении, число работ, посвященных стратегическому выбору именно поставщиком медицинского оборудования в российском контексте, остается ограниченным. Так, в исследованиях рассматриваются модели взаимодействия поставщиков с лечебными учреждениями [1] и вопросы оценки создаваемой поставщиками ценности для клиентов [2]. Настоящее исследование направлено на восполнение этого пробела путем разработки механизма стратегического выбора, основанного на комплексной системе критериев и интересах ключевых заинтересованных сторон (ЗС).

В целях понимания сложившейся ситуации на рынке выделим следующие типовые стратегии поставщиков медицинского оборудования.

1. *Узкая специализация* – сфокусированность на одном продукте или продукции одного-двух производителей. Стратегия подразумевает экспертные знания, роль единственного представителя производителя на определенной территории, плотную работу с пользователями оборудованиями, и является устойчивой к кадровым изменениям. Поставщик обладает сильной властью на рынке, так как может монопольно определять каналы сбыта и ценовую политику. Основные риски – крайне высокая зависимость от часто единственного производителя и кардинальных изменений на рынке.

Оснащение под приказы (программы) – разновидность узкой специализации, имеющая временный характер и требующая быстрого переключения между производителями и типами оборудования.

2. *Региональный поставщик* – компания, локально работающая в одном-двух субъектах федерации и поставляющая широкий ассортимент оборудования под имеющиеся запросы. Как правило, существует несколько таких компаний, приходящих в лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ) и особо не отличающихся друг от друга, поэтому одним из основных аргументов для принятия решения о сотрудничестве становится низкая цена, что может приводить к демпингу и низкой маржинальности бизнеса.

Разновидностью этой стратегии является поставка оборудования по

запросам из конкретных ЛПУ, с которыми у поставщика установлены близкие взаимоотношения. Здесь исключается ценовой демпинг, однако основной риск – это кадровые перестановки у заказчика, в результате которых он переключается на других поставщиков.

3. *Оказание услуги вместо поставки оборудования.* Для ЛПУ товаром-заменителем может являться не оборудование другого бренда, а направление пациентов в другое учреждение для проведения обследования или лечения. Разновидностью этого процесса является приглашение в ЛПУ специализированной компании со своим оборудованием и специалистами. В сегменте методически сложного оборудования и методов диагностики, например интраоперационного мониторинга (ИОМ) или полисомнографии (исследования сна), где высоки не только затраты на приобретение оборудования, но и финансовые и временные издержки на подготовку квалифицированного специалиста, данный стратегический подход со стороны поставщика может быть оправдан. Например, поставщик оборудования для ИОМ работает как на продажу оборудования в ЛПУ, так и оказывает услуги по проведению ИОМ для тех клиентов, кто не может или не готов приобретать оборудование. Однако у поставщика возникает конфликт интересов: продажа оборудования потенциально снижает его востребованность как сервисной организации, поэтому требуется четкая расстановка приоритетов.

По мнению авторов, стратегический выбор поставщика медицинского оборудования на российском рынке обусловлен в первую очередь следующими критериями: 1) ассортимент оборудования; 2) география работы; 3) наличие послепродажного обслуживания и дальнейшего сопровождения; 4) сегмент рынка; 5) приоритеты ЗС (табл. 1).

Таблица 1. Приоритеты заинтересованных сторон поставщика

| <b>Заинтересованные стороны</b>   | <b>Стратегия в соответствии с приоритетами</b>                                  |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Врачи-пользователи оборудования   | Поставка оборудования, к которому они привыкли, даже если оно не самое лучшее   |
| Руководство ЛПУ                   | Поставка оборудования, удовлетворяющее потребность ЛПУ за минимальную стоимость |
| Производитель оборудования        | Поставка только его оборудования, даже если это не всегда оптимальный выбор     |
| Собственники (акционеры) компании | Поставка оборудования, приносящего максимальную прибыль                         |

Предполагая дискретный набор значений каждого из критериев (широкий или узкий ассортимент; локальный или национальный рынок; продажа или обслуживание; 3 сегмента рынка и 4 основные ЗС), получаем сложный многофакторный выбор стратегии поставщика, включающий не менее 96 комбинаций, требующий их сравнительной оценки.

Как было показано авторами, выбор стратегии работы на рынке медицинского оборудования зависит от большого количества сложно формализуемых, «мягких», неконкретных критериев [3, 4]. Стоит гово-

рять не о единой стратегии, а о наборе стратегических подходов или индивидуальных стратегиях для каждого сочетания «оборудование – сектор рынка», так как для разных категорий клиентов создаваемая поставщиком ценность имеет разный вес и смысл. Для эффективной работы на рынке поставщику необходимо собрать индивидуальные наборы компетенций для работы с каждым сегментом и гибко выстраивать свою деятельность в соответствии с ситуацией на рынке.

### **Литература**

1. Глушкова Т.Е. Стратегии маркетинга в здравоохранении: современные подходы // Маркетинг в России и за рубежом. 2020. №4. С. 42-48.
2. Смирнов А.В. Управление цепочками поставок медицинского оборудования в условиях рыночной неопределенности // Вопросы экономики и управления. 2019. №7(61). С. 103–110.
3. Гальцев Ю.В., Грубов Е.О. Стратегическое осмысление видов деятельности компании через цепочку создания ценности // Анализ состояния и перспективы развития экономики России: материалы VIII всероссийской научно-практической конференции / ИГЭУ. Иваново, 2024. С. 99–104.
4. Грубов Е.О., Гальцев Ю.В. Исследование проблем выбора стратегии поставщиком медицинского оборудования // Журнал прикладных исследований. 2024. № 7. С. 69–77.

УДК 339.13

Е.О. ГРУБОВ, к.э.н., доцент

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

### **Развитие концепции пожизненной ценности клиента**

*Аннотация.* В статье рассматривается сущность показателя пожизненной ценности клиента (CLV), описаны подходы к его расчету. Предложена классификация моделей жизненного цикла взаимодействия компании с клиентом, выделены особенности формирования CLV для каждой модели. Показана роль инструментов искусственного интеллекта в прогнозировании CLV.

*Ключевые слова:* пожизненная ценность клиента, маркетинг взаимоотношений, лояльность потребителей, жизненный цикл.

Е.О. GRUBOV, PhD in Economics

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya street, 34  
*E-mail: egrubov@yandex.ru*

### **Customer lifetime value concept development**

*Abstract.* The article examines the essence of customer lifetime value (CLV), approaches to its calculation are presented. The classification of life cycle models of

company-client interaction is proposed, features of CLV formation for each model are highlighted. The role of artificial intelligence tools in CLV forecasting is shown.

*Key words:* customer lifetime value, relationship marketing, customer loyalty, life cycle

Пожизненная ценность клиента (customer lifetime value, CLV) – один из важнейших маркетинговых показателей, отражающих размер дохода, получаемого компанией от своего потребителя на протяжении всего жизненного цикла их сотрудничества. Впервые этот термин был введен в оборот в 1980-х гг. в работах, связанных с маркетингом баз данных, прямыми продажами и торговлей по каталогам. В последующие годы концепция CLV получила развитие в работах многих исследователей как одна из ключевых идей маркетинга взаимоотношений [1, 2].

CLV позволяет оценить кумулятивную экономическую ценность клиента, которую тот приносит компании за определенный срок их взаимоотношений. Показатель CLV учитывает, с одной стороны, маржинальный доход, приносимый компании каждым её клиентом, с другой стороны, затраты компании, связанные с его привлечением и удержанием.

Существует большое разнообразие подходов к расчету значения показателя CLV, отличающихся составом конкретных видов маркетинговых затрат, оценкой удержания клиентов, учетом фактора времени и т.д. Одним из наиболее полных вариантов является следующий:

$$LTV = -AC + \sum_{t=1}^T \frac{(M_t - RC_t)p_t}{(1+r)^t}, \quad (1)$$

где AC – маркетинговые затраты на привлечение клиента;  $M_t$  – маржинальный доход, получаемый компанией от клиента в период  $t$ ;  $RC_t$  – маркетинговые затраты на удержание клиента в период  $t$ ;  $p_t$  – вероятность того, что клиент не покинет компанию в период  $t$ ;  $r$  – ставка дисконтирования;  $T$  – общее количество периодов сотрудничества компании с клиентом [3].

В зависимости от доступных данных о поведении клиентов компании значение CLV может быть рассчитано следующим образом:

1) в среднем на одного клиента на основе данных о средних показателях маркетинговых затрат, маржинального дохода, частоты покупок, уровня удержания при отсутствии персонализированных данных;

2) в среднем для каждого рыночного сегмента, если возможно отдельно оценить указанные показатели по сегментам;

3) для каждого клиента, если CRM-система компании позволяет получить данные в разрезе отдельных потребителей – при таком подходе становится возможным дифференцировать клиентов на основе показателя CLV, например, с помощью ABC-анализа;

4) для кластера клиентов, связанных между собой общими рекомендациями, если для них можно обособленно выделить маркетинговые затраты на привлечение и удержание (например, лояльный потреби-

тель, являющийся «амбассадором» компании или бренда, бесплатно рекомендует их другим людям, что повышает их суммарную CLV, однако уход такого клиента с большой вероятностью сократит продолжительность жизненного цикла сотрудничества и с остальными участниками кластера).

По мнению автора, можно выделить несколько основных моделей жизненного цикла взаимодействия компании с клиентом и формирования его CLV.

1. *Регулярные повторные покупки товара или услуги.* Такая модель характерна для FMCG-рынков или большинства рынков потребительских услуг. Типичный потребитель приобретает продукт с некоторой частотой на протяжении длительного времени, что может компенсировать высокие первоначальные маркетинговые затраты компании на его привлечение, а также способствовать повышению точности прогнозирования доходов в составе CLV. В то же время издержки перехода (переключения на конкурирующий бренд) для потребителей, как правило, невелики, и они склонны проявлять «полигамное» поведение на протяжении всего жизненного цикла, что вынуждает компанию нести регулярные высокие маркетинговые затраты на удержание.

2. *Товары и услуги предварительного выбора и длительного пользования.* Для данной модели характерен продолжительный период времени между повторными покупками (годы, десятилетия), что открывает перспективу долгого сотрудничества с клиентом, однако в перерыве между обращениями клиент не приносит дохода компании. Важнейшая роль в формировании CLV здесь принадлежит рекомендациям, которые он может сделать в промежуточные периоды при условии высокой удовлетворенности от собственного опыта.

3. *Основной продукт с последующей продажей расходных материалов или сервисным обслуживанием* (продажа принтеров и картриджей, автомобильный рынок и т.д.). В такой модели компания, как правило, получает основной доход именно от последующего сотрудничества, поэтому маркетинговые затраты на привлечение клиента и приобретение основного продукта могут быть очень высокими и даже приводить к его продаже в убыток. Особо ценным становится удержание клиента на протяжении долгого времени за счет поддержания его удовлетворенности, так как издержки перехода существенно выше, чем в модели 1, но при принятии клиентом решения об уходе вероятность его последующего возвращения стремится к минимуму.

4. *Подписка на услуги* (мобильная связь, интернет, онлайн-сервисы и т.д.). Хотя данная модель имеет схожие черты с моделью 1, клиенты в большей степени склонны сохранять приверженность уже сделанному выбору, особенно если качество сервиса соответствует их ожиданиям и не доставляет неудобств, таких как сложный механизм оплаты или контроля расходов.

Таким образом, в зависимости от модели жизненного цикла компа-

нии важно прогнозировать, какова вероятность ухода клиента на каждом этапе, какими факторами определяется эта вероятность и к утрате какой доли будущей CLV приведет потеря потребителя.

Развитие инструментов искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет выявлять и проводить детализированную оценку количественных и категориальных факторов, влияющих на отток клиентов, прогнозировать вероятность ухода для каждого отдельного клиента, кластера или сегмента, и повышать качество прогноза CLV [4].

Таким образом, CLV является важным целевым показателем при принятии маркетинговых решений, связанных с оценкой ценности каждого клиента и их приоритизации, а также с определением оптимального размера маркетинговых затрат на привлечение и удержание потребителей.

### Литература

- 1.Третьяк О.А. Ценность клиента в течение его жизненного цикла: развитие одной из ключевых идей маркетинга взаимоотношений // Российский журнал менеджмента. 2011. Т. 9. № 3. С. 55–68.
- 2.Аренков И.А., Ишмухаметов Р.Р., Смирнов С.А. Изучение зависимости между удовлетворенностью клиента и его ценностью в течение жизненного цикла (CLV) // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 18. С. 2677-2694.
- 3.Джеффри М. Маркетинг, основанный на данных. 15 ключевых показателей, которые должен знать каждый. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 384 с.
- 4.CLV Quickstart // PyMC-Marketing. Open Source Marketing Analytics Solution. URL: [https://www.pymc-marketing.io/en/stable/notebooks/clv/clv\\_quickstart.html](https://www.pymc-marketing.io/en/stable/notebooks/clv/clv_quickstart.html) (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 338.242

Ю.В. ГРУБОВА, к.э.н., доцент  
М.А. ПОЛКОШНИКОВА, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
e-mail: [jgrubova@rambler.ru](mailto:jgrubova@rambler.ru)

### **ВТЛ-маркетинг как инструмент продвижения автомобильного бренда на региональном рынке**

*Аннотация.* В статье рассмотрена специфика проведения ВТЛ-мероприятий на региональном автомобильном рынке. Представлена классификация ВТЛ-мероприятий. Проанализированы ключевые мотивы участия потенциальных потребителей в мероприятиях и проблемы снижения интереса к ним.

*Ключевые слова:* ATL, ВТЛ, автомобильный бренд, региональный рынок, дилер, потребитель

J.V. GRUBOVA, PhD in Economics,  
M.A. POLKOSHNIKOVA, postgraduate student

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
e-mail: jgrubova@rambler.ru

## **BTL-marketing as an automobile brand management tool in a regional market**

*Abstract.* The article examines specific features of BTL events as a tool for an automobile brand promotion in a regional market. The classification of BTL events is presented. The key motives of potential consumers' participation in events and the problems of reducing their interest are analyzed.

*Key words:* ATL, BTL, automobile brand, regional market, dealer, consumer

В условиях современной рыночной экономики и высокой конкуренции среди автомобильных брендов на российском рынке главной задачей является поддержание и увеличение своей рыночной доли, стабильный рост продаж и укрепление позиции бренда. Использование традиционных ATL-инструментов для продвижения автомобильных брендов не дает желаемой реакции в поведении потребителей ввиду динамичности развития общества, появления новых технологических разработок и других факторов. Поэтому BTL-маркетинг становится все более актуальным для продвижения бренда в целях установления прочной эмоциональной и психологической связи с потребителем.

В настоящее время структура автомобильного рынка России свидетельствует о преобладании китайских и российских брендов, которые занимают более 90 % рынка [1]. При этом доверие к китайскому автопрому является нестабильным.

BTL-мероприятия в формате непосредственного взаимодействия с целевой аудиторией позволяют компании получать обратную связь от клиентов о бренде, изучать их предпочтения, представлять новые продукты и повышать лояльность. В свою очередь, потребитель, получив эмоции от участия в мероприятии, формирует свое восприятие бренда и дальнейшие аффективные ассоциации с ним.

В табл. 1 приведена авторская классификация BTL-мероприятий в рамках продвижения автомобильного бренда на региональном рынке.

На наш взгляд, наиболее актуальными являются BTL-мероприятия в дилерском центре, так как потенциальные потребители получают контакт не только с автомобилем, но и с философией бренда, его идентичностью, которые выражаются в архитектурных стандартах, графическом оформлении, внешнем виде сотрудников, TOV и других факторах, позволяющих сложить образ бренда в сознании потребителя.

Таблица 1. Классификация BTL-мероприятий автомобильного бренда

| Вид мероприятия                | Классификация                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Цель                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выездные мероприятия           | Автопробег, интеграция в городское событийное мероприятие, участие в выставках                                                                                                                                                                                                                                       | Повышение узнаваемости бренда                                                                                                                                                                           |
| Мероприятия в дилерском центре | Событийное мероприятие в здании дилерского центра (открытие автосалона или официального дилерского центра в регионе, день рождения автосалона или бренда, новогодняя елка для детей клиентов и др.), презентация автомобиля бренда, день открытых дверей (в рамках продвижения продукта или сервисного обслуживания) | Повышение узнаваемости бренда, привлечение внимания потенциальной аудитории, получение обратной связи от клиентов, предложение актуальных условий покупки и обслуживания, повышение лояльности к бренду |
| Мероприятия для СМИ            | Пресс-конференции, пресс-туры, представление новых моделей автомобилей или услуг                                                                                                                                                                                                                                     | Продвижение бренда через независимую оценку СМИ                                                                                                                                                         |
| Спонсорские мероприятия        | Благотворительные мероприятия по сбору помощи нуждающимся (фондам, конкретным лицам)                                                                                                                                                                                                                                 | Повышение узнаваемости бренда, демонстрация социальной ответственности                                                                                                                                  |

В зависимости от цели проведения BTL-мероприятия выстраивается концепция, основанная на миссии и позиционировании бренда. Задача мероприятия заключается в донесении до потребителя ценностей бренда через демонстрацию преимуществ автомобилей и сервисных услуг. С помощью увлекательных форматов, освещения технологичности и демонстрации УТП автомобилей, проведения тест-драйвов для получения качественных эмоций от управления автомобилем компания движется к ожидаемому результату – поддержанию лояльности, развитию клиентской базы, повышению продаж автомобилей бренда.

В процессе организации мероприятия дилеру бренда необходимо ответить на вопросы, почему клиент должен посетить мероприятие и какие его потребности оно удовлетворит.

Согласно исследованию Авито-Авто, в котором приняли участие 2000 человек, за последние два года отношение к автомобилям из Китая значительно улучшилось: 46 % респондентов, готовых к такой покупке, еще недавно скептически относились к китайским брендам, и 28 % респондентов рассматривают возможность покупки нового китайского автомобиля [2]. Таким образом, BTL-мероприятие может удовлетворить потребность в получении информации об автомобилях в непринужденной обстановке, сформировать у потребителя интерес

к моделям бренда, заложить основу доверия к бренду. При этом получение информации об автомобиле может рассматриваться как источник комфорта, защищенности, уверенности и стабильности. По пирамиде А. Маслоу это базовая потребность в безопасности. Но основная задача BTL-мероприятия – формирование положительных эмоций от соприкосновения с брендом, т.е. использование формата развлекательных шоу, проведение мастер-классов, розыгрышей призов для гостей мероприятия является удовлетворением социальных потребностей более высокого уровня – в признании и самоактуализации [3]. На мероприятии человек находится в группе единомышленников, экспертов, удовлетворяя свою потребность в дружбе и принадлежности. Кроме того, выражение организаторами признания компетентности и нужности каждого клиента соответствует его потребности в самоуважении.

Несмотря на явные преимущества проведения BTL-мероприятий, количество их посетителей снижается. Ситуация изменилась с началом эпидемии COVID-19, и в связи с наращиванием доли онлайн-торговли тенденция к смещению фокуса с оффлайн-мероприятий сохраняется. В данных условиях мы считаем уместным говорить о возможности применения TTL-формата мероприятий, направленного на различные группы целевой аудитории. Так, среди приверженцев онлайн-среды следует проводить розыгрыши подарков от бренда, делать презентации автомобилей и вести коммуникацию с аудиторией в прямом эфире.

Таким образом, BTL-мероприятие является актуальным и трудозатратным для организаторов, однако это эффективный инструмент повышения узнаваемости, конкурентоспособности и лояльности к бренду автомобиля со стороны потенциальных и постоянных потребителей на региональных рынках, который в современных условиях становится элементом смешанной концепции взаимодействия с клиентом.

### Литература

1. Как изменилась структура рынка легковых автомобилей в России? URL: <https://www.autostat.ru/infographics/57813/> (дата обращения: 16.03.2025).
2. Каждый четвертый россиянин готов пересечь на новый китайский автомобиль. URL: <https://automarketolog.ru/kazhdyj-chetvertyj-rossiyanin-gotov-peresest-na-novyy-kitajskij-avtomobil/> (дата обращения: 16.03.2025).
3. Маслоу А. Х. Мотивация и личность. СПб.: Питер, 2014. 400 с.

УДК 621.316

Н.И. ДЮПОВКИН, к.т.н.

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

*E-mail: dni@ispu.ru*

## **Тенденции изменения тарифов на электроэнергию для населения**

*Аннотация.* В работе приведен анализ влияния действующих тарифов на режим потребления электроэнергии населением. Отмечен механизм сдерживания роста энергопотребления населения.

*Ключевые слова:* электроэнергетика, тарифы, тарифная политика, энергосбережение.

N.I. DYUPOVKIN, k.t.n.,

Ivanovo State Power Engineering University  
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St.,34

*E-mail: dni@ispu.ru*

## **Trends in electricity tariffs for the population**

*Annotation.* The paper provides an analysis of the impact of current tariffs on the mode of electricity consumption by the population. The mechanism of restraining the growth of energy consumption of the population is noted.

*Key words:* electric power industry, tariffs, tariff policy, energy saving.

В электроэнергетике тарифы, из-за особенностей отрасли, должны выполнять функции регулирования спросом и компенсации затрат на производство и доставку продукции. Для защиты экономических интересов групп населения, которые вынуждены использовать большие объемы электроэнергии или имеющие низкий доход, используется механизм ценовой дискриминации при формировании тарифов. Сдерживание роста тарифа для одних групп населения предполагает компенсационное увеличение тарифов для других групп потребителей. В настоящее время электрическая мощность бытовой техники увеличивается, что способствует росту неравномерности суточных графиков нагрузки населения. Но для предприятий электроэнергетики желателен режим равномерного потребления электроэнергии при оптимальной мощности. Такой режим позволяет без перегрузки оборудования реализовывать максимальный объем электроэнергии. Это позволяет получить средства для компенсации затрат на производство, передачу и распределение электроэнергии.

Конечная стоимость электроэнергии для потребителей в Российской Федерации состоит из четырех компонент, определяемых основными видами деятельности в электроэнергетике [1]: стоимость генера-

ции электроэнергии; стоимость услуг по передаче ЭЭ (сетевая составляющая); сбытовая составляющая; инфраструктурная составляющая.

Первая компонента определяется на основе рыночных механизмов. В среднем доля данной составляющей в конечной стоимости ЭЭ находится на уровне 50%.

Вторая составляющая связана с услугами на транспорт и распределение ЭЭ (сетевая составляющая). В связи с тем, что электросетевые организации осуществляют свою деятельность при отсутствии конкуренции, данный вид деятельности является регулируемым. Доля затрат на передачу ЭЭ в конечной стоимости ЭЭ может достигать 75% для потребителей, расположенных на уровне 0,4 кВ. Усредненная по всем классам напряжения доля сетевой составляющей в конечной стоимости ЭЭ находится на уровне 45%. Таким образом, вклад выработки и передачи ЭЭ в конечную ее стоимость может составлять до 95%.

Средний размер сбытовой надбавки составляет порядка 4 % от общей стоимости электроэнергии.

Тарифный механизм выравнивания нагрузки предполагает использование дифференцированного тарифа по зонам суток. В настоящее время используется, кроме дифференцированного тарифа по двум зонам суток (двухтарифный) пиковая и полупиковые зоны (Т1) с7:00 до 23:00 и ночной (Т2), дифференцированный тариф по трем зонам суток (многотарифный): пиковая зона (Т1) 7:00–10:00 и 17:00–21:00, полупиковая зона (Т3) 10:00–17:00, 21:00–23:00, ночная зона (Т2) 23:00–7:00.

Оценка затрат на электроэнергию по действующим тарифам [2] при равномерном использовании мощности оборудования при суммарном потреблении электроэнергии в 500 кВт\*ч дает следующие результаты: наименьшее значение при многотарифном расчете, незначительно больше (менее 5%) затраты по одному тарифу, двухтарифный расчет дает наибольшее значение. Равномерное использование мощности бытовой техники предполагает целенаправленное перераспределение работ в течение дня.

При потреблении в соответствии с графиком нагрузки потребители, использующие двухтарифные и многотарифные счетчики, будут платить больше, чем при расчете по одному тарифу.

Действующие и принятые тарифы на 2025 год [2] не побуждают потребителей переходить на многотарифный расчет и выравнивать нагрузку в течение суток. При праве на выбор тарифа выгоднее и проще использовать одностарифные счетчики.

В настоящее время в тарифах учитывают место проживания, наличие электрических плит, систем электроотопления, объем потребления, социальный статус семьи [2]. Механизм расчета с потребителями постоянно изменяется и уточняется [2,3]. В принятых документах заложен механизм сдерживания объема потребления электроэнергии населением. Выделены три зоны объемов потребления и заложен рост тарифов при увеличении объема потребления электроэнергии. Это, при необя-

зательности использования многотарифных счетчиков, может привести к росту нагрузки в пиковой и полупиковой зонах, т.е. может ухудшить режим работы оборудования предприятий электроэнергетики.

Опыт других стран показывает, что тарифная политика может побуждать население к приобретению и использованию энергосберегающих товаров, работ и услуг, создавать предпосылки для оптимизации работы предприятий электроэнергетики. В тарифах для населения используют следующие компоненты: плата за энергию, постоянная плата, плата за мощность, плата за реактивную энергию, другие платы (учет, потери) [1].

### **Литература**

1. Системное тарифное регулирование в энергетической отрасли: теория, методология, практика: монография/ А.Д. Ахоров, А.Д. Куанышбаев, С.С. Сагинтаева и др. М.: Изд-во МЭИ, 2022. 536 с.

2. Постановление Департамента энергетики и тарифов Ивановской области от 08.11.2024 N 41-э/1 «О тарифах на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Ивановской области на 2025 год».

3. Постановление департамента энергетики и тарифов Ивановской области от 28.02.2025 N 9-э/1 «О внесении изменений в постановление Департамента энергетики и тарифов Ивановской области от 08.11.2024 N 41-э/1 О тарифах на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Ивановской области на 2025 год».

УДК 330.142.211

Е.А. ЗОНТОВА, студент  
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская 34  
E-mail: zontova.yekaterina.01@mail.ru

### **Анализ инвестиционного потенциала технологий зеленой энергетики**

*Аннотация.* В статье рассматривается инвестиционный потенциал зеленой энергетики, оцениваются ее ключевые направления, а также обсуждаются риски и перспективы.

*Ключевые слова:* инвестиции, зеленая энергетика, технологии, биоэнергетика, ветровая энергетика.

E.A. ZONTOVA, student,  
Yu.V. VYLGINA, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University  
34 Rabfakovskaya str., Ivanovo, 153003  
E-mail: zontova.yekaterina.01@mail.ru

## **Analysis of the investment potential of green energy technologies**

*Annotation.* This article examines the investment potential of green energy, evaluates its key areas, and discusses risks and prospects.

*Keywords:* investments, green energy, technologies, bioenergy, wind energy.

В последние десятилетия зеленая энергетика стала одной из ключевых отраслей мировой экономики, привлекая внимание государств, корпораций и частных инвесторов. Глобальный переход к устойчивому развитию, борьба с изменениями климата и рост спроса на экологически чистую энергию стимулируют развитие технологий в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Такие технологии, как солнечная и ветровая энергетика, биоэнергетика, открывают новые перспективы для инвесторов, предоставляя возможности для диверсификации активов и получения стабильной доходности. [1]

Сектор зеленой энергетики демонстрирует высокий рост. Согласно данным Международного энергетического агентства, объем мировых инвестиций в ВИЭ в 2023 году составил около 1,7 триллиона долларов США, что на 25% больше, чем в 2021 году. Более 80% новых мощностей в электроэнергетике в мире приходится на возобновляемые источники энергии. Это объясняется несколькими факторами. Во-первых, стремительный прогресс в технологиях привел к значительному снижению стоимости производства энергии. Например, стоимость солнечных панелей за последние десять лет снизилась более чем на 85%, а ветровых турбин – на 55%. Это делает зеленую энергетику конкурентоспособной по сравнению с традиционными источниками энергии, такими как уголь и газ. Во-вторых, значительное внимание уделяется политической поддержке. Многие страны внедряют программы субсидирования, льготного налогообложения и долгосрочные контракты на поставку электроэнергии, что стимулирует развитие сектора. В-третьих, потребители и компании все чаще выбирают экологически чистую энергию, что способствует росту спроса на технологии зеленой энергетики.

Среди всех направлений энергетике особое место занимает солнечная энергетика. Установленная мощность солнечных электростанций в 2023 году превысила 1048 ГВт, что на 22% больше, чем в 2021 году. Эта статистика показывает солнечную энергетику наиболее быстрорастущим направлением в сфере ВИЭ. Одним из ключевых преимуществ солнечной энергии является ее доступность и универсальность. Согласно определению [1], приведенному в работе Коваль-

ской А.Э., солнечная энергетика представляет собой «направление энергетики, связанное с преобразованием энергии солнечного излучения в электрическую или тепловую энергию с использованием технологий, таких как фотоэлектрические панели или солнечные коллекторы». Солнечные панели можно устанавливать как на крышах домов, так и на крупных промышленных объектах, а также создавать солнечные фермы. Примером успешного проекта является солнечная ферма *Noor* в Марокко, которая обеспечивает электроэнергией более миллиона домов. Несмотря на высокую начальную стоимость, солнечные проекты демонстрируют стабильную доходность в долгосрочной перспективе, что делает их привлекательными для инвесторов.

Не менее перспективным направлением является ветровая энергетика. В 2023 году установленная мощность ветровых электростанций достигла 849 ГВт, увеличившись на 10% по сравнению с 2021 годом. Особенно активно развиваются офшорные ветропарки, которые предлагают высокую производительность и минимальное воздействие на окружающую среду. По мнению Гапич Д.С. «Ветровая энергетика – это отрасль энергетики, использующая кинетическую энергию ветра для выработки электрической энергии с помощью ветроэнергетических установок» [2]. Ветровая энергетика, как и солнечная, выигрывает от снижения стоимости технологий. Современные ветровые турбины могут генерировать энергию даже при низких скоростях ветра, что расширяет географию их применения.

Еще одним важным направлением является биоэнергетика, которая остается незаменимым элементом энергетической системы в регионах с ограниченным доступом к солнечной и ветровой энергии. Производство энергии из биомассы, отходов и органических материалов позволяет одновременно решать проблемы утилизации отходов и снижения углеродного следа. По мнению Т.В. Редниковой, "биоэнергетика играет важную роль в переходе к углеродно-нейтральной экономике, представляя экологически чистые и возобновляемые источники энергии" [3]. Однако биоэнергетика пока не демонстрирует таких высоких темпов роста, как солнечная и ветровая энергетика, что связано с более сложным процессом ее производства.

Несмотря на положительные тенденции развития зеленая энергетика также сталкивается с рядом проблем. Одной из ключевых является нестабильность поставок энергии, связанная с погодными условиями. Для решения этой проблемы активно развиваются технологии хранения энергии. В 2023 году мировые инвестиции в накопители энергии достигли 20 миллиардов долларов, что на 40% больше, чем в 2022 году. Такие технологии, как литий-ионные батареи, водородные топливные элементы и системы на основе сжатого воздуха, позволяют не только накапливать энергию, но и обеспечивать ее надежную поставку потребителям. Это делает сектор хранения энергии важным элементом для устойчивого развития зеленой энергетики.

Несмотря на очевидные преимущества, сектор зеленой энергетики сталкивается с рядом рисков. Среди них выделяются регуляторные риски, связанные с изменением государственной политики. В некоторых странах сокращение субсидий и налоговых льгот для производителей ВИЭ привело к снижению доходности проектов. Технологические риски также играют значительную роль. Быстрый прогресс в разработке новых технологий может сделать устаревшие решения нерентабельными. Экономические риски связаны с высокой конкуренцией и снижением стоимости электроэнергии, что оказывает давление на прибыльность компаний. Тем не менее, грамотное управление инвестициями, диверсификация активов и выбор устойчивых проектов позволяют минимизировать эти риски.

С учетом всех факторов зеленая энергетика представляет собой одну из наиболее перспективных областей для инвестиций. По прогнозам Bloomberg New Energy Finance, к 2030 году общий объем рынка ВИЭ превысит 2,5 триллиона долларов. Наибольший инвестиционный потенциал сохраняют солнечная и ветровая энергетика, особенно в странах с высоким уровнем потребления энергии и государственной поддержкой. Развитие технологий накопления энергии и водородной энергетики также открывает новые возможности для инвесторов. В условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике зеленая энергетика становится не только важным драйвером экономического роста, но и ключевым элементом в борьбе с изменениями климата.

Таким образом, сектор зеленой энергетики предлагает инвесторам уникальные возможности для участия в создании устойчивого будущего. Прогресс в технологиях, снижение стоимости производства энергии и растущий спрос на экологически чистую энергию делают этот сектор устойчивым и высокодоходным. В ближайшие десятилетия зеленая энергетика продолжит играть центральную роль в глобальной энергетической системе, обеспечивая стабильный рост и привлекая значительные инвестиции.

### Литература

1. Ковальская А.Э. Современные тенденции развития «зеленой» энергетики // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2023, №1(37). С. 15-22.
2. Гапич Д.С. Ветровая энергетика: состояние, проблемы и перспективы. // Инновации и инвестиции. 2022, №4. С. 228–231.
3. Редникова Т.В. Биоэнергетика в устойчивом развитии сельского хозяйства: проблемы и перспективы развития отрасли // Сельское хозяйство. 2020, №4. С. 21–30.

УДК 621.316

О.Е. ИВАНОВА, к.э.н.  
Н.В. ВАНЮШКИН, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34  
*E-mail: ivanova-oe@bk.ru*

## **Перспективы использования интеллектуальных систем электроснабжения**

*Аннотация.* В статье рассматриваются перспективы организация интеллектуальных систем энергоснабжения на базе персональных энергоблоков.

*Ключевые слова:* интеллектуальная система, энергоблок, умное энергоснабжение.

O.E. IVANOVA, candidate of economics,  
N.V. VANUYSHKIN, post-graduate

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya st., 34  
*E-mail: ivanova-oe@bk.ru*

## **Power supply intellectual systems using prospects**

*Abstract.* The article presents the prospects of intellectual power supply systems organisation on the base of personal power units.

*Key words:* intellectual system, power unit, smart power supply.

Увеличение числа электроприборов, включая бытовую технику и электромобили, приводит к значительному росту потребления электроэнергии, что создает дополнительную нагрузку на существующие энергосистемы. Традиционные сети, спроектированные десятилетия назад, испытывают трудности в управлении возросшими нагрузками и обеспечении стабильного энергоснабжения. В этой ситуации интеллектуальные решения и развитие распределенной генерации становятся не просто желательными, а необходимыми элементами для модернизации энергетической инфраструктуры.

Кроме того, переход к использованию ВИЭ, таких как солнечная и ветровая энергия, сталкивается с проблемой их непостоянства. Выработка энергии из этих источников зависит от погодных условий и времени суток, что может приводить к нестабильности энергоснабжения. Интеллектуальные системы электроснабжения, в сочетании с персональными энергоблоками (ПЭБ), предоставляют эффективное решение этой проблемы. ПЭБ могут аккумулировать избыточную энергию, произведенную ВИЭ в периоды высокой генерации, и отдавать ее обратно в сеть или использовать для локального потребления в периоды сни-

жения выработки или пикового спроса. Интеллектуальные системы, в свою очередь, обеспечивают оптимальное распределение накопленной энергии и балансировку энергосистемы в целом.

Проблемы и перспективы использования персональных энергоблоков в данном аспекте было подробно рассмотрено в трудах Волошина А.А., Волошина Е.А., Рогозинникова Е.А. [1].

Интеллектуальные системы электроснабжения (ИСЭ) представляют собой модернизированные электрические сети, которые используют цифровые технологии, датчики и программное обеспечение для более эффективного согласования спроса и предложения электроэнергии в режиме реального времени, минимизации затрат и поддержания стабильности и надежности сети. Различные организации, такие как IEEE и IET, предлагают свои определения и концепции ИСЭ. Инициатива IEEE Smart Grid рассматривает ИСЭ как большую "Систему Систем", состоящую из трех основных слоев: энергетика, коммуникации и информационные технологии, при этом коммуникации и IT выступают в качестве обеспечивающей инфраструктуры для энергетического слоя. IET также уделяет значительное внимание развитию интеллектуальных энергосистем, рассматривая их как средство повышения эффективности, надежности и устойчивости энергоснабжения [2].

Ключевые характеристики ИСЭ включают двустороннюю связь между всеми участниками энергосистемы (производителями, потребителями, сетевыми операторами), использование распределенных интеллектуальных устройств для мониторинга и управления, способность к самовосстановлению после сбоев, гибкость топологии сети, повышенную эффективность работы, а также возможность балансировки нагрузки в режиме реального времени. Основные принципы работы ИСЭ включают непрерывный мониторинг состояния сети и потребителей, сбор и анализ больших объемов данных, оптимизацию спроса и предложения электроэнергии, удаленное управление сетевыми элементами и интеграцию распределенных источников энергии, включая ВИЭ и системы хранения энергии.

Важную роль в концепции ИСЭ играют активные распределительные сети (APC), которые представляют собой распределительные сети, имеющие системы для управления комбинацией распределенных источников энергии (генераторов, нагрузок и накопителей). Переход от традиционных пассивных сетей к APC позволяет более эффективно интегрировать распределенную генерацию, контролировать потоки мощности и обеспечивать надежное и качественное электроснабжение потребителей. Интеллектуальные системы управления являются необходимым элементом для координации и оптимизации работы APC, позволяя использовать весь потенциал распределенных энергоресурсов.

Использование интеллектуальной системы электроснабжения на базе персональных энергоблоков обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционными системами. Во-первых, такие

системы обеспечивают повышенную надежность и устойчивость энергоснабжения за счет распределенной архитектуры и возможности резервирования энергии на локальном уровне. Во-вторых, они способствуют улучшению интеграции возобновляемых источников энергии и снижению выбросов парниковых газов, позволяя более эффективно использовать энергию солнца и ветра. В-третьих, распределенная генерация и потребление энергии в таких системах приводят к снижению потерь при передаче и распределении электроэнергии.

Кроме того, интеллектуальные системы на базе ПЭБ предоставляют потребителям возможность активного участия в управлении энергопотреблением и даже продаже излишков энергии обратно в сеть, что способствует более эффективному использованию ресурсов. В перспективе это может привести к снижению эксплуатационных расходов и, как следствие, к более низким ценам на электроэнергию для конечных потребителей. Наконец, распределенная архитектура таких систем способствует повышению безопасности энергосистемы в целом.

Несмотря на многочисленные преимущества, внедрение интеллектуальных систем электроснабжения на базе персональных энергоблоков также сопряжено с определенными недостатками. Одним из основных является высокий уровень первоначальных инвестиций, необходимых для развертывания интеллектуальной инфраструктуры и приобретения персональных энергоблоков. Другой проблемой является сложность интеграции и управления большим количеством распределенных устройств, что требует разработки *sophisticated systems* управления и мониторинга. Увеличение количества подключенных устройств и каналов связи также повышает риски кибербезопасности, что требует разработки комплексных мер защиты от кибератак. Кроме того, для обеспечения эффективной работы таких систем необходимо разработать новые стандарты и нормативные акты, регулирующие взаимодействие между различными элементами. Наконец, существует потенциальная проблема с совместимостью различных устройств и систем от разных производителей, что может затруднить интеграцию и эксплуатацию.

Интеллектуальные системы электроснабжения на базе персональных энергоблоков открывают широкие перспективы для различных областей применения. Одним из наиболее очевидных направлений является их использование в умных городах и умных домах, где они могут обеспечить эффективное управление энергопотреблением, интеграцию ВИЭ и повышение уровня комфорта и безопасности жителей. Развитие децентрализованной энергетики и микросетей также является важной областью применения, где ПЭБ могут выступать в качестве ключевых элементов, обеспечивающих надежное энергоснабжение локальных сообществ и промышленных объектов, особенно в удаленных районах или в условиях чрезвычайных ситуаций.

### Литература

1. Волошин А.А., Волошин Е.А., Рогозинников Е.А. Интеллектуальная система электроснабжения на базе персонализированных энергоблоков // Электроэнергия. Передача и распределение. 2017. №1(40).

2. Гришин Д.С., Пашенко Д.В. и др Особенности внедрения интеллектуальных энергосетей Smart Grid // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. №1 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vnedreniya-intellektualnyh-energosity-smart-grid> (дата обращения: 15.04.2025).

УДК 331.1

А.М. КАРЯКИН, д.э.н., профессор,  
А.Д. ТРАВИНА, аспирант

Ивановский государственный энергетический университет  
153003, г. Иваново, Рабфаковская, 34  
E-mail: [karyakin@economic.ispu.ru](mailto:karyakin@economic.ispu.ru)

### Проблемы демотивации персонала в организациях

*Аннотация.* В работе рассмотрены вопросы управления процессами демотивации сотрудников.

*Ключевые слова:* организация, персонал, демотивация.

A.M. KARYAKIN, Doctor of economics, Professor,  
A.D. TRAVINA, Graduate student

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfacovskaya, 34  
E-mail: [karyakin@economic.ispu.ru](mailto:karyakin@economic.ispu.ru)

### Personnel Demotivation Problems in Organization

*Abstract.* Main questions of demotivation workers management are discussed in the article.

*Key words:* organization, personnel, demotivation

Важнейшей составляющей менеджмента организации является система мотивирования. Однако система мотивирования персонала также может привести и к негативным последствиям. Таковыми являются следующие виды или проявления поведения работников:

А) Систематическое невыполнение или некачественное выполнение предусмотренных трудовым контрактом и другими документами обязанностей, систематическое допущение брака в работе.

Б) Невыполнение либо неполное, неточное, несвоевременное выполнение предписаний, распоряжений, указаний руководителей или других лиц, имеющих право давать их данным работникам.

В) Выполнение работы с другими дисциплинарными нарушениями.

Г) Выполнение работы с нерациональным, расточительным использованием ресурсов – материалов, энергии и др., невыполнение требований, касающихся правил использования машин и другого оборудования.

Д) Осуществление работниками, занятыми руководящей деятельностью или обслуживанием людей, своих функций с нарушениями специальных требований, относящихся к таким видам труда и предусматривающих особо деликатное отношение к людям.

Е) Волокита, формализм в деятельности управленческих работников.

Ж) Безделье в рабочее время или использование этого времени для личных целей, не имеющих отношения к работе – отлучки по личным делам, ведение праздных разговоров, чтение беллетристики и т.п.

Данные последствия являются признаками демотивации персонала. В этом случае перед руководством организации стоят следующие задачи:

- выявление причин демотивации персонала;
- определение круга мер по их устранению;
- разработка стратегии по преобразованию системы мотивации в соответствии с выявленными недочетами в работе с персоналом.

Нередко решающей причиной негативного поведения сотрудника является смена сильной внутренней мотивации на сильнейшую внутреннюю демотивацию. Чаще всего – по вине организации.

Андреева Т. и Юртайкин Е. выделяют ряд основных факторов демотивации, которые оказывают ключевое влияние:

1. Нарушение негласного контракта.
2. Слабое использование каких-либо умений и навыков сотрудника, которые он сам ценит.
3. Игнорирование идей и инициативы.
4. Отсутствие чувства причастности к компании.
5. Отсутствие ощущения достижения, не видно результатов, нет личного и профессионального роста.
6. Отсутствие признания достижений и результатов со стороны руководства и коллег;
7. Отсутствие изменений в статусе сотрудника.

1. Нарушение негласного контракта.

При найме на работу кандидат и компания заключают «сделку», в которой свободное время, энергия и интеллект обмениваются на определенное материальное вознаграждение, потенциальные возможности реализовать свои личные мотивы и некую «среду обитания». Зачастую со стороны кандидата деньги в данной сделке не являются доминирующим фактором, но в ходе интервью принято делать акцент именно на компенсационный пакет. Рекрутеры не забывают обсудить возможности реализации внутренних мотивов кандидата. А вот реальная среда оби-

тания, в которую кандидату предстоит войти, обсуждается очень мало - потому что кандидаты боятся задавать вопросы, а менеджеры по персоналу то хранят никому не ведомые коммерческие тайны, то расписывают работодателя только в розовом цвете. В результате у потенциального сотрудника формируются завышенные ожидания, которые расходятся с действительным положением вещей в организации. Вскоре после начала работы сотрудник обнаруживает, что обучение формально, перспектив для роста никаких, коллектив представляет собой закрытые неформальные группы сотрудников, не пускающие аутсайдеров. Результат тот же - внутренняя мотивация существенно снизилась.

*Рекомендации:* максимум реалистичной информации в процессе отбора. Формирование реалистичных ожиданий.

2. Слабое использование каких-либо умений и навыков сотрудника, которые он сам ценит.

Опытным руководителям известно, как опасно брать на работу специалиста, слишком квалифицированного для предлагаемой ему позиции. Даже если он согласится на работу сам по каким-то личным причинам, через несколько месяцев он начнет искать применение своим нереализованным талантам и навыкам. И пока он не найдет другую, более соответствующую своему профилю работу, возможно, придется терпеть его попытки «подсидеть» начальство или чрезмерную инициативность, надменное отношение к коллегам или открытое неповиновение руководству. Однако наивно полагать, что существует идеальное совпадение кандидата и вакансии. Поэтому организации практически всегда чему-нибудь учат вновь принятых на работу (в явной или скрытой форме), откладывая при этом «на дальнюю полку» не пригодившиеся навыки. Неосмотрительное отбрасывание таких навыков со временем чревато серьезнейшей демотивацией.

*Рекомендации:* одно из решений заключается в том, что многообразие задач и ситуаций, с которыми сталкивается организация, часто предоставляет возможность использовать неключевые навыки и знания сотрудников. Например, с помощью временных, проектных задач.

3. Игнорирование идей и инициативы.

Приступая к новой работе, сотрудники обычно «фонтанируют» новыми идеями. И чаще всего от этих идей просто отмахиваются - частично от недоверия новичкам, частично - от нежелания расстаться с привычной рабочей рутинной, даже если она не эффективна.

*Рекомендации:* прислушивайтесь к идеям и предложениям. Даже если они не настолько гениальны, чтобы стоило их воплощать в первоизданном виде, из них часто можно что-то почерпнуть. И всегда объясняйте, почему, на Ваш взгляд, та или иная идея не подходит для реализации в Вашей компании.

4. Отсутствие чувства причастности к компании.

Данный демотиватор взгляд, наиболее актуален для сотрудников, работающих вне штата компании, при работе дистанционно. У таких

работников нередко складывается впечатление, что для менеджеров компаний они вообще являются людьми второго сорта, которые работают на компанию исключительно из-за денег.

*Рекомендации:* Чувство причастности к общему делу и командный дух являются очень сильным стимулом. Сотрудники, жертвуя своими личными интересами и временем, готовы работать на достижение целей компании. Поэтому привлекайте таких сотрудников к общекорпоративным мероприятиям, регулярно информируйте их о происходящем в компании.

5. Отсутствие ощущения достижения, не видно результатов, нет личного и профессионального роста.

В ситуации, когда сама специфика работы не дает возможности развиваться и достигать результатов, рутинная однообразная работа через определенное время нейтрализует внутреннюю мотивацию большинства сотрудников, даже тех, которые не любят разнообразия.

В другом случае, демотивирующей оказывается работа, которая структурирована таким образом, что конечный результат виден только в конце длинного отрезка времени. Человек может сойти с дистанции на половине пути.

*Рекомендации:* Для сотрудников «рутинной» сферы создавайте время от времени проекты – краткосрочные задачи, часто в смежных со специализацией сотрудника областях. Это разбавит рутину и позволит им чему-нибудь поучиться. Для долгосрочных проектов – всегда разделяйте их на «ощутимые» этапы, активно артикулируйте промежуточные результаты, и, конечно, поощряйте их.

6. Отсутствие признания достижений и результатов со стороны руководства и коллег

Предположим, что сотруднику удастся заключить очень выгодный для компании контракт, но этого никто из компании не замечает, считая, что все так и должно быть. Возможно, в компании не принято замечать своих достижений или выделять отдельных сотрудников из общей массы. А может быть, руководство сильно завышает критерии оценки результатов работы сотрудников?

*Рекомендации:* радуйтесь победам Ваших сотрудников. Поощряйте их за это, возможно, не всегда финансово, но зато всегда – словесным одобрением и поддержкой.

7. Отсутствие изменений в статусе сотрудника

Структурные ограничения являются наиболее распространенной причиной замедления и остановки карьерного роста, точнее сказать, изменения статуса сотрудника в организации, дающего полномочия, власть, возможность решать новые задачи и расти. В результате сотрудники уходят в другие компании на более высокие позиции. Не последним по значимости демотиватором является субъективизм руководства при принятии решений о перемещении сотрудников.

*Рекомендации:* в этом случае целесообразно использовать различ-

ные приемы изменения статуса без изменения должности, например, руководство временным проектом.

#### **Литература**

1. Андреева, Т. Почему опадают яблоки или внутренняя демотивация персонала / Т. Андреева, Е. Юртайкин // TopManager, №22, 2002.

2. Карякин, А.М. Мотивация персонала / А.М. Карякин, В.В.Великороссов, А.В. Русина. М: Паблит, 2024.

УДК 372.8

Н.В. КЛОЧКОВА, д.э.н., профессор

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

### **Искусственный интеллект и его роль в преподавании экономических дисциплин в университете**

*Аннотация.* В статье исследуется роль искусственного интеллекта (ИИ) в преподавании экономических дисциплин в университете. Рассматриваются современные технологии ИИ, такие как чат-боты, экспертные системы, интеллектуальные наставники, машинное обучение и персонализированные системы обучения, а также их применение в образовательном процессе.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, экономические дисциплины, образовательные технологии, персонализированное обучение.

N.V. KLOCHKOVA, Doctor of Economics, Professor

Ivanovo State Power Engineering University  
34, Rabfakovskaya st., 153003, Ivanovo  
E-mail: nklochkova@bk.ru

### **Artificial intelligence and its role in teaching economics at the university**

*Annotation.* The article explores the role of artificial intelligence (AI) in teaching economics at the university. Modern AI technologies such as chatbots, expert systems, intelligent mentors, machine learning and personalized learning systems are considered, as well as their application in the educational process.

*Key words:* artificial intelligence, economic disciplines, educational technologies, personalized learning.

Современное образование стремительно трансформируется под влиянием цифровых технологий и искусственный интеллект (ИИ) играет в этом процессе существенную роль. В технических университетах, где традиционно делается упор на инженерные и точные науки, экономиче-

ские дисциплины также требуют инновационных подходов к преподаванию. Использование ИИ позволяет не только автоматизировать рутинные процессы, но и создавать персонализированные траектории обучения, улучшая усвоение сложных экономических концепций [2].

Цифровая трансформация высшего образования активно развивается во всем мире, и Россия не остается в стороне от этих тенденций. Согласно данным НАРК (Национального агентства развития квалификаций, 2023), более 60% российских вузов уже внедряют элементы искусственного интеллекта в образовательный процесс. Особенно активно эти технологии применяются в преподавании экономических дисциплин, где требуются обработка больших данных, аналитика и моделирование сложных процессов.

Высшая школа экономики одной из первых в России начала внедрять ИИ-технологии в преподавание. Среди ключевых проектов:

- адаптивная платформа «Когнитум» разработана совместно со Сберегательным банком для курсов по эконометрике и макроэкономике. Система анализирует успеваемость студентов и автоматически подбирает индивидуальные задания. По данным НИУ ВШЭ (2022), использование платформы сократило количество отстающих студентов на 20%.

- ИИ-ассистент для проверки курсовых работ. На основе NLP (Natural Language Processing) создан алгоритм, который проверяет экономические эссе на соответствие критериям. Преподаватели отмечают, что система помогает выявлять плагиат и логические ошибки в аргументации.

Экономический факультет МГУ совместно с Яндексом разработал VR-лабораторию для моделирования рыночных кризисов, инвестиционных стратегий, последствий изменений монетарной политики.

Чат-бот «ЭкономПомощник» отвечает на вопросы студентов по курсам микро- и макроэкономики. В 2023 году бот обработал более 5000 запросов, снизив нагрузку на преподавателей.

Прогноз успеваемости на основе ИИ – это система, которая анализирует активность студентов в LMS (*Learning Management System*) и предсказывает риски отчисления. Точность прогноза составляет 85%, что позволяет вовремя принимать меры.

Российские вузы демонстрируют уверенный прогресс во внедрении ИИ в экономическое образование. Хотя некоторые технологии пока уступают западным аналогам, такие проекты, как VR-лаборатория МГУ или адаптивная платформа ВШЭ, показывают, что Россия движется в правильном направлении.

Последние исследования подтверждают, что современная молодежь активно осваивает цифровые инструменты. Например, опрос, проведенный одной из школ IT-профессий среди студентов вузов в городах-миллионниках, показал [1]:

- 65% респондентов знакомы с нейросетевыми технологиями и

умеют их применять. Это означает, что почти две трети опрошенных уже интегрировали ИИ в свою повседневную учебную практику.

- 50% студентов используют нейросети для обучения регулярно, что свидетельствует о растущей зависимости от технологий в образовательном процессе.

При этом спектр применения ИИ крайне разнообразен:

- более 80% работают с текстами – генерируют контент, редактируют и структурируют информацию.

- 40% применяют нейросети для написания и оптимизации кода.

- 30% создают иллюстрации и визуальные материалы.

- 25% решают сложные математические задачи с помощью алгоритмов ИИ.

Эти данные демонстрируют, что ИИ становится не просто вспомогательным инструментом, а неотъемлемой частью учебного процесса для значительной части студентов.

Таким образом, внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в сферу обучения открывает новые горизонты для повышения качества образования, его доступности и внедрения инновационных методик. Однако активное использование технологий требует взвешенного подхода, учитывающего этические нормы, вопросы безопасности, а также равный доступ к знаниям для всех учащихся. Чтобы ИИ приносил максимальную пользу, важно разрабатывать четкие правовые рамки, стандарты и рекомендации, регулирующие его применение в учебных процессах.

Несмотря на автоматизацию многих процессов, значение преподавателей остается ключевым. Они выступают не только как носители знаний, но и как наставники, помогающие ученикам эффективно взаимодействовать с технологиями. Педагоги адаптируют ИИ-инструменты под индивидуальные потребности учащихся, обеспечивают содержательную обратную связь и создают комфортную образовательную среду [3].

Искусственный интеллект способен сделать обучение более персонализированным, интерактивным и доступным. Однако его успешная интеграция зависит от грамотного сочетания технологий и человеческого фактора. Дальнейшие исследования в этой области помогут определить оптимальные стратегии внедрения ИИ, обеспечивающие устойчивое развитие современного образования [4].

### Литература

1. Бадыков, Р.И. Внедрение технологии искусственного интеллекта в образование / Р.И. Бадыков, А.С. Лёхин, С.В. Чернова // Вопросы студенческой науки, 2019. №9 (37). С. 52–55.
2. Ключкова, Н.В. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты / Н.В. Ключкова // 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.

3. Коровникова, Н.А. Искусственный интеллект в образовательном пространстве: проблемы и перспективы / Н.А. Коровникова // Социальные новации и социальные науки. Москва: ИНИОН РАН, 2021. № 2. С. 98–113.

4. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. N 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) // Справочно-правовая система Консультант Плюс (дата обращения: 29.03.2025).

УДК 621.311

А.Ю. КОСТЕРИН, ст. преподаватель,  
Р.М. НИКОЛАЕВ, студент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: kost6@yandex.ru

### **Формирование показателей оценки эффективности основных направлений развития систем электроснабжения предприятия**

*Аннотация.* В статье рассмотрены ключевые направления развития систем электроснабжения предприятий, направленные на повышение энергетической эффективности, надежности и экономической целесообразности. Определены показатели оценки их эффективности.

*Ключевые слова:* системы электроснабжения, направления развития, эффективность, показатели оценки.

A.Y. KOSTERIN senior lecturer,  
R.M. NIKOLAEV master's degree student

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: kost6@yandex.ru

### **Formation of indicators for evaluating the effectiveness of the main directions of development of the company's power supply systems**

*Abstract.* The key directions of the development of power supply systems of enterprises aimed at improving energy efficiency, reliability and economic feasibility are considered. The indicators for evaluating their effectiveness have been determined.

*Key words:* power supply systems, development directions, efficiency, evaluation indicators.

На международном энергетическом форуме Energy Space – 2024 Министерство энергетики России представило главные направления Энергетической стратегии до 2050 года. Стратегия включает три основные группы задач: рациональное освоение ресурсов, технологическая независимость, подготовка кадров и три сценария энергетического перехода с «говорящими» названиями: «Всё как встарь» (ВКВ), «Чистый ноль» (ЧН) и «Рациональный технологический выбор» (РТВ) [1].

Во всех трех сценариях доля электроэнергии в конечном потреблении энергоресурсов растет. При этом в сценариях РТВ и ЧН с 20% в 2022 г. до 43% в РТВ и до 48% в ЧН в 2050 г.

Основным направлением энергетического перехода является электрификация конечного потребления, так как использование электроэнергии позволит снизить выбросы вредных веществ и изменить ситуацию во всех сегментах экономики. В сценарии РТВ потребление электроэнергии в промышленности вырастет с 2022 г. по 2050 г. на 83%, а в сценарии ЧН – на 98% [1, 2].

Для снижения углеродного следа требуется снижение выбросов не только в электроэнергетике, являющейся в настоящее время сектором с наивысшим объемом выбросов CO<sub>2</sub> (46% общих выбросов CO<sub>2</sub> в ТЭК мира), но и в промышленности, и в системах электроснабжения предприятий.

Рассмотрим основные направления развития электроснабжения предприятий:

### **1. Внедрение возобновляемых источников энергии (ВИЭ).**

Использование солнечных, ветровых и биогазовых установок позволяет предприятиям снизить зависимость от централизованных сетей и сократить затраты на электроэнергию. К преимуществам ВИЭ относятся: снижение себестоимости энергии в долгосрочной перспективе, минимизация углеродного следа, возможность участия в "зеленых" тарифах и государственных программах поддержки. Однако высокая капиталоемкость и зависимость от погодных условий ограничивают массовое внедрение ВИЭ [3].

### **2. Системы накопления энергии (СНЭ).**

Аккумуляторные системы позволяют накапливать избыточную энергию в периоды низкого потребления и использовать ее в пиковые часы. Это особенно актуально для предприятий с неравномерным графиком нагрузки.

### **3. Цифровизация и автоматизация.**

Внедрение интеллектуальных систем управления (Smart Grid, IoT, AI) обеспечивает: мониторинг энергопотребления в реальном времени, оптимизацию нагрузки и предотвращение аварий, прогнозирование энергозатрат. Цифровые технологии также позволяют интегрировать распределенную генерацию в общую сеть предприятия.

### **4. Повышение энергетической эффективности оборудования.**

Модернизация электродвигателей, трансформаторов и систем

освещения с использованием энергосберегающих технологий (например, частотных преобразователей, светодиодов) дает значительный экономический эффект [4].

Выбор оптимального направления развития системы электроснабжения предприятия требует комплексного подхода, учитывающего экономические, технические, экологические и эксплуатационные факторы.

Для оценки принимаемых решений предлагается использовать следующие виды и показатели эффективности:

- *Экономическая эффективность.*

Основные показатели: срок окупаемости (Payback Period, PP), чистый дисконтированный доход (Net Present Value, NPV), индексы доходности (Profitability Index, PI), внутренняя норма доходности (Internal Rate of Return, IRR).

- *Техническая эффективность.*

Основные показатели, характеризующие надежность электроснабжения: коэффициент готовности (Availability), уровень бесперебойности (SAIDI/SAIFI), резервы мощности, совместимость с существующей инфраструктурой.

- *Экологическая эффективность.*

Оценивается посредством снижения выбросов CO<sub>2</sub>, утилизация отработанного оборудования, соответствие международным стандартам (ISO 14001, ГОСТ Р ИСО 50001).

- *Репутационная эффективность.*

Оценивается посредством имиджевой привлекательности предприятия, реализующей политику развития, в глазах бизнес-партнеров, населения и органов власти.

Кроме того, при разработке и оценке эффективности систем электроснабжения предприятия важен масштаб реализации и гибкость. Перспективные решения должны допускать поэтапное внедрение новых технологий, адаптацию к изменению нагрузок, интеграцию с будущими технологиями (водородная энергетика, микросетевые решения).

Таким образом, наиболее эффективными направлениями развития электроснабжения предприятий являются комбинированные решения, сочетающие ВИЭ, системы накопления энергии и цифровые технологии. Внедрение таких решений требует тщательного технико-экономического обоснования, но в долгосрочной перспективе обеспечивает значительную экономию и повышение устойчивости энергосистемы предприятия.

### Литература

1. «Энергетическая стратегия России на период до 2050 года» (проект);
2. «Энергетическая стратегия России на период до 2035 года» (утверждена распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. N 1523-р);
3. Международное энергетическое агентство (IEA). Отчет по ВИЭ, 2023;

4. Иванов А.В. Современные технологии энергосбережения. М.: Энергоиздат, 2022.

5. Петров С.К. Умные сети: цифровизация энергетики. СПб.: Политехника, 2021.

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*

### **Развитие системы финансовой поддержки реализации энергосберегающих мероприятий в России**

*Аннотация.* Рассмотрены существующее положение и основные направления развития финансовой поддержки реализации энергосберегающих мероприятий в России.

*Ключевые слова:* энергосберегающие мероприятия, финансирование, 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*

### **Development of a financial support system for the implementation of energy-saving measures in Russia**

*Abstract.* The current situation and the main directions of development of financial support for the implementation of energy-saving measures in Russia are considered.

*Key words:* energy-saving measures, financing, development directions.

По данным государственного доклада о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в РФ [1] энергоёмкость ВВП за вычетом затрат на неэнергетические нужды на текущий момент времени составляет 9,64 т.у.т./млн. руб., что на 1,8% выше уровня предшествующего года. По паритету покупательной способности разница в уровне энергоёмкости ВВП России выросла: до 1,3 раза по сравнению с Канадой, до 1,5 раза – с Китаем, до 2,1 раза – с США, до 3,2 раза – с ЕС и почти до 2 раз по сравнению с миром в целом.

В 62 субъектах РФ приняты региональные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Фактический объём финансирования региональных программ в области

энергосбережения и повышения энергетической эффективности возрос на 5,6% и составил 170 млрд.руб., в том числе за счет бюджетных средств – на 73 млрд. руб., внебюджетных средств – на 97 млрд. руб. При этом ресурсное обеспечение за счет внебюджетных источников снизилось на 12,6%, а инвестиции со стороны консолидированного бюджета РФ увеличились на 46%. Экономия энергоресурсов в результате реализации региональных программ энергосбережения в 2022 г. составила 1193 тыс. т.у.т., а годом ранее этот показатель был равен 2220 тыс. т.у.т. По итогам 2022 г. произошла коррекция объема российского рынка энергосервиса. Количество заключенных за год контрактов сократилось почти в 2 раза и наблюдалось снижение стоимостного и количественного объема рынка по сравнению с 2021 г., а также возвращение стоимостного объема рынка к значению 2017 г.

Одной из причин снижения указанных показателей является ограниченность финансовых ресурсов у большинства предприятий и организаций.

Разработка и реализация энергосберегающих мероприятий требует от предприятий и организаций дополнительных финансовых ресурсов, как для осуществления таких мероприятий, так и для создания или совершенствования системы учета и контроля расходов энергоресурсов, сертификации системы энергетического менеджмента, оплаты труда работников, занятых в энергосбережении и т.д.

Правительство РФ уделяет большое внимание развитию системы финансовой поддержки реализации энергосберегающих мероприятий.

В целях внедрения и использования энергоэффективных технологий в отношении объектов и технологий высокой энергетической эффективности (перечень таких объектов утвержден постановлением Правительства РФ [2]) налоговым кодексом РФ предусмотрены меры налогового стимулирования: предоставление инвестиционного налогового кредита, применение повышающего коэффициента к норме амортизации и предоставление льгот по налогу на имущество организаций.

Предоставление инвестиционного налогового кредита представляет собой инструмент возмездной частичной отсрочки от уплаты налогов, т.е. организации предоставляется возможность в течение определенного срока и в определенных пределах уменьшать свои платежи по налогу с последующей поэтапной уплатой суммы кредита и начисленных процентов. Налоговый кредит по рассматриваемым основаниям представляет организации преимущество относительно небольшой стоимости кредита – 0,5 ключевой ставки, а также возможность получения кредита на полную стоимость приобретаемого оборудования.

При использовании повышающего коэффициента к норме амортизации организации вправе применять к основной норме амортизации специальный повышающий коэффициент (не выше 2) в отношении амортизируемых основных средств, относящихся к объектам, имеющим

высокую энергетическую эффективность, в соответствии с перечнем таких объектов, или к объектам, имеющим высокий класс энергетической эффективности. В 2022 г. сумма начисленной амортизации при применении к основной норме амортизации специального коэффициента составила 16,4 млрд руб., в том числе по объектам (за исключением зданий), имеющим высокую энергетическую эффективность – 14,4 млрд руб.

Предоставление льгот по налогу на имущество организациям, осуществившим постановку на учет вновь вводимых объектов, имеющих высокую энергетическую эффективность или вновь вводимых объектов, имеющих высокий класс энергетической эффективности, заключается в освобождении от налогообложения в течение трех лет со дня постановки на учет указанного имущества. В 2022 г. сумма налога на имущество организаций, не поступившая в бюджет в связи с предоставлением налогоплательщикам соответствующей налоговой льготы, составила всего 22,8 млн руб.

Кроме того, правительством дополнительно предусмотрена финансовая поддержка за счет средств публично-правовой компании «Фонд развития территорий» на модернизацию систем коммунальной инфраструктуры, в том числе на энергосберегающие мероприятия [3].

В настоящее время государственная поддержка остается мало востребованной по всем перечисленным направлениям и не решает задачу внедрения энергосберегающих мероприятий и оборудования с высокой энергетической эффективностью. Финансовой поддержкой в основном пользуются крупные организации-налогоплательщики, но при этом общий объем такой поддержки остается достаточно низким.

Результаты отчетов по энергосбережению позволяют сделать вывод о том, что финансовая поддержка реализации энергосберегающих мероприятий осуществляется органами государственного управления регулярно, но результаты работы оставляют желать лучшего.

Для решения поставленной задачи необходимы механизмы привлечательные не только для крупных предприятий и организаций, но и для среднего и малого бизнеса. По мнению авторов, это могут быть в первую очередь финансовые льготы по налогам на прибыль и имущество, НДС, а также изменение подхода государства к энергосбережению в целом от добровольного к выборочно обязательному.

### Литература

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2022 году, Минэкономразвития РФ, 2023;
2. Постановление Правительства РФ от 17.07.2015 г. №600 «Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности»;
3. Постановление Правительства РФ от 8.12.2022 г. №2253 «Об утверждении Правил предоставления публично-правовой компанией «Фонд развития терри-

торий» финансовой поддержки бюджетам субъектов Российской Федерации за счет средств публично-правовой компании «Фонд развития территорий» на модернизацию систем коммунальной инфраструктуры на 2023–2027 годы и о внесении изменений в Положение о правительственной комиссии по региональному развитию в Российской Федерации».

УДК 339.13

К.В. КРУПНОВ, аспирант  
Е.О. ГРУБОВ, к.э.н., доцент,

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

### **Влияние визуального контента на лояльность потребителей в интернет-среде**

*Аннотация.* В работе рассмотрена значимость визуального контента в интернет-среде и его влияние на формирование лояльности потребителей к текстильному бренду. Показана роль А/В-тестирования в повышении эффективности применения визуальных элементов.

*Ключевые слова:* бренд, рынок текстильной продукции, А/В-тестирование

K.V. KRUPNOV, postgraduate student  
E.O. GRUBOV, PhD in Economics,

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya street 34  
*E-mail: kkrupnov@bk.ru*

### **The impact of visual content on customer loyalty in the Internet**

*Abstract.* The paper examines the importance of visual content in the Internet and its impact on a textile brand consumer loyalty formation. The role of A/B testing in improving the effectiveness of visual elements is shown.

*Key words:* brand, textile market, A/B testing

В современном мире цифровых технологий визуальный контент стал неотъемлемой частью стратегии продвижения товаров и услуг, а также мощным инструментом для формирования и укрепления лояльности к бренду. Эмоциональная связь, узнаваемость и доступность играют важную роль в восприятии бренда потребителями и принятии ими решений о покупке. Визуальные элементы – важная часть стратегии маркетинга компании в интернет-среде, в том числе на маркетплейсах – благодаря им возможно значительное увеличение клиентской базы и создание преданных поклонников, готовых оставаться с ней на длительный срок.

Собственники традиционных магазинов и торговых центров имеют в своем арсенале отработанные технологии привлечения внимания покупателей, расстановки ассортимента на прилавках, зонирования пространства, дифференциации брендов. Очевидно, что схожие вопросы должны находить отражение и применительно к виртуальным платформам нового типа, в интерфейсе которых потребители видят лишь визуальные образы товаров [1].

Основной задачей визуального контента в интернет-среде является привлечение внимания пользователя. Исследования показывают, что люди воспринимают информацию визуальнее быстрее и легче, чем текстовую [2]. Поэтому на маркетплейсах, где время оценки товара зачастую не превышает одной секунды, наличие качественных изображений, видеороликов и инфографики имеет решающее значение [3].

Для текстильной продукции основными видами визуального контента являются следующие.

1. Фотографии товаров – качественные изображения ткани, которые отображают текстуру, цвет и посадку, могут значительно повысить интерес покупателей. Особенно важно показать продукт в действии: модели в одежде или текстиль в интерьере.

2. Видеоролики – короткие видеообзоры могут наглядно продемонстрировать особенности изделий, их использование и преимущества, что помогает потенциальным покупателям лучше понять, что они собираются купить.

3. Инфографика – визуальные схемы подчеркивают преимущества материала, его уход, размеры и другую важную информацию, что способствует более информированному выбору.

Визуальные материалы играют ключевую роль в формировании лояльности к бренду по нескольким причинам.

1. Эмоциональная связь через визуализацию. Привлекательные изображения и видео могут мгновенно вызвать интерес и создать положительные ассоциации с брендом. Когда потребитель чувствует эмоциональную связь с компанией, он с большей вероятностью станет ее постоянным клиентом.

2. Узнаваемость и идентификация. Уникальный визуальный стиль бренда помогает ему выделяться на фоне конкурентов. Логотип, цветовая палитра, шрифты и даже определенный стиль фотографий могут стать неотъемлемой частью идентичности бренда. Когда потребители видят знакомый стиль, они автоматически соединяют его с брендом, что укрепляет лояльность и способствует повторным покупкам.

3. Поддержка рассказа о бренде. Визуальный контент способен передать сообщение, которое трудно выразить словами. С помощью изображений и видео компании могут рассказывать истории о своем бренде, его ценностях и миссии. Истории, рассказанные через визуальный контент, лучше запоминаются, что делает их мощным инструментом формулирования лояльности.

Однако при сформированном визуальном стиле бренду необходимо тестировать готовые изображения в целях определения того, какой контент привлекает наибольшее внимание у потребителей. Определить это возможно при помощи А/В-тестирования. Для тестирования контента текстильного бренда, представленного на Wildberries, был использован сервис Mapla, который собирает и обрабатывает статистику по нескольким ключевым показателям. Авторами были выбраны три версии фотографии нового товара: классическая статика на сером фоне с указанием размерного ряда; модель, расположенная на фото спиной, при этом крупно отображен рисунок на ткани; модель, также расположенная спиной, но с помощью инфографики была добавлена часть переднего плана (рис. 1).

|                           |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                           |  |  |  |
|                           | Вариант 1                                                                         | Вариант 2                                                                         | Вариант 3                                                                         |
| Результат                 | -11%                                                                              | Победитель                                                                        | -12%                                                                              |
| Показов                   | 5 001                                                                             | 5 008                                                                             | 5 000                                                                             |
| Кликов                    | 324                                                                               | 364                                                                               | 320                                                                               |
| CTR                       | 6,48%                                                                             | 7,27%                                                                             | 6,4%                                                                              |
| Отклонение CTR от лучшего | 0,79% ↓                                                                           | Лучший                                                                            | 0,87% ↓                                                                           |
| Кругов                    | 90                                                                                | 91                                                                                | 91                                                                                |
| Победитель                | 23 раза                                                                           | 35 раз                                                                            | 28 раз                                                                            |

Рис. 1. Результаты А/В-тестирования визуального контента текстильного бренда

Результаты тестирования показали, что наилучшую конверсию показала вторая версия. Среди одинакового количества показов на вторую фотографию кликали чаще, чем на первую и третью, что позволило получить достаточно высокое значение CTR 7,27 %. Для оценки экономической эффективности рекламы используются другие показатели, но в нашем исследовании стояла задача выявить изображение, которое привлекает наибольшее внимание покупателей.

Таким образом, качественные изображения, видеоролики и инфографика способны не только привлечь внимание, но и повысить уровень доверия к бренду, что является решающим фактором в процессе принятия решения о покупке.

### Литература

1. Плещенко В.И. О некоторых тенденциях развития современной рекламной индустрии в контексте экономики внимания // Стратегии бизнеса. 2022. Т. 10. №8. С. 195-197.

2. Нильсен Я., Перниче К. Веб-дизайн: анализ удобства использования веб-сайтов по движению глаз. М.: Вильямс, 2010. 480 с.

3. Крупнов К.В., Грубов Е.О. Влияние визуального контента на рост объема продаж на маркетплейсах // Анализ состояния и перспективы развития экономики России: материалы VII всероссийской молодежной научно-практической конференции. Иваново: ИГЭУ, 2023. С. 25-29.

УДК 658.8.012

Е.В. МОРОЗОВА, студент  
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская д. 34  
E-mail: lena\_morozova2002@mail.ru

### Маркетинговое значение CRM-систем

**Аннотация.** В статье рассматривается маркетинговое значение CRM-систем в современных условиях ведения бизнеса. Представлены основные преимущества применения CRM-систем в маркетинговой деятельности, их влияние на эффективность работы с клиентами, повышение уровня лояльности и улучшение бизнес-процессов. Рассмотрены перспективы использования CRM-систем для оптимизации маркетинговых стратегий.

**Ключевые слова:** CRM-системы, маркетинг, лояльность клиентов, бизнес-процессы, маркетинговые стратегии.

E.V. MOROZOVA, student  
Y.V. VYLGINA, Candidate of Economics, Associate Professor

### Marketing importance of CRM systems

Ivanovo State Power Engineering University  
Rabfakovskaya str., 34, Ivanovo, 153003  
E-mail: lena\_morozova2002@mail.ru

**Abstract.** The article examines the marketing significance of CRM systems in modern business conditions. The article presents the main advantages of using CRM systems in marketing activities, their impact on the efficiency of working with clients, increasing loyalty and improving business processes. The article considers the prospects for using CRM systems to optimize marketing strategies.

**Key words:** CRM systems, marketing, customer loyalty, business processes, marketing strategies.

В условиях растущей конкуренции и увеличивающихся требований потребителей предприятия стремятся находить новые подходы к улучшению взаимодействия с клиентами. Одним из наиболее эффективных

инструментов для этого являются CRM-системы (Customer Relationship Management). Их внедрение позволяет не только автоматизировать процессы взаимодействия с клиентами, но и значительно повысить качество обслуживания, что напрямую влияет на лояльность и удовлетворенность потребителей [1,5].

Современный рынок требует от компаний применения более гибких и адаптивных подходов в работе с клиентами. В этом контексте CRM-системы становятся важным инструментом для повышения конкурентоспособности. Они обеспечивают персонализированный подход к каждому клиенту, что значительно увеличивает вероятность повторных продаж и улучшает общий имидж компании [2, 6].

Современные исследования в области CRM-систем направлены на их интеграцию с маркетинговыми стратегиями. Особое внимание уделяется изучению влияния CRM на персонализированный подход к клиентам, а также возможности прогнозирования их поведения на основе собранных данных.

Новизна данного исследования заключается в комплексном подходе к анализу применения CRM-систем для оптимизации маркетинговых стратегий. В частности, рассматривается возможность интеграции CRM с инструментами искусственного интеллекта для автоматизации обработки данных и повышения точности маркетинговых прогнозов [3,7].

В рамках исследования проведен анализ существующих CRM-систем и их применения в различных отраслях. Разработаны рекомендации по улучшению процессов внедрения CRM-систем для повышения эффективности маркетинговых стратегий. Были изучены способы интеграции CRM-систем с маркетинговыми платформами для создания более целенаправленных и продуктивных маркетинговых кампаний.

Предложенные методы оценки эффективности CRM-систем с использованием KPI (ключевых показателей эффективности) позволят более точно оценивать влияние CRM на маркетинговую деятельность.

Кроме того, использование современных CRM-систем позволяет компаниям собирать и анализировать значительные объемы данных о клиентах, что способствует более точному определению целевой аудитории и разработке эффективных маркетинговых стратегий. Это особенно важно в условиях цифровой экономики, когда скорость и точность обработки информации становятся ключевыми факторами успеха.

Результаты исследования могут быть использованы предприятиями для оптимизации маркетинговой деятельности, улучшения качества обслуживания клиентов и повышения их лояльности. Внедрение предложенных рекомендаций позволяет значительно повысить эффективность маркетинговых кампаний.

Также перспективным является исследование применения CRM-систем в различных секторах экономики, включая розничную торговлю, банковское дело и электронную коммерцию. Особое внимание должно быть уделено анализу методов интеграции CRM с другими инструмен-

тами цифрового маркетинга, такими как аналитические платформы и системы управления контентом.

В данном исследовании был проведён опрос среди 10 компаний Ивановской области из различных отраслей экономики, которые активно используют CRM-системы в своей маркетинговой деятельности. В рамках опроса оценивались следующие показатели:

1. Уровень удовлетворённости клиентов.
2. Эффективность персонализированных маркетинговых кампаний.
3. Частота повторных покупок.
4. Влияние CRM-систем на скорость обработки запросов клиентов.

Методология исследования включала:

1. Проведение анкетирования среди менеджеров компаний, занимающихся маркетингом и продажами.
2. Сбор статистических данных о результатах маркетинговых кампаний до и после внедрения CRM-систем.
3. Сравнительный анализ эффективности маркетинговых стратегий с использованием и без использования CRM-систем.

К важным результатам исследования стоит отнести:

1. Компании, использующие CRM-системы, отмечают улучшение удовлетворённости клиентов на 30%.
2. Частота повторных покупок увеличивается в среднем на 20%.
3. Персонализированные маркетинговые кампании стали на 25% эффективнее благодаря точному таргетингу.
4. Время обработки клиентских запросов сократилось на 40%, что положительно сказалось на общем уровне удовлетворённости.

Основными проблемами, выявленными в ходе исследования, являются:

1. Сложности интеграции CRM-систем с другими инструментами маркетинга.
2. Недостаточная автоматизация анализа данных.
3. Необходимость разработки специализированных методик для оценки эффективности CRM в маркетинге.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает высокую эффективность внедрения CRM-систем в маркетинговую деятельность современных компаний. Использование CRM позволяет значительно повысить качество обслуживания клиентов, увеличить уровень их удовлетворённости и лояльности, а также улучшить результаты персонализированных маркетинговых кампаний. Несмотря на существующие трудности с интеграцией и автоматизацией анализа данных, преимущества CRM-систем в виде ускорения обработки запросов, роста повторных покупок и точного таргетинга делают их важным инструментом повышения конкурентоспособности бизнеса. Разработанные рекомендации и выявленные закономерности могут служить основой для дальнейшего совершенствования маркетинговых стратегий в условиях цифровой экономики.

### Литература

1. Попова Л.А. Возможности CRM-системы как средства реализации маркетинга взаимоотношений с клиентами // Шаг в науку. 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-crm-sistemy-kak-sredstva-realizatsii-marketinga-vzaimootnosheniy-s-klientami> (дата обращения: 09.04.2025).
2. Ильин, И.В. Современные подходы к использованию CRM-систем в маркетинговой деятельности компаний. Санкт-Петербург: Питер, 2019.
3. Лавров, А.В., Тихонов, В.И. Информационные технологии в управлении маркетингом: от CRM к цифровым экосистемам. Москва: Альпина Пабlishер., 2021.
4. Котлер Ф., Армстронг Г. Маркетинг. Принципы и практика. М.: Вильямс, 2023.
5. Kumar, V., Reinartz, W. Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools (3rd ed.). Springer, 2018.
6. Peppers, D., Rogers, M. Managing Customer Relationships: A Strategic Framework (3rd ed.). Wiley, 2016.
7. Greenberg, P. CRM at the Speed of Light: Social CRM Strategies, Tools, and Techniques for Engaging Your Customers (4th ed.). McGraw-Hill, 2010.

УДК 338.242

Т.Д. РАЕВА, к.э.н, доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина  
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34  
E-mail: [raevatd@gmail.com](mailto:raevatd@gmail.com)

### Применение нейронных сетей в управлении проектами

*Аннотация.* В статье рассматриваются возможности и ограничения применения нейронных сетей в проектном управлении. Наиболее успешно нейронные сети могут применяться в прогнозировании, планировании, распределении ресурсов, управлении рисками, мониторинге и контроле проекта. В заключении сделан прогноз дальнейшей интеграции нейронных сетей в проектное управление.

*Ключевые слова:* управление проектами, нейронные сети.

T.D. RAEVA, PhD

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: [raevatd@gmail.com](mailto:raevatd@gmail.com)

### Neural networks application in project management

*Abstract.* The article examines the possibilities and limitations of using neural networks in project management. Neural networks can be successfully used in forecasting, planning, resource allocation, risk management, project monitoring and control. In conclusion, a forecast is made for the development of the integration of neural networks and project management.

*Key words:* project management, neural networks.

При управлении проектами часто используются экспертные оценки и статистические данные, однако растущая сложность проектов, увеличение объемов данных и неопределенность условий требуют более совершенных инструментов, способных обрабатывать большие объемы информации, выявлять скрытые закономерности и делать точные прогнозы. Искусственные нейронные сети представляют собой мощный инструмент для решения сложных задач в различных областях, их способность к обучению и прогнозированию делает их перспективными для применения в проектном управлении, с их помощью можно автоматизировать рутинные задачи. Наиболее эффективным использовать нейронных сетей видится в следующих областях проектного управления.

#### *1. Прогнозирование и планирование.*

Нейросети, обученные на исторических данных о выполненных проектах, могут предсказывать стоимость и сроки выполнения новых проектов с большей точностью, чем традиционные методы. Факторы, влияющие на стоимость и сроки (например, размер проекта, сложность, ресурсы, риски), могут быть введены в нейросеть в качестве входных параметров. Различные архитектуры нейросетей, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN) и долгосрочная краткосрочная память (LSTM), могут быть использованы для учета временных зависимостей в данных, что особенно важно для прогнозирования сроков. Также нейронные сети могут быть использованы при оптимизации графика проекта с учетом ограничений по ресурсам, взаимозависимостей задач и других факторов. Например, алгоритмы генетической оптимизации, объединенные с нейросетью, могут находить оптимальную последовательность задач, минимизируя общую продолжительность проекта. С помощью нейросетей можно оценивать вероятность успеха проекта на основе различных параметров, таких как опыт команды, доступность ресурсов, сложность проекта и риски. Это позволяет принимать более обоснованные решения о запуске проекта или внесении корректировок в план.

#### *2. Управление рисками.*

Нейронные сети могут анализировать данные из отчетов о предыдущих проектах, новостные статьи, рыночные исследования для выявления потенциальных рисков проекта. Методы обработки естественного языка (NLP) в сочетании с нейросетью могут использоваться для автоматической идентификации рисков из неструктурированных данных, предсказания вероятностей рисков и оценки их потенциального влияния на проект. Это позволяет разрабатывать более эффективные стратегии управления рисками и выделять ресурсы для защиты от наиболее вероятных и опасных угроз. Также нейронные сети могут использоваться для моделирования различных сценариев «что если», позволяя оценить влияние различных рисков на проект и разработать планы реагирования.

### 3. Распределение ресурсов.

Нейронные сети могут применяться для распределения ресурсов (персонала, оборудования, бюджета) между задачами проекта с учетом ограничений по ресурсам, приоритетов задач и сроков выполнения. Алгоритмы оптимизации, такие как генетические алгоритмы или алгоритмы роевого интеллекта, могут быть интегрированы с нейронной сетью для поиска оптимального распределения ресурсов. Нейросети могут предсказывать потребность в ресурсах для каждой задачи проекта, позволяя планировать и обеспечивать доступность необходимых ресурсов в нужное время.

### 4. Мониторинг и контроль:

Нейронные сети могут использоваться для мониторинга ключевых показателей проекта и выявления отклонений, что позволит принимать своевременные меры для корректировки плана и предотвращения проблем. Также нейросеть может анализировать данные о производительности команды (например, время выполнения задач, количество ошибок) и выявлять узкие места и проблемы, требующие внимания.

Однако, не смотря на указанные выше преимущества использования нейронных сетей в управлении проектами, имеется ряд ограничений.

1. Для обучения нейронных сетей требуются большие объемы данных, что может быть проблемой для проектов с ограниченным количеством исторических данных.

2. Результаты работы нейронных сетей бывают сложными для интерпретации, что затрудняет понимание причин, лежащих в основе прогнозов и рекомендаций.

3. Для разработки и внедрения нейронных сетей в проектное управление требуется экспертиза в области машинного обучения, что требует дополнительных инвестиций.

4. Нейронные сети склонны к переобучению, когда модель хорошо работает на обучающих данных, но плохо обобщается на новые данные.

Тем не менее, несмотря на перечисленные ограничения, использование нейронных сетей в управлении проектами представляет собой перспективное направление, которое может значительно улучшить процессы планирования, прогнозирования, управления рисками и распределения ресурсов. Для успешного внедрения нейронных сетей в управление проектами необходимо учитывать специфику каждого проекта, тщательно выбирать архитектуру нейросети и уделять внимание качеству данных, используемых для обучения. Внедрение объяснимого искусственного интеллекта позволит повысить доверие к решениям, принятым на основе машинного обучения, и сделать процесс управления более прозрачным и эффективным. В конечном итоге, применение нейронных сетей в управлении проектами позволит компаниям снизить затраты, повысить эффективность и увеличить вероятность успешного завершения проектов.

### Литература

1. Модели и методы интеллектуального анализа данных в управлении проектами / Васильев А.А., Горячев А.В. // В сборнике: Проектирование и обеспечение качества информационных процессов и систем. Сборник докладов Международной конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 7-12.
2. Раева Т.Д. Управление проектами: Учеб. пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2016.
3. Инновационные технологии в логистике / И.Г. Шелепина // Новая парадигма развития менеджмента: гипотезы, концепции, практики: сборник статей. М: ООО «Русайнс». 2019. Т.3. С. 264–266.

УДК 330: 004.89

К.В. СЕРГЕЕВА, студент,  
В.А. ОГАНИСЯН, студент,  
О.И. ЕМЕЛИН, студент,  
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина  
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34  
E-mail: xsenia1504@gmail.com

### Искусственный интеллект в управлении: возможности и риски

*Аннотация.* В исследовании рассматриваются ключевые возможности и риски, возникающие при интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ) в управленческую деятельность организаций. Акцент делается на способности данной технологии повышать эффективность управленческих процессов за счёт анализа больших массивов данных, автоматизации рутинных операций и персонализации управления персоналом. Наряду с этим, исследование поднимает важные вопросы, связанные с этическими и правовыми вызовами, рисками потери конфиденциальности, а также социальной напряженности. Обоснована необходимость разработки рекомендаций для стратегически грамотного использования ИИ в компаниях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, управление, риски, эффективность, автоматизация, цифровизация, этика, нормативное регулирование.

K.V. SERGEEVA, student  
V.A. OGANISYAN, student  
O.I. EMELIN, student  
YU.V. VILGINA, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor

Ivanovo State Power University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: xsenia1504@gmail.com

### Artificial intelligence in management: opportunities and risks

*Abstract.* This study examines the key opportunities and risks that arise when in-

tegrating artificial intelligence (AI) technologies into the management activities of organizations. The focus is on the ability of this technology to increase the efficiency of management processes by analyzing large amounts of data, automating routine operations, and personalizing personnel management. Along with this, the study raises important issues related to ethical and legal challenges, risks of loss of confidentiality, as well as social tension. The necessity of developing recommendations for strategically competent use of AI in companies is substantiated.

Key words: artificial intelligence, management, risks, efficiency, automation, digitalization, ethics, regulatory regulation.

Развитие искусственного интеллекта (ИИ) как новшества в технологической стезе, изменило подходы к принятию решений и управленческой деятельности.

Внедрение искусственного интеллекта в организационные процессы открывает компаниям широкие горизонты возможностей для повышения эффективности, трансформации традиционных подходов к принятию решений, оптимизации ресурсов и стратегическому планированию их деятельности. Однако, одновременно с этим, внедрение искусственного интеллекта в управленческие процессы, образовало новые этические, правовые и социокультурные вызовы, а также значительные риски.

Возможности и преимущества использования искусственного интеллекта в системе управления. Основным преимуществом и первопричиной использования ИИ в системе управления является повышение эффективности в принятии решений. Искусственный интеллект способен обрабатывать и анализировать большие объемы данных, что позволяет руководителям принимать более обоснованные и упреждающие решения. Применение алгоритмов машинного обучения способствует выявлению скрытых закономерностей и трендов, недоступных при традиционном анализе.

Стоит также обозначить и тот факт, что внедрение ИИ позволяет автоматизировать повторяющиеся задачи, что позволяет оптимизировать работу сотрудников и перераспределить их силы на иные задачи, делегируя рутинные обязанности ИИ. Также это приводит к снижению операционных затрат и повышению общей производительности организации.

Инструменты искусственного интеллекта могут анализировать поведение и предпочтения сотрудников, способствуя более точному подбору кадров, оценке личной эффективности и разработке индивидуальных программ развития. Данный аспект можно отнести к решению компаниями вопроса персонализации управления персоналом [1].

Риски и вызовы интеграции ИИ в управленческие процессы. Однако, несмотря на обозначенные ранее преимущества, существует ряд рисков в ходе интеграции технологий искусственного интеллекта, которые могут «дорого» обойтись компании-пользователю.

Для начала стоит сказать о том, что использование ИИ может при-

вести к нарушениям конфиденциальности в отношении информации о компании и её сотрудниках, дискриминации и другим этическим проблемам. Данная проблема диктует нам необходимость разработки нормативно-правовых актов в отношении использования технологий искусственного интеллекта, которые будут обеспечивать защиту прав и свобод личности.

Также, несмотря на быструю обучаемость программ, базирующихся на технологии искусственного интеллекта, существует риск принятия ИИ неверных решений из-за ошибок в алгоритмах или некорректных данных.

В данном проблемном аспекте, неблагоприятной тенденцией является чрезмерное автоматизирование, которое может привести к снижению человеческой заинтересованности над критически важными процессами, говоря проще – к снижению мотивации сотрудников в работе и контроле в тех областях управленческих процессов, которые доверены ИИ [2].

Говоря о внедрении искусственного интеллекта в управленческие процессы компании, нельзя не сказать о том, что масштаб и вид деятельности организации напрямую влияет на надобность использования данной технологии в принципе. Если организация относится к малому или среднему бизнесу и может обеспечить немного рабочих мест, то замещение сотрудников и так небольшого штаба, посредством ИИ, может привести к социальным последствиям. Автоматизация может привести к сокращению рабочих мест и увеличению социальной напряженности.

В данном вопросе важно учитывать возможные последствия для занятости и разрабатывать стратегии по переподготовке и адаптации работников [3].

Рекомендации к использованию искусственного интеллекта в управлении. Упразднить или прекратить активное развитие и использование ИИ в период активной автоматизации и цифровизации процессов, в том числе и управленческих, невозможно. Поэтому основным решением является обучение грамотному использованию ИИ и его стратегическому назначению в системе менеджмента компании. Опираясь на вышеперечисленные тезисы, были сформированы следующие рекомендации.

Первым шагом на пути к сокращению рисков использования ИИ в области управления, является разработка этических стандартов и нормативных актов, регулирующих применение искусственного интеллекта. Также стоит обеспечить прозрачность алгоритмов, заданных ИИ, для возможности дальнейшего их аудита.

Для уменьшения рисков в области социальных проблем, компаниям стоит инвестировать в обучение и переподготовку персонала для совместной работы с ИИ-технологиями. Данное решение также подразумевает создание междисциплинарных команд, объединяющих специалистов в области ИИ, права и управления.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что интеграция искусственного интеллекта в управленческие процессы открывает значительные возможности для повышения эффективности и конкурентоспособности организаций, но компаниям-пользователям необходимо осознавать и активно управлять сопутствующими рисками, чтобы обеспечить устойчивое развитие.

### **Литература**

1. Чуланова О.Л., Хайбуллова К.Н. Исследование применения технологий искусственного интеллекта в управлении персоналом современных организаций // Вестник Евразийской науки, 2020, №1.
2. Давыдова Г.И., Шлыкова Н.В. Риски и вызовы при внедрении искусственного интеллекта в систему высшего образования // Вестник практической психологии образования 2024. Том 21. № 3. С. 62–69
3. Болотов, А. А. Использование искусственного интеллекта в управлении персоналом // Управление человеческими ресурсами: теория, практика и перспективы: Материалы международной молодежной научно-практической конференции, Белгород, 20–21 апреля 2023 года / Отв. редакторы М.А. Игнатов, И.В. Савенкова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 10-13.

УДК 330.101.5

С.Ю. ТАЛЪЯНОВ, к.э.н.

Санкт-Петербургский государственный экономический университет,  
191023, г. Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32  
*Email: s-talyanov@mail.ru*

### **Регрессионный анализ процессов регионального теплоснабжения**

*Аннотация.* В данной статье выявлены особенности регрессионных моделей, описывающих процессы теплоснабжения.

*Ключевые слова:* регрессионный анализ, региональное теплоснабжение.

S.TALIANOV, Ph.D. in Economics

Saint Petersburg State University of Economics,  
191023, Russia, St. Petersburg, Griboedov canal emb., 30-32  
*Email: s-talyanov@mail.ru*

### **Regression Analysis of Regional Heat Supply Processes**

*Abstract.* This article identifies the features of regression models describing heat supply processes. The results of a regression analysis of regional heat supply processes are presented.

*Key words:* Regression analysis, regional heat supply.

Обеспечение населения теплом и горячей водой является одним из важнейших элементов жилищно-коммунального комплекса региона. Оно включает ряд отдельных процессов, или этапов, таких, как собственно производство тепловой энергии, передача нагретой воды по трубопроводам и собственно потребление в жилых помещениях. При производстве тепловой энергии могут использоваться различные виды топлива (твердое, жидкое, газ) и технологическое оборудование различной мощности. Передача тепловой энергии происходит по трубам разного диаметра и различной степени изношенности. Микроструктура потребления тепловой энергии зависит от степени оснащенности жилого фонда – наличия горячего водоснабжения, ванных комнат, также и от наличия газовых плит. Решение актуальной задачи повышения эффективности коммунального энергоснабжения во многом связано с изучением эконометрических зависимостей между всеми этими факторами, а также с выбором корректного варианта построения собственно оценок эффективности.

Ключевым моментом реализации граничных методов является построение границы эффективности. Если вид функции, описывающей эту технологическую зависимость между входом и выходом процесса, выбран правильно, то регрессионные зависимости между теми же переменными должны правильно, по крайней мере, качественно верно, отражать основные особенности структуры границы эффективности и позволять устанавливать влияние на нее тех или иных факторов. Особенно это важно в случае многоэтапных процессов, поскольку построение стохастических оценок эффективности в этом случае практически еще не исследовано. Хотя многоэтапные процессы уже исследовались непараметрическими методами, идейно регрессионные модели ближе к SFA, отличаясь, фактически, только предположениями о структуре отклонения от отыскиваемой зависимости. В частности, можно сравнивать дисперсии отклонений, выявлять резко выделяющиеся наблюдения и т.п.

Нами исследовались, во-первых, статистические данные по ряду муниципальных образований Ивановской области, отражающие: затраты топлива на производство тепловой энергии ( $X$ , т. у. т.) с разбивкой по видам – твердое, жидкое, газ; объем произведенной тепловой энергии ( $Y$ , Гкал); объем отпущенной потребителям тепловой энергии ( $Z$ , Гкал). Учитывались также такие показатели, как объем тепловой энергии, полученной со стороны и проданной внешнему потребителю (перепродавцу). Из рассмотрения были исключены показатели областного центра и нескольких крупнейших городов области. Изучаемый процесс можно представить как двухэтапный:  $X \rightarrow Y \rightarrow Z$  и, соответственно, интересоваться регрессионными зависимостями и оценками эффективности отдельных этапов  $X \rightarrow Y$ ,  $Y \rightarrow Z$  и процесса в целом  $X \rightarrow Z$ .

В простейшем случае можно предложить для каждого из трех процессов линейную регрессионную модель, то есть принять, что

$$Y = A_0 + A_1X + \varepsilon_1 \quad (a); \quad Z = B_0 + B_1Y + \varepsilon_2 \quad (б) \quad \text{и} \quad Z = C_0 + C_1X + \varepsilon \quad (в),$$

где  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  и  $\varepsilon$  – нормальные случайные величины, с нулевыми средними и некоторыми дисперсиями.

Сделав очевидную подстановку, получаем:

$$\begin{aligned} Z &= B_0 + B_1Y + \varepsilon_2 = B_0 + B_1(A_0 + A_1X + \varepsilon_1) + \varepsilon_2 = \\ &= (B_0 + B_1A_0) + (B_1A_1)X + (B_1\varepsilon_1 + \varepsilon_2) \end{aligned} \quad (1)$$

Предположим, что случайные величины  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  независимы. Тогда, в силу известных свойств нормального закона, сумма в последних скобках является нормальной случайной величиной, то представление (1) также удовлетворяет предпосылкам классического метода наименьших квадратов, и согласование с исходным  $Z = C_0 + C_1X + \varepsilon$  можно контролировать также и проверкой соответствия выборочных оценок и равенства дисперсий  $\sigma^2 = B_1^2 \sigma_1^2 + \sigma_2^2$ , где  $\sigma^2 = D\varepsilon$ ,  $\sigma_1^2 = D\varepsilon_1$  и  $\sigma_2^2 = D\varepsilon_2$ . Коэффициенты корреляции между  $\varepsilon$  и  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  равны  $\rho(\varepsilon, \varepsilon_1) = \frac{B_1\sigma_1}{\sigma}$ ,

$$\rho(\varepsilon, \varepsilon_2) = \frac{\sigma_2}{\sigma} \quad (\text{величины } \varepsilon_1, \varepsilon_2 \text{ по предположению некоррелированы}) \text{ и}$$

также могут сопоставляться с выборочными значениями. Исходные данные представлены в табл.1, некоторые результаты расчетов – в табл. 2. Для удобства расчетов и восприятия результатов значения переменных нормированы делением на соответствующее максимальное значение; абсолютные значения получены из статистических бюллетеней Ивановооблстата.

**Таблица 1. Исходные данные к построению регрессионных зависимостей и оценок эффективности**

| № п/п | Расход топлива | Производство тепловой энергии | Отпуск тепловой энергии | № п/п | Расход топлива | Производство тепловой энергии | Отпуск тепловой энергии |
|-------|----------------|-------------------------------|-------------------------|-------|----------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1     | 0,0141         | 0,0183                        | 0,0149                  | 10    | 0,3013         | 0,4369                        | 0,3061                  |
| 2     | 0,0182         | 0,0260                        | 0,0169                  | 11    | 0,3141         | 0,4381                        | 0,2257                  |
| 3     | 0,0267         | 0,0419                        | 0,1424                  | 12    | 0,3590         | 0,5626                        | 0,3818                  |
| 4     | 0,0674         | 0,0896                        | 0,0652                  | 13    | 0,6251         | 0,6718                        | 0,4275                  |
| 5     | 0,0870         | 0,0773                        | 0,0544                  | 14    | 0,7024         | 0,9711                        | 0,8098                  |
| 6     | 0,1084         | 0,1259                        | 0,0839                  | 15    | 0,7362         | 0,8169                        | 0,5340                  |
| 7     | 0,1721         | 0,2596                        | 0,1864                  | 16    | 0,8744         | 0,9273                        | 1,0000                  |
| 8     | 0,2474         | 0,2395                        | 0,1856                  | 17    | 1,0000         | 1,0000                        | 0,7116                  |
| 9     | 0,2705         | 0,3885                        | 0,3641                  |       |                |                               |                         |

Таблица 2. **Оценки коэффициентов линейных регрессионных моделей (а)–(в)**

| Зависимость      | Оценки коэффициентов регрессии |                 | F – статистика, не менее | Стандартная ошибка регрессии |
|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------|
|                  | $A_1, B_1, C_1$                | $A_0, B_0, C_0$ |                          |                              |
| $Y = A_0 + A_1X$ | 1,2332                         | 0,0168          | 160                      | 0,1244                       |
| $Z = B_0 + B_1Y$ | 0,6983                         | 0,0123          | 420                      | 0,0556                       |
| $Z = C_0 + C_1X$ | 0,8534                         | 0,0267          | 98                       | 0,1100                       |

В дополнение отметим, что выборочные коэффициенты корреляции между рассчитанными отклонениями каждой из зависимостей оказались равными:  $r_{(a,b)} = 0,15$ ;  $r_{(b,a)} = 0,866$ ;  $r_{(a,b)} = 0,62$ .

Прямые вычисления показывают, что требуемые соотношения между коэффициентами и дисперсиями погрешностей выполняются достаточно точно, что позволяет допустить логическую непротиворечивость данной двухэтапной модели. Обратим также внимание на то, что, как проверено, нет и сколько-нибудь явно выраженной гетероскедастичности.

Вместе с тем линейная модель не всегда адекватно отражает экономическое содержание взаимосвязи между теми или иными переменными, и даже допустимые диапазоны их изменения. Поэтому имеет смысл также рассмотреть зависимости вида  $Y = AX^a$ ,  $Z = BY^b$  и  $Z = CX^c$ . Полагая  $x = \ln(X)$ ,  $y = \ln(Y)$ ,  $z = \ln(Z)$ ,  $a_0 = \ln(A)$ ,  $a_1 = a$  и т.д., получаем после логарифмирования:

$$y = a_0 + a_1x + \delta_1; \quad z = b_0 + b_1y + \delta_2 \quad \text{и} \quad z = c_0 + c_1x + \delta, \quad (2)$$

После преобразований, аналогичных (1), заключаем, что все три выражения в (2) согласованы, если и в данном случае принять, что случайные величины  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  и  $\delta$  – нормальные и независимые. Известно, что в зависимостях «ресурс-выпуск» часто обоснованно предполагается действие «закона убывающей эффективности»; в нашем случае это означает, что (положительные) коэффициенты  $a_1$ ,  $b_1$ , и  $c_1$  должны быть меньше единицы. Приводимые ниже в табл. 3 результаты, по крайней мере, не противоречат этому условию.

Вместе с тем включение в выборку объектов с большими значениями переменных приводит к его нарушению (на уровне значимости 5% и менее). Среди возможных причин можно назвать две: у муниципальных образований с большим объемом производства тепловой энергии больше доля газа в общем расходе топлива; кроме того, для них характерны и значительные объемы межобъектовой передачи тепловой энергии (для представленных в табл. 1 отдельных городов и районов они не превосходят 2-3%). И если первое обстоятельство относительно просто может быть учтено переходом к построению регрессий с большим числом независимых переменных, то корректный учет второго требует более детального исследования.

Таблица 3. **Оценки коэффициентов логарифмических регрессионных моделей**

| Исследуемая зависимость | F-статистика, не менее | Коэффициент при независимой переменной: |                                            |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
|                         |                        | Оценка                                  | Доверительный интервал ( $\alpha = 0,05$ ) |
| $y = a_0 + a_1x$        | 770                    | 0,981                                   | (0,906; 1,056)                             |
| $z = b_0 + b_1y$        | 150                    | 0,896                                   | (0,741; 1,050)                             |
| $z = c_0 + c_1x$        | 100                    | 0,867                                   | (0,683; 1,052)                             |

Аналогичные расчеты были проведены по данным отдельных предприятий, осуществляющих производство и передачу тепловой энергии. Определенную сложность в построении адекватных моделей состоит в том, что часть предприятий занимается перепродажей тепловой энергии (при этом ее транспортировка может производиться как самими этими предприятиями, так и покупателями, а также третьими сторонами, и непосредственных контрагентов по этому процессу установить довольно затруднительно).

Нами были использованы статистические данные примерно по 130 предприятиям Ивановской области. Их анализ показал, что около 10% из них занимаются преимущественно перепродажей тепловой энергии и объем поставок составляет около 15–17% общего объема производства тепловой энергии. Выделенная группа, а также несколько резко выделяющихся по другим параметрам предприятий были исключены из рассмотрения. Для примерно 100 оставшихся фирм были построены регрессионные зависимости упомянутого ранее вида.

В качестве внешних факторов, потенциально влияющих на эффективность данного процесса, рассматривались: доли угля и природного газа в затратах топлива, а также организационно-правовая форма предприятия (ОАО, ООО, ЗАО, муниципальное предприятие).

На первом шаге, при построении регрессионных зависимостей, было установлено, что в квадратичной регрессии, при некотором повышении ее качества по сравнению с линейной, старший коэффициент значим только на уровне около 0,02. Учитывая, что линейная форма границы в стохастических методах исследуется проще, можно рекомендовать в данном случае именно эту форму, тем более что для многоэтапных процессов, как было отмечено ранее, применение транслог-представления целесообразно только для первого этапа.

Подобные расчеты были проведены для некоторых регионов Центрального, Северо-западного и Южного федерального округов.

Таким образом, потенциально и коэффициенты стохастических границ могут отличаться для разных групп предприятий, в зависимости от объема производства.

### **Литература**

1. Клейнер, Г.Б. Эконометрические зависимости: принципы и методы построения / Г.Б. Клейнер, С.А. Смоляк. М.: Наука, 2003. 102 с.
2. Пионтковский, П.В. Проблемы моделирования жилищно-коммунального хозяйства как сложной социально-экономической системы / П.В. Пионтковский // Академичний огляд. 2009. № 2. С.78-84.
3. Сухарев, О.С. Экономико-математические модели и методы обоснования хозяйственных решений / О.С. Сухарев. М.: Изд-во Российской таможенной академии. 2013. 182 с.
4. Шергин, В.В. Коммунальное теплоснабжение региона: эконометрические зависимости и оценки эффективности / В.В. Шергин, С.Ю. Тальянов, В.А. Катков // Проблемы экономики, финансов и управления производством: сб. науч. тр. / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2013. Тридцать третий вып. С.155-158.

УДК 658.148

Д.С. ТРАВНИКОВА, студент  
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский энергетический университет имени В.И. Ленина,  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская д. 34  
E-mail: d\_travnikova@mail.ru

### **Оценка эффективности социальных инвестиций и их влияния на рыночную стоимость компании**

*Аннотация.* В работе приведены способы оценки эффективности социальных инвестиций, а также продемонстрировано их влияние на факторы стоимости компании.

*Ключевые слова:* социальные инвестиции, факторы стоимости компании, социальные эффекты.

D.S. TRAVNIKOVA student  
Y.V. VYLGINA, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya str., 34  
E-mail: d\_travnikova@mail.ru

### **Assessment of the effectiveness of social investments and their impact on the company's market value**

*Abstract.* The paper presents ways to assess the effectiveness of social investments, as well as demonstrates their impact on the company's cost factors.

*Key words:* social investments, company value factors, social effects.

Корпоративная социальная ответственность в настоящее время является актуальным направлением управления компанией. В России осуществление социальной политики для крупных компаний является

необходимым и относится к факторам, непосредственно влияющим на экономическую эффективность корпораций. Так, в России более 460 моногородов, в которых проживает 1/4 городского населения страны и производится 40 % ВВП [1]. Корпорации поставлены перед необходимостью уделять внимание социальной политике, так как в первую очередь от качества интеллектуального капитала зависит их собственная эффективность. Проводя ответственную корпоративную социальную политику, компания обеспечивает устойчивость своего бизнеса и может надеяться на помощь государства и лояльность работников в кризисных ситуациях.

Социальные инвестиции – это инвестиции, направленные на развитие творческого и трудового потенциала людей на основе повышения качества жизни населения посредством формирования и развития социальной и экологической инфраструктуры, институтов гражданского общества с целью повышения устойчивости бизнеса и уменьшения его рисков. Для бизнеса целью такого инвестирования является повышение инвестиционной привлекательности компании путем увеличения человеческого капитала и минимизации социальных рисков.

Основными формами социальных инвестиций являются спонсорство и благотворительность. Несмотря на синонимичность терминов, с точки зрения автора, они различны. Спонсорство – разновидность коммерческих инвестиций (рекламных инвестиций, инвестиций в развитие бренда, инвестиций в создание и поддержку репутации компании) и зачастую предполагают отдачу на вложенный капитал. Благотворительность не подразумевает широкую огласку направлений инвестиций и обязательный возврат капитала.

Обычно, социальные эффекты считаются необязательными при принятии решения об инвестировании (увеличение количества рабочих мест, рост доходов населения, увеличение налоговых выплат в бюджет и т.д.). Возникает вопрос, как определить эффективность вложения средств в развитие общества. Одним из методов определения эффективности социальных инвестиций является анализ SROI (Social Return on Investment), который измеряет ценность создаваемых благ и затраты на создание этих благ с помощью формулы 1:

$$SROI = \frac{\text{Чистая приведенная ценность благ}}{\text{Чистая приведенная стоимость инвестиций}} \quad (1)$$

Например, отношение 2 к 1 означает, что одна у.е. вложений создает две у.е. социальных результатов.

Альтернативой анализу SROI, существует экономико-математический метод оценки, который основан на расчете коэффициента социального эффекта вложений ( $E_s$  – social effect), который можно рассчитать с помощью формулы:

$$E_s = C_{RU} \times C_{SE}, \quad (2)$$

где  $G_{RU}$  – коэффициент региональной полезности;  $G_{SE}$  – коэффициент социальной полезности.

Вышеперечисленные коэффициенты определяются по формулам 3 и 4:

$$C_{SE} = \sum_{i=0}^N (ISE \times W_i), \quad (3)$$

где  $ISE$  – значение показателя социальной эффективности (%);  $W$  – вес показателя;  $N$  – количество показателей;  $i$  – номер показателя.

$$C_{RU} = \frac{P_I + P_S + L_P}{3}. \quad (4)$$

где  $P_I$  – отношение уровней обеспеченности инвестициями в основной капитал на душу населения (страна к региону);  $P_S$  – отношение уровней обеспеченности услугами на душу населения (страна к региону);  $L_P$  – отношение среднегодовых уровней цен на услуги на одну услугу (регион к стране) [2].

Спонсорство и благотворительность имеют одну цель – поддержание стабильности развития бизнеса, а критерием осуществления спонсорских и благотворительных проектов и программ является рост рыночной стоимости компании (бизнеса).

Рост рыночной стоимости компании может быть рассмотрен через призму факторов, которые формируют стоимость организации. К ним относят показатели денежного потока, стоимость капитала (ставка дисконтирования), а также темпы роста (табл. 1).

**Таблица 1. Влияние социальных инвестиций на факторы стоимости компании [2]**

|                    |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Денежный поток     | Выручка                                                                                                                                                                            | Увеличение, которое обеспечивает рост качества продукции, постоянные покупатели                                                                                                |
|                    | Затраты                                                                                                                                                                            | Увеличение общего объема ввиду роста затрат на охрану труда, безопасность труда, заработную плату, но уменьшение на единицу продукции, так как растет производительность труда |
|                    | Капитальные вложения                                                                                                                                                               | Увеличение, ввиду роста направлений инвестиций                                                                                                                                 |
|                    | Чистый оборотный капитал                                                                                                                                                           | Уменьшение – улучшается культура труда (улучшение нормирования), обеспечиваются оптимальные условия расчетов с дебиторами и кредиторами                                        |
| Стоимость капитала | Уменьшение, которое обеспечивает уменьшение риска                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                |
| Темпы роста        | Увеличение – улучшаются взаимоотношения со стейкхолдерами компании, что приводит к увеличению возможностей компании, связанных с новыми рынками, удержанием на существующих рынках |                                                                                                                                                                                |

Таким образом, социальные инвестиции оказывают противоречивое воздействие на рыночную стоимость компании: с одной стороны, уменьшают риски деятельности предприятия (путем снижения социальной напряженности в регионе, улучшения инвестиционного климата и т.п.), повышения темпов развития или увеличения выручки за счет притока новых клиентов (как итог от спонсорства, к примеру). С другой стороны, у компании растут инвестиционные вложения, увеличиваются расходы, что приводит к избирательным вложениям капитала по различным направлениям, недофинансирование и т.д. Но с социальной точки зрения, они формируют позитивный имидж бизнеса в глазах действующих и потенциальных клиентов, общества или собственных работников.

### **Литература**

1. Данилова О.В. Социальная ответственность бизнеса в системе рыночного хозяйства (теоретико экономический аспект): автореф. дис. ... д-ра экон. наук / О.В. Данилова. М., 2019. 42 с.
2. Кипчатова Т. Эффект социальных программ: как его оценить? / Т. Кипчатова // Социальное партнерство. 2021. № 2. 110 с.

УДК 339.138

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

## **Трансформация маркетинговых коммуникаций на B2B-рынках**

*Аннотация.* В статье приведены результаты анализа применяемых маркетинговых коммуникаций на B2B-рынках и тенденций их изменения.

*Ключевые слова:* B2B-рынок, маркетинговые коммуникации, социальные медиа, контент.

I.G.SHELEPINA Ph.D. in Economics

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

## **Transformation of marketing communications in B2B markets**

*Abstract.* The article presents the analysis results of marketing communications applied in B2B markets and trends in their changes.

*Key words:* B2B market, marketing communications, social media, content.

Последние несколько лет оказали заметное влияние на маркетинговую деятельность компаний сегмента B2B. В данной работе приведем

результаты анализа применяемых маркетинговых коммуникаций на рынке предприятий и тенденций их изменения.

Рынок предприятий всегда отличался от потребительского следующими особенностями, имеющими прямое влияние на инструменты маркетинговых коммуникаций [4].

1. Профессиональная подготовленность и рациональность покупателей, в отличие от рынка B2C, где принятие решения о покупке значительно зависит от личных эмоций и психологии конкретного человека.

2. Длительные сроки и коллективный характер принятия решений о покупках. Обусловлены технической сложностью и значительной стоимостью товаров, необходимостью снизить риски и учесть множество факторов.

3. Преобладание прямых каналов продаж и партнерские взаимоотношения продавцов и потребителей, отражающие комплексную взаимосвязь участников рынка, одновременно являющихся и продавцами, и покупателями тех или иных материально-технических ресурсов.

Традиционно маркетинговые коммуникации на B2B-рынках рациональны и официальные по форме и содержанию. С целью поддержки прямых каналов главное место в коммуникациях занимают личные продажи, прямой маркетинг, также важная составляющая – выставки и конференции, реклама в отраслевых СМИ. Репутация партнера и его надежность часто имеют решающее значение, поэтому большое внимание уделяется вопросам имиджа и бренда.

Но стремительный рост цифровизации приводит к тому, что компании, работающие на B2B-рынке, активно внедряют цифровые, гибкие технологии в бизнес-процессы, автоматизируют закупки и управление цепями поставок [2, 3, 5]. Частые изменения экономической ситуации заставляют предприятия мониторить рынок, быстро реагировать, выставлять новые цели и задачи, анализировать результаты и поэтому динамично корректировать свое продвижение на рынке.

Приведем ключевые направления трансформации маркетинговых коммуникаций на B2B-рынках последних лет.

1. Рост значимости социальных медиа. Практически все компании теперь используют соцсети. Многие ведут их для имиджа в формате корпоративного журнала, кто-то знакомит аудиторию с продукцией и стимулирует сбыт. Таким образом, соцсети становятся неотъемлемой частью воронки продаж и брендинга. Также множество аккаунтов направлены на развитие эйчар-бренда: в соцсетях публикуют вакансии, рассказывают об условиях труда, карьерных возможностях своих предприятий [1].

2. Изменение формата контент-маркетинга. Контент-маркетинг теперь нацелен на то, чтобы показать экспертность бренда и акцентировать внимание клиентов на его профессионализме и опыте. На смену «продающим» приходят аналитические материалы, интервью с экспертами отрасли, обучающие статьи и гайды, решающие проблемы клиен-

тов, прямые эфиры, вебинары, полезные видеоролики, кейсы бизнеса. Чтобы собрать информацию о клиентах, некоторые компании используют интерактивные форматы, например, опросы, тесты.

2. Повышение качества контента, его структуры и визуала. Компании увеличивают бюджеты на создание контента, осознавая, что это не просто инструмент для SEO, а мощный способ выстраивания доверительных отношений с аудиторией. Наблюдается «перепрофилирование», когда один и тот же контент адаптируется для разных платформ, и используются нескольких каналов коммуникации. Это позволяет экономить ресурсы и расширять охват. Неотъемлемой частью контент-маркетинга становятся ИИ-инструменты.

4. Увеличение значимости B2B-инфлюенсеров. Бренды осознают, что сотрудничество с лидерами мнений – эффективный способ донести сложные идеи до целевой аудитории и повысить доверие. Заметны публикации топ-менеджеров и экспертов на различных площадках, публичные выступления на конференциях, личные бренды сотрудников. Для привлечения целевой аудитории практикуются контент-коллаборации с экспертами и партнерами.

5. Применение эмоционального маркетинга и эксперименты с новыми форматами контента. B2B-компании перенимают успешные B2C-практики, понимая, что эмоции и личные истории работают не только в сфере потребительского маркетинга, но и в бизнес-коммуникациях. Компании стали активнее использовать неформальный стиль. Появляются подкасты, сторителлинг, бизнес-шоу, юмор. В целом растет количество развлекательного и интерактивного контента.

6. Использование гибридных форматов мероприятий и виртуальных шоу-румов. Такие мероприятия совмещают в себе элементы офлайн- и онлайн взаимодействия, когда одни гости собираются на площадке, а другие подключаются удаленно. Виртуальные демонстрационные залы представляют собой онлайн-платформы, на которых клиенты удаленно могут познакомиться с товарами и услугами. Такие решения реализуются с помощью технологий дополненной, трехмерной виртуальной и смешанной реальности. Гибридный мультиканальный маркетинг становится нормой.

7. Рост значимости профессиональных сообществ и платформ: чатов, форумов. Востребованы и новые форматы – мастермайнды, митапы, хакатоны, квизы. Коммуникации в профессиональных сообществах помогают повысить лояльность клиентов, решить проблемы, найти партнеров, собрать обратную связь, обменяться опытом и повысить продажи.

Таким образом, в эпоху сложных экономических условий и набирающей обороты цифровизации бизнеса B2B-маркетинг становится более креативным, динамичным и ориентированным на человека. Размывается граница между B2B- и B2C-маркетингом, что позволяет бизнесу применять новые инструменты и форматы маркетинговых коммуникаций, используя все преимущества современных технологий.

### Литература

1. SMM в топ-20 промышленных компаний России: исследование агентства контент-маркетинга «Стратегия». URL: <https://drive.google.com/file/d/1zxpJuAhS2rNgs-HvT6owoyu9pUaq02L0/view> (дата обращения: 05.04.2025).
2. Раева Т.Д. Применение гибких методов в управлении кризисными проектами в цифровой экономике / Т.Д. Раева // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (Бенардосовские чтения). Материалы Международной (XX Всероссийской) научно-технической конференции. Иваново, 2019. С. 277-280.
4. Трубоченинов Э. В2В в России: особенности рынка, ключевые тренды и перспективы развития // РБК Компании. URL: <https://companies.rbc.ru/news/WzEM8OrV4r/b2b-v-rossii-osobennosti-ryinka-klyuchevyie-trendyi-i-perspektivy-razvitiya/?ysclid=m94p6l8rp2822029562> (дата обращения: 05.04.2025).
5. Шелепина И.Г. Маркетинг в отраслях и сферах деятельности: учебное пособие / И.Г. Шелепина. Иваново, 2017. 80 с.
6. Шелепина И.Г. Цифровая трансформация взаимодействия контрагентов в цепях поставок на рынке FMCG / И.Г. Шелепина // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2024. № 1. С. 49-53.

УДК 346.5

А.И. ШТЕФАН, студент,  
Ю.В. ВЫЛГИНА, к.э.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет,  
153003, г. Иваново, улица Рабфаковская 34  
E-mail: [shtefanai74@gmail.com](mailto:shtefanai74@gmail.com)

### Особенности применения информационных технологий в процессах управления компаниями

**Аннотация.** В статье рассматривается возрастающая роль информационных технологий в процессах управления компаниями. Подчеркивается важность ИТ стратегического значения для устойчивого развития компаний. Особое внимание уделяется специфике внедрения и использования ИТ в малых и средних предприятиях МСП). Описываются сложности и результаты внедрения ИТ в МСП.

**Ключевые слова:** цифровизация, цифровая трансформация, МСП, информационные технологии, управление компанией, эффективность управления.

A.I. SHTEFAN, student,  
Y.V. VYLGINA, Candidate of Economic Sciences.

Ivanovo State Power University,  
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya Street 34  
E-mail: [shtefanai74@gmail.com](mailto:shtefanai74@gmail.com)

### Peculiarities of information technology application in company management processes

*Annotation.* The article discusses the increasing role of information technology in the management processes of companies. It emphasises the strategic importance of IT for the sustainable development of companies. Special attention is paid to the specifics of IT implementation and use in small and medium-sized enterprises (SMEs). The difficulties and results of IT implementation in SMEs are described.

*Key words:* digitalization, digital transformation, SMEs, information technology, company management, management efficiency.

В эпоху цифровой трансформации информационные технологии (ИТ, ИТ - *англ.*) перестали быть просто вспомогательным инструментом в процессах управления компаний, они превратились в неотъемлемую часть стратегического планирования и управления любой компании, независимо от ее размера и сферы деятельности. Скорость изменений в бизнес-среде, рост объемов данных и повышение требований клиентов делают эффективное использование ИТ в бизнес-процессах ключевым фактором конкурентоспособности и устойчивого развития. Особенно это актуально для малых и средних предприятий (МСП).

Основные проблемы, которые призваны решить ИТ в управлении, заключаются в необходимости повышения скорости, качества, эффективности управленческих решений в условиях быстро меняющейся, усложняющейся внутренней и внешней среды предприятия. В таких условиях традиционные методы управления зачастую не способны сохранить должный учет огромных объемов информации и обеспечить достаточный уровень взаимодействия всех подразделений компании и быструю реакцию на изменение рыночных условий.

Применение ИТ в управлении связано с темой цифровой трансформации бизнеса, актуальность которой можно выяснить, обратив внимание на тренды публикаций научных работ. Так, в период с 2019 по 2023 гг. количество публикаций на тему «цифровой трансформации» превысило аналогичный показатель за период с 2010 по 2019 примерно в 6 раз [1]. Актуальность и выгоды применения ИТ в управлении можно выразить через выделение трендов в автоматизации бизнеса [2]:

- разговорный и генеративный искусственный интеллект, выгоды от применения которого, по данным Gartner, оцениваются руководителями, как превышающие риски;
- облачные инфраструктуры и подход low-code/no-code, которые облегчают разработку и поддержку проектов для малых и средних компаний;
- предиктивная аналитика и BI-системы, как инструменты поддержки принятия эффективных и оперативных решений в бизнесе;
- интернет вещей (IoT), который помогает в связи различных агентов бизнес-процессов друг с другом и упрощает управление ими.

В целях систематизации выделим несколько глобальных факторов, диктующих предприятиям всех масштабов необходимость внедрения информационных технологий в процессы управления:

- информационный взрыв. Современные компании находятся в

условиях генерации и обработки огромных объемов информации, которые нужно анализировать и использовать для принятия обоснованных решений [3];

- глобализация. Выход на международные рынки и усиление конкуренции требует от предприятий гибкости и оперативности в принятии решений, оптимизации затрат и быстрой адаптации к изменяющимся условиям внешней конъюнктуры;

- скорость изменений. Инновации, рынок, законодательство претерпевают быстрые изменения, требуя от управления оперативной реакции и предиктивного планирования [4];

- оптимизация ресурсов. ИТ позволяют автоматизировать многие рутинные процессы, что упрощает управление и оптимизирует использование управленческого ресурса;

- требования клиентов. Потребители в современном мире ожидают оперативной реакции на свои запросы, высокого качества обслуживания, персонализированный подход, что может достигаться использованием систем управления взаимоотношения с клиентами (CRM).

Информационные технологии помогают решать широкий круг задач управления:

1. Стратегическое планирование с использованием систем бизнес-аналитики (BI) и систем искусственного интеллекта (ИИ, AI - англ.), которые помогают, благодаря своим функциям быстрого обширного анализа больших объемов данных, моделировать различные сценарии и находить выгодные стратегии [4].

2. Организация. Специализированные программные комплексы позволяют автоматизировать рабочие места, повышать эффективность коммуникаций внутри и вне компании, планировать задачи, распределять ресурсы, контролировать прогресс и сроки выполнения проектов.

3. Контроль. BI-системы, системы финансового учета, ERP-системы, системы управления качеством позволяют отслеживать различные показатели для контроля всех процессов и их выходных результатов.

Особенно остро с проблемами внедрения ИТ в структуру управления сталкиваются МСП, которые выражаются в следующих вызовах: ограниченные ресурсы, недостаток экспертизы, сопротивление изменениям в коллективе, отсутствие стратегии и лидера трансформации

С другой стороны – МСП имеют еще и свои положительные возможности и особенности:

- гибкость, выражающаяся в более быстром принятии решений о внедрении новых технологий, нежели крупные компании;

- фокус на нишевых преимуществах, позволяющий фокусироваться на отдельных проблемах цифровизации собственной деятельности, специфичных по отношению к их конкретному виду деятельности, не распыляя фокус на разные инструменты

Для МСП критически важно выбирать ИТ решения, которые будут

легко масштабируемы и при этом не будут требовать непомерных ресурсов на свою поддержку.

Результатом же внедрения информационных технологий в процессы управления компанией могут стать положительные результаты финансовой деятельности:

1. Снижение затрат благодаря автоматизации и оптимизации процессов и ресурсов.

2. Рост доходов через улучшение клиентского опыта, расширение рынка за счет новых инструментов продвижения.

3. Повышение производительности за счет замещения многих рутинных задач исполнителей, ускорения доступа к наглядной информации и аналитике, повышения эффективности командной работы.

В заключение можно сказать, что информационные технологии являются мощным рычагом для повышения эффективности управления компаниями. Трансформационные процессы, связанные с ИТ, способны обеспечить компании устойчивое конкурентное положение на рынке и соответствие потребительским ожиданиям [5]. Кроме того, цифровая трансформация оказывает комплексное влияние на финансовые результаты компаний, имея непосредственную связь с изменениями в бизнес-процессах, в том числе процессах управления, что, при удачном проведении изменений, содействует положительной динамике в экономических показателях компании в долгосрочной перспективе.

### Литература

1. Штефан А.И., Вылгина Ю.В. Исследование финансовых особенностей цифровой трансформации бизнеса. АСПРЭК-2024. ИГЭУ имени В.И. Ленина, Иваново, 2024. С. 178-181.

2. Вылгина Ю.В., Семаков М.Ю. Суть и перспективы реализации цифровых инноваций в деятельности малых организаций. Информация и инновации. 2024;19(1):48-63. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-1-48-63>

3. Gartner. «Big Data' definition». (Обзор Forbes). <https://www.forbes.com/sites/gartnergroup/2013/03/27/gartners-big-data-definition-consists-of-three-parts-not-to-be-confused-with-three-vs/>

4. McKinsey Digital. Technology Trends Outlook 2024. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech>

5. Воеводина Е.И., Наумов Д.В., Колесов Р.В., Полозова П.С., Сироткин С.А. Влияние цифровой трансформации на финансовые показатели компании - Фундаментальные исследования, 2024, № 12, с.17-21.

УДК 658.5

К.А. МАРТЫНОВ, аспирант

ООО Компания «Объединенная Энергия», 111672, г. Москва,  
ул. Салтыковская, д.33 к.1, пом. 1  
ОЧУВО «Московский инновационный университет»,  
119017 г. Москва, ул. малая Ордынка, д.7  
E-mail: Kostya270599@yandex.ru

### **Организационная подготовка производства мехатронных систем для горных машин в научно-производственном предприятии**

*Аннотация.* В работе исследуются вопросы организационной подготовки производства в условиях научно-производственного предприятия горнодобывающей отрасли, занимающийся разработкой и изготовлением мехатронных систем.

*Ключевые слова:* научно-производственная предприятие, мехатронные системы, организационные преобразования, качество, горные машины

K.A.MARTYNOV, Graduate student

Joint Power CO., Ltd, 111672, Moscow, Saltykovskaya st., 33 k.1, pr. 1  
Educational private institution of higher education «Moscow Innovation University»  
119017 Moscow, Malaya Ordynka st.,7  
E-mail: Kostya270599@yandex.ru

### **Organizational preparation of production of mechatronic systems for mining machines in a scientific and production enterprise**

*Abstract.* The study investigates the issues of organizational preparation for production within a scientific and production enterprise in the mining industry engaged in the development and manufacturing of mechatronic systems.

*Key words:* Scientific and production enterprise, mechatronic systems, organizational transformations, quality, mining machines, GOST.

В условиях современной экономической среды и все более ускоряющегося научного прогресса, возрастает роль научно-производственных предприятий (НПП), которые характеризуются сочетанием научных исследований и мероприятий, связанных с выпуском продукции.

Мехатронные системы широко применяются в горнодобывающей промышленности, выполняют ключевые функции в сложных эксплуатационных условиях. Производство и реализация таких систем, особенно в контексте научно-производственных организаций, сопровождается сложностями при производстве наукоемкой мелкосерийной или

единичной продукции [1]. Основной задачей становится обеспечение качества и надежности такой продукции [1, 2].

Традиционные стандарты, ориентированы в первую очередь на серийное и массовое производство. Такие методы организации производства в контексте НПП представляются недостаточными. В условиях выпуска уникальной – единичной или мелкосерийной сложной продукции, необходимо провести адаптацию существующих стандартов и методов под требования конкретного производства.

Для систематизации организационной подготовки работы такой организации затронем некоторые ее компоненты, играющие ведущую роль во всем процессе: 1) управленческие подходы, 2) интеграция разработки и производственных процессов, 3) контроль качества, 4) поощрение инноваций.

Обращая внимание на классические подходы к управлению и разделению функций в отделах предприятия, стоит понимать, что они зачастую не учитывают специфику работы НПП. В связи с этим важно сфокусировать акцент на двух составляющих – менеджменте знаний и формировании устойчивого коллектива.

Менеджмент знаний регламентируется ГОСТ Р 57133-2016 и несет в себе задачи постоянного обучения и повышения квалификации сотрудников, которые становятся ключевыми факторами адаптации и гибкости к постоянно изменяющимся требованиям и условиям производственных процессов; создает потребность в организации учебной среды и системы обмена опытом между подразделениями компании, а также введению централизованных систем хранения и сбора информации.

Для поддержания эффективной и высокопроизводительной работы НПП в условиях постоянно меняющейся номенклатуры сложной и наукоемкой продукции, руководству такого предприятия следует обеспечить минимально возможную текучку кадров. Обучение сотрудников со специфическими задачами и высокими требованиями к квалификации затратный и долгосрочный процесс. Кроме того, ощущается нехватка высококвалифицированных кадров технических специальностей [3]. Должны применяться системные подходы, способствующие удержанию сотрудников на рабочих местах.

Вторым не менее важным пунктом является совмещение процессов разработки и производства изделий. Он включает в себя создание кросс-функциональных команд ответственных за конкретный проект, состоящий из сотрудников разных подразделений, а также адаптацию технологической подготовки.

Для реализации проектов нужно создать условия, при которых произойдет укрепление взаимодействия между отделами разработки и производственными коллективами, это может быть реализовано через создание смешанных групп сотрудников, занимающихся непосредственно как выпуском продукции, так и отделами проектирования, конструирования, научными работниками. Данные мероприятия позволят

быстро устранять возникшие проблемы при производстве, увеличить скорость принятия решений и ввод новых изделий в эксплуатацию.

Также необходимо индивидуально выстроить адаптацию технологической подготовки для каждого НПП, учитывая его возможности и ресурсную базу. Это должно включать в себя возможность скорейшей переналадки производственных процессов под специфические требования заказчика. Из общепринятой системы технологической документации, должны быть использованы те, которые содержат необходимое количество информации и быть гибкими к изменениям. Ввод технологических инструкций (ТИ) становится более целесообразным в условиях такой работы, нежели другие технологические документы, содержащиеся в ГОСТ Р 3.001-2023.

Третий пункт представляет собой разработку и внедрение системы качества на каждом из этапов производственного процесса, которая позволит повысить надежность продукции, уменьшить количество рекламаций. Она содержит в себе регулярные проверки, использование диагностических устройств и контроль за исполнителями. Тем самым требуется создание группы опытных и неангажированных сотрудников для каждого подразделения, которые будут ответственными за качество выполняемых работ.

Заключительным пунктом будут меры по стимулированию руководством научных разработок, поддержки участия сотрудников в исследованиях, направленных на инновационное преобразование; повышения их квалификации и специализации; финансирование создания инновационных решений, которые позволят усовершенствовать как производственные, так и организационные аспекты.

### Литература

1. Малафеев С.И., Серебренников Н.А. Создание электрооборудования и систем управления для экскаваторов на основе мехатронной технологии // Горное оборудование и электромеханика. 2007. № 12. С. 29 –34.
2. Малафеев С.И. Надежность электроснабжения. – М.; СПб.; Краснодар: Издательский центр «Лань», 2017. 368 с.
3. The Boston Consulting Group. Россия 2025: от кадров к талантам. URL: <http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills> (дата обращения 27.03.2025).

## СЕКЦИЯ 16.

### ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

УДК 37.018.26

Н.Л. БАБИКОВА, к. техн. н., доцент

Уфимский университет науки и технологий,  
450093, г. Уфа, Заки Валиди, 34  
E-mail: nat.16.01@mail.ru

#### **Роль родительских онлайн-собраний в создании мотивации и уверенности абитуриентов**

*Аннотация.* В статье показана значимость профориентационной работы с абитуриентами и их родителями в условиях современного образования. Подчеркивается, что активное участие родителей в выборе профессии детей способствует повышению их мотивации и уверенности в себе. Обсуждаются трудности выбора профессии. Описываются преимущества использования онлайн-платформы, МТС Линк, для проведения родительских собраний, что позволяет улучшить коммуникацию и доступность информации.

*Ключевые слова:* профориентация, родительское онлайн-собрание, профессиональное самоопределение, абитуриент.

N.L. BABIKOVA, Ph.D., Associate Professor

Ufa University of Science and Technology,  
450093, Ufa, Zaki Validi, 34,  
E-mail: nat.16.01@mail.ru

#### **The Role of Online Parents' Meetings in Creating Motivation and Confidence of University Entrants**

*Abstract.* The paper considers the significance of vocational guidance work with applicants and their parents in the conditions of modern education. It is emphasized that the active participation of parents in the choice of their children's profession helps to increase the motivation and self-confidence of adolescents. The difficulties of choosing a profession are discussed. The advantages of using the online platform, MTS Link, for holding parent-teacher meetings, which allows to improve communication and accessibility of information, are described.

*Key words:* career guidance, online parental meeting, professional self-determination, university entrant

Известно, что родители играют большую роль в формировании профессиональных интересов своих детей [1–3]. Когда абитуриенты видят, что их родители активно интересуются их будущим, это повышает их мотивацию и уверенность в себе. Открытое обсуждение страхов и

ожиданий способствует снижению тревожности и формированию положительного отношения к процессу поступления в образовательное учреждение.

В возрасте 15–17 лет готовность к профессиональному самоопределению недостаточно сформирована. Среди множества направлений и специальностей подростку нелегко сделать свой выбор, поэтому одни испытывают стресс при принятии решения о выборе профессии, другие – не проявляют достаточного интереса. Это происходит и потому, что школьник боится брать на себя ответственность за собственное поведение, кроме того, он еще не научился принимать решения, совпадающие с его интересами и целями. И именно в этот период детям нужно помогать, чтобы они не стали сожалеть о своем выборе в будущем.

Наиболее эффективной поддержкой в данной ситуации следует считать участие родителей, т.к. воспитательные воздействия, осуществляемые родителями, особенности их поведения играют значимую роль в самоопределении [4].

Однако не только абитуриенты нуждаются в поддержке – родители также часто сталкиваются с трудностями в понимании образовательной системы и профессий, которые могут быть интересны их детям. В условиях быстро меняющейся картины мира, многие родители не всегда обладают актуальной информацией о современных тенденциях в образовании и на рынке труда. Эффективную помощь обучающимся и их родителям при выборе профессии могут оказать психологи, специалисты по профориентации, которые оказывают психологическую и информационную поддержку, проводят анкетирование среди родителей, привлекают их к профориентационной работе, к участию в форумах [1].

Преподаватели и сотрудники вузов также готовы оказывать профориентационную поддержку родителям обучающихся, которая ведет к повышению их компетентности и делает полноправными участниками образовательного процесса [6].

Стремительное развитие компьютерных технологий позволяет намного быстрее обмениваться информацией, помогает избежать такой проблемы, как занятость родителей и преподавателей. Взаимодействие может происходить посредством мессенджеров, социальных сетей, онлайн-платформ, электронной почты или сайта образовательной организации. Все ранее применяемые традиционные формы (родительские собрания, индивидуальные консультации, лектории и т.д.) также могут проводиться в режиме онлайн, что упрощает работу и позволяет оперативно обсудить или решить возникшую проблему [5, 7]. При этом, важно уметь организовывать родительские собрания, так чтобы иметь возможность делиться важной информацией о программах обучения, обсуждать методы и стратегии, которые эффективно поддерживают абитуриентов; понимать индивидуальные потребности учеников через общение с их родителями [8].

Проведение родительских собраний на платформе МТС Линк поз-

воляет легко подключаться к мероприятиям с любого устройства, что особенно актуально для занятых родителей, которые могут участвовать из дома или с работы. Стабильное соединение и высокое качество видео и аудио обеспечивают четкое общение и способствует продуктивным обсуждениям. Возможность записи позволяет участникам ознакомиться с обсуждениями позже, обеспечивая доступ к важной информации, а инструменты для опросов, чатов и совместного просмотра документов вовлекают родителей и помогают принимать коллективные решения. Защита данных участников также является приоритетом платформы, что особенно важно для образовательных учреждений. Использование МТС Линк способствует поддержанию контакта между всеми участниками образовательного процесса на протяжении всего мероприятия (рис. 1).

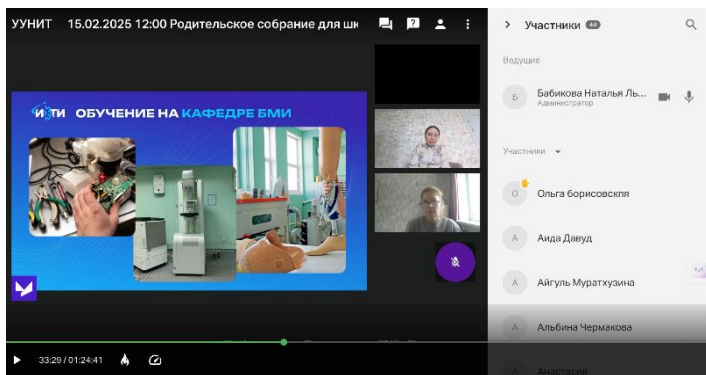


Рис.1. Запись родительского онлайн собрания в УУНИТ на платформе МТС-Линк

Родительские онлайн-собрания, проводимые вузами, могут стать важным инструментом для поддержки абитуриентов при поступлении в образовательные учреждения, так как они предоставляют родителям возможность задавать вопросы и получать информацию о программах, перспективах трудоустройства и актуальных требованиях к профессиональным навыкам. Преподаватели и сотрудники вузов могут помочь родителям осознать важность поддержки своих детей на этапе выбора и подготовки к обучению по освоению будущей профессии.

В конечном итоге создание партнерства между родителями и образовательными учреждениями, может привести к более информированному и поддерживающему окружению для абитуриентов, способствуя не только их мотивации, но и уверенности в принятии правильных решений, что является важным фактором успеха в выборе жизненного пути.

### Литература

1. Бродт, В.В. Роль родителей как один из факторов профессионального самоопределения подростка / В.В. Бродт // Теоретические и практические проблемы развития современной науки: XIII Международная научно-практическая конференция, Махачкала, 31 марта 2017 года. Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью «Апробация», 2017. С. 44–45. EDN YSZZYC.
2. Гусейнли, Ч.А. О роли родителей в выборе учащимися профессии / Ч.А. Гусейнли // Петровские образовательные чтения. Духовно-нравственные ценности молодёжи в российском обществе: Сборник научных трудов X Международной научно-практической конференции, Магнитогорск, 10–18 октября 2022 года / Под общей редакцией епископа Магнитогорского и Верхнеуральского Зосимы. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. С. 193-195. EDN XAFGND.
4. Малыгина, М.В. Роль семьи в профессиональном самоопределении школьников / М.В. Малыгина // Реализация компетентного подхода в системе профессионального образования педагога: Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Евпатория, 11–12 апреля 2024 года. Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2024. С. 219-225. EDN XWXAWO.
5. Зверева, Г.Н. Родительское собрание онлайн / Г.Н. Зверева, Н.В. Хашченко, М.Н. Шилова // Альманах мировой науки. 2020. № 7(43). С. 16-17. EDN BJDZTG.
6. Миносянц, Н.Г. Виртуальная информационная среда как современный ресурс повышения родительской компетентности / Н.Г. Миносянц // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. С. 364. EDN WXJFBJ.
7. Эффективные формы взаимодействия педагога с родителями в режиме онлайн / Л. Э. Хафизова // Трансформация образования в цифровом обществе: Сборник материалов Международной научно-практической конференции в 2 ч., Челябинск, 29 марта – 05 апреля 2023 года / Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. Ч. 1. Челябинск: Общество с ограниченной ответственностью "Край Ра", 2023. С. 359-361. EDN OCFVNL.
8. Хомик, В.В. Родительское собрание и эффективные приемы для его организации / В.В. Хомик // ОБРАЗОВАНИЕ, ВОСПИТАНИЕ И ПЕДАГОГИКА: ТРАДИЦИИ, ОПЫТ, ИННОВАЦИИ: сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 августа 2023 года. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. С. 75-77. EDN QZHOAY.

УДК 378

К.П. БЕРНЕТТЕ II, профессор

Santa Ana College  
1530 W 17th St, Santa Ana, CA 92706  
E-mail: kenburnette@gmail.com

### **Кросс-культурные различия адаптации к учебной деятельности иностранных студентов**

**Аннотация.** В статье рассматривается международная мобильность студентов как важная черта современного высшего образования. Анализируется процесс кросс-культурной адаптации иностранных студентов в США, России и Китае, опираясь на теории аккультурации Берри, адаптации Уорда и Кеннеди, и

коммуникативную теорию Кима. Выделяются психологические, социокультурные и академические аспекты адаптации, а также институциональные практики, способствующие успешной интеграции.

**Ключевые слова:** иностранные студенты, межкультурная адаптация, психологическая адаптация, социокультурная адаптация, академическая адаптация, институциональные интервенции.

Kenneth Paul BURNETTE II, Professor

Santa Ana College  
1530 W 17th St, Santa Ana, CA 92706  
E-mail: kenpburnette@gmail.com

### **Cross-Cultural Differences in Adaptation to Academic Activities of International Students**

**Abstract.** The article examines international student mobility as an important feature of modern higher education. It analyzes the process of cross-cultural adaptation of international students in the USA, Russia, and China, based on Berry's acculturation theory, Ward and Kennedy's adaptation model, and Kim's communication theory. It highlights the psychological, sociocultural, and academic aspects of adaptation, as well as institutional practices that promote successful integration.

**Key words:** International students, cross-cultural adaptation, psychological adaptation, sociocultural adaptation, academic adaptation, institutional interventions

Обучение за границей повышает конкурентное преимущество на рынке труда для отдельных студентов и стимулирует международное культурное и экономическое сотрудничество. По данным Project Atlas (2022), такие страны как США, Россия и Китай входят в десятку наиболее популярных направлений для иностранных студентов. Усиливающийся поток международных студентов подчеркивает важность понимания процессов адаптации к различным культурным и академическим контекстам. Теоретической основой для данного исследования являются теория аккультурации Д. Берри; Модель адаптации К. Уорда и А. Кеннеди; Коммуникативная теория Ю. Кима. Коммуникативно-интегративная теория Кима (2001) предполагает, что межкультурная трансформация возникает из повторяющегося диссонанса, приводящего к постепенному личностному росту [1]. Дж. Берри (1997) приводит четыре стратегии аккультурации – интеграцию, ассимиляцию, сепарацию и маргинализацию [2]. Уорд и Кеннеди (1999) различают психологическую адаптацию и социокультурную адаптацию [3].

Можно выделить три ключевых типа адаптации: психологическая, социокультурная и академическая.

**Психологическая адаптация** включает в себя эмоциональное благополучие, изменение идентичности и регулирование стресса, возникающего из-за культурных различий. Исследование китайских студентов в университетах США показало, что примерно у 70 % наблюдается по-

вышенный уровень тревожности в первый семестр [4]. Языковые трудности, недостаток эмоциональных связей и академическое давление усугубляют психологический стресс. Переезд в другую культурную среду инициирует кризис идентичности, особенно у студентов из коллективистских обществ, таких как Китай, где идентичность укоренена в отношениях.

*Социокультурная адаптация* включает в себя получение навыков релевантных в конкретной культуре, языковых навыков и понимание местных социальных норм. По данным Раджапакса и Дандес (2003), частота контактов с местными жителями является сильным предиктором удовлетворенности и успешной адаптации [5]. Данные из китайских университетов показывают, что студенты, присоединяющиеся к местным клубам, демонстрируют более крепкую социокультурную адаптацию [6].

Владение языком принимающей страны считается самым важным фактором социальной интеграции [6]. Согласно исследованию среди иностранных студентов в России, языковой барьер представляется главной трудностью для студентов, изучающих все дисциплины, но в особенности гуманитарные [7]. Большую роль в адаптации также играет *культурная дистанция*. Так, студенты из культурно отдаленных регионов испытывают более выраженный социокультурный стресс в Китае, чем студенты из культурно близких азиатских стран [8].

*Академическая адаптация* относится к тому, как студенты ориентируются в различных педагогических моделях, системах оценивания и нормах поведения в аудитории. Учебные заведения США часто делают акцент на интерактивном обучении, что может быть непривычно для студентов из стран с более лекционно-ориентированными традициями [4]. Аналогично, российские университеты могут представлять трудности из-за строгих теоретических учебных программ, в то время как китайские университеты иногда воспринимаются как высококонкурентные и ориентированные на экзамены [5, 9].

Следующие институциональные практики могут ускорить межкультурную адаптацию:

- *Подготовка перед отъездом.* Ориентационные сессии перед прибытием предлагают реалистичные ожидания, языковые вводные курсы и стратегии преодоления трудностей, которые снижают первоначальный культурный шок [4, 5].

- *Наставничество на кампусе.* Программы наставничества сверстников создают платформы для межкультурного обмена, помогая студентам устанавливать связи с представителями принимающей страны [7].

- *Подготовка преподавателей.* Исследования показывают, что тренинги по культурной чувствительности среди профессоров могут значительно повысить инклюзивность и способствовать созданию благоприятной среды [10].

• *Сравнительные подходы.* Учебные заведения США часто развертывают комплексные международные офисы, в то время как российские университеты все чаще внедряют краткосрочные языковые интенсивные курсы. Китайские же учебные заведения привлекают местных студентов-послов для сопровождения иностранных студентов [5, 7, 9].

Сравнительные наблюдения показывают: несмотря на то, что университеты США часто преуспевают в создании надежных структур поддержки студентов, в российских и китайских вузах есть свои преимущества в работе с иностранными студентами. Иностранные студенты в России значительно выигрывают от целевых языковых программ, а студенты в Китае получают пользу от общественных мероприятий, способствующих более широкой внутригрупповой сплоченности.

### Литература

1. Ким, Ю.Ю. Становление межкультурным: интегративная теория коммуникации и межкультурной адаптации / Ю.Ю. Ким. Thousand Oaks: Sage Publications, 2001. 448 с.
2. Берри, Дж.В. Иммиграция, аккультурация и адаптация / Дж.В. Берри // *Applied Psychology: An International Review*, 1997. Т. 46, № 1. С. 5-68.
3. Уорд, К. Измерение социокультурной адаптации / К. Уорд, А. Кеннеди // *International Journal of Intercultural Relations*, 1999. Т. 23, № 4. С. 629–643.
4. Ли, Дж. Межкультурный управленческий взгляд на адаптацию иностранных студентов в китайских университетах / Дж. Ли // *Frontiers in Education*, 2022. Т. 7. С. 539950.
5. Сравнение готовности иностранных студентов к обучению в российских университетах // *E3S Web of Conferences*, 2023. Т. 402. С. 05019.
6. Малай, А. Прогнозирование адаптации иностранных студентов: роль культурного интеллекта / А. Малай, [и др.] // *European Journal of International Education*, 2023. Т. 2, № 1. С. 27–41.
7. Раджапакса, С. Долгий путь домой: адаптация иностранных студентов к жизни в Соединенных Штатах / С. Раджапакса, Л. Дандес // *College Student Retention*, 2003. Т. 5, № 1. С. 15–34.
8. Ли, М. Трансграничные потоки студентов для получения высшего образования: факторы притяжения и отталкивания и мотивации / М. Ли, М. Брей // *Higher Education*, 2007. Т. 53. С. 589–608.
9. Ли, Дж. Межкультурный управленческий взгляд на адаптацию иностранных студентов в китайских университетах / Дж. Ли // *Frontiers in Education*, 2022. Т. 7. С. 539950.
10. Шу, Ф. Улучшение психологического благополучия посредством культурной инклюзивности в классе / Ф. Шу, [и др.] // *Frontiers in Psychology*, 2020. Т. 11. С. 568557.

УДК 323.28

М.В. БУТЫРИНА, к. филос. н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
*E-mail: butyrina\_marina18@mail.ru*

**Конкретизация понятийного аппарата в процессе  
преподавания дисциплины  
«Противодействие распространению идеологии  
терроризма и экстремизма»**

*Аннотация.* Рассматриваются базовые понятия для учебной дисциплины «Противодействие распространению идеологии терроризма и экстремизма» – «террор», «терроризм», «экстремизм».

*Ключевые слова:* террор, терроризм, террористический акт, экстремизм.

M.V. BUTYRINA, PhD, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya, 34  
*E-mail: butyrina\_marina18@mail.ru*

**Specification of the Conceptual Framework in the Process  
of Teaching the Discipline «Countering the Spread  
of Terrorist and Extremist Ideology»**

*Annotation.* The basic concepts for the academic discipline "Countering the spread of the ideology of terrorism and extremism" are considered – «terror», «terrorism», «extremism».

*Keywords:* terror, terrorism, terrorist act, extremism.

Терроризм – глобальная проблема современности, противодействие терроризму – одна из основных задач обеспечения национальной безопасности любого государства. В силу своих возрастных и психологических особенностей, наибольшему влиянию радикальных и экстремистских взглядов подвержена молодежь. Этими факторами, в первую очередь, и обусловлена необходимость преподавания дисциплины «Противодействие распространению идеологии терроризма и экстремизма».

Разъяснение сущности терроризма и экстремизма, общественной и индивидуальной опасности этих явлений, формирование неприятия идеологии терроризма и экстремизма на мировоззренческом уровне, умения критически оценивать ситуации, влекущие за собой юридическую ответственность, ознакомление с государственными программами по профилактике терроризма и экстремизма – важнейшие задачи дан-

ной учебной дисциплины. Для реализации этих задач в первую очередь необходимо разработать четкий понятийный аппарат.

Начав преподавание этой дисциплины, мы столкнулись со следующими проблемами научного и методологического характера. В научном сообществе отсутствуют общепринятые дефиниции таких базовых для данного курса явлений, как террор, терроризм, экстремизм. Можно сказать, что процесс разработки категориального аппарата находится на начальной стадии. Итак, на сегодняшний день имеется большое количество определений террора, терроризма, экстремизма. Их анализ показывает существующие расхождения в мнениях по поводу сущности этих явлений и их содержания. Данную ситуацию можно объяснить следующими основными обстоятельствами:

- перечисленные явления – сложные, многоуровневые и неоднозначные, что объективно вызывает трудности их смыслового обозначения;
- политизированный характер этих понятий способствует появлению разных интерпретаций в зависимости от политической конъюнктуры;
- террористическая практика находится в постоянном развитии, что дополняет содержание данных понятий новыми знаниями.

Выводы, к которым мы пришли в результате обобщения, имеющихся подходов к исследованию понятий, а также собственного опыта преподавания:

1. Нельзя отождествлять понятия «террор» и «терроризм». Соотношение этих понятий представлено в таблице.
2. Террор – это преднамеренное использование физического и психического насилия или угроза его применения со стороны государства или негосударственных структур по отношению к большим группам населения для достижения политических целей. Он имеет национальный характер.
3. Понятия «терроризм» и «экстремизм» необходимо рассматривать и как действие, и как идеологию.
4. Терроризм – это незаконное, преднамеренное насилие или угроза его применения со стороны негосударственных игроков против гражданского населения ради достижения политических целей путем оказания давления на государство и общество. Это явление наднациональное.

Идеология терроризма направлена на оправдание насилия, ее основой могут выступать национализм, религиозный фундаментализм, сепаратизм и т.п.

5. Террористический акт – это преступление, связанное с терроризмом, это форма реализации терроризма. Критерии террористического акта: политическая цель; гражданское население и объекты как основная мишень террористического насилия или угрозы такого насилия (данный критерий носит условный, а не абсолютный характер); асимметричная природа терроризма.

## 5. Понятие «экстремизм» шире понятия «терроризм».

Экстремизм – это идеологические взгляды, оправдывающие допустимость использования крайних, насильственных мер во имя достижения политических целей.

Экстремизм – это деятельность, направленная на подрыв политического строя, угрозу общественной и личной безопасности, разжигание межнациональной или религиозной розни.

Таблица. Соотношение понятий террор и терроризм

| Критерии                                                                           | Террор                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Терроризм                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общие                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| • Цели                                                                             | Политические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| • Методы                                                                           | Насильственные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| • Объекты                                                                          | Гражданское население и объекты гражданского назначения                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Особенные                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| • Масштабы применения                                                              | Массовый, тотальный характер                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Точечные формы насилия: с помощью террористических актов                                                                                                                                                                                                                                                   |
| • Сфера применения<br>1) внутригосударственный уровень<br>2) международный уровень | 1) Государственный, антигосударственный/оппозиционный, террор со стороны организованного сообщества (партии, криминалитета и др.)<br>Субъекты террора – государственные органы, другие организации внутри государства<br>2) Одна страна/группа стран против другого суверенного государства<br>Субъекты террора – государства/группы государств | 1) Оппозиционный (осуществляется антирежимными группировками)<br>2) Государственный (прямое или косвенное участие государств в совершении террористических актов на территориях других государств) и международный (участие террористических организаций, действующих на территориях различных государств) |
| • Уровень легитимности                                                             | Законный, если включен в легальную систему управления (закреплен законодательно)<br>Международное право считает преступным                                                                                                                                                                                                                      | Незаконный (преступный)                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| • Время/динамика                                                                   | Длящееся во времени (постоянное давление на объект, с относительно плавными усилениями или ослаблениями режима)                                                                                                                                                                                                                                 | Ограничен во времени (эффект неожиданных атак, уход «в тень» между ними)                                                                                                                                                                                                                                   |

Опираясь на четко разработанный понятийный аппарат, преподаватель не только способен сформировать основу для понимания и изуче-

ния предмета в целом, но и оказывать влияние на политическую культуру молодежи, ее активную гражданско-правовую позицию в отношении таких общественно опасных явлений, как терроризм и экстремизм.

### Литература

1. Абисова, К.С. К вопросу о разграничении понятий «террор», «терроризм», «террористическая деятельность» // Вестник КРУ МВД России, 2002. № 4 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-razgranichenii-ponyatiy-terror-terrorizm-terroristicheskaya-deyatelnost> (дата обращения: 1.04.2025).
2. Кузина, С.И. Террор и терроризм: общее и особенное // Философия права, 2010. № 4. С. 36–40.
3. Милаева, М.Ю. Террористический акт как угроза общественной безопасности: спорные вопросы и их решения // E-Scio, 2021. № 11 (62). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/terroristicheskij-akt-kak-ugroza-obschestvennoy-bezopasnosti-spornye-voprosy-i-ih-resheniya> (дата обращения: 1.04.2025).
4. Печатнова, Ю.В., Стародубцева М.А., Пинчук А.П. К вопросу о понятии экстремизма // Юрислингвистика, 2023. № 28 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-ponyatii-ekstremizma-1> (дата обращения: 1.04.2025).
5. Степанова, Е.А. Терроризм: проблемы определения и функционально-идеологическая типология // Мировая экономика и международные отношения, 2010. № 7. С. 23–32.

УДК 621.039:94(47+57)

Т.Б. КОТЛОВА, д. ист. н., проректор МП ИГЭУ  
Г.А. БУДНИК д. ист. н., профессор,  
Т.В. КОРОЛЕВА, к. ист. н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфakovская, 34  
E-mail: [budnik@ifip.ispu.ru](mailto:budnik@ifip.ispu.ru)

## Мирный атом. Первые шаги

**Аннотация.** Статья содержит анализ документов, связанных с организацией руководством СССР работ по реализации «атомного проекта», который приобрел особое значение после испытания США атомной бомбы в 1945 г. Исследования, касающиеся применения ядерной энергии в мирных целях, осуществлялись учеными параллельно с решением военных задач.

**Ключевые слова:** «атомный проект», мирный атом, атомная электростанция

T.B. KOTLOVA, Doctor of Historical Sciences, Vice Rector for Youth Policy  
G.A. BUDNIK, Doctor of Historical Sciences, Professor  
T.V. KOROLEVA, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya str., 34  
E-mail: [budnik@ifip.ispu.ru](mailto:budnik@ifip.ispu.ru)

## A Peaceful Atom. The First Steps

*Abstract.* The article contains an analysis of documents related to the organization by the USSR leadership of work on the implementation of the "atomic project", which acquired special significance after the US atomic bomb test in 1945. Research on the use of nuclear energy for peaceful purposes was carried out by scientists in parallel with solving military tasks.

*Key words:* «atomic project», peaceful atom, nuclear power plant.

*«Мирный атом – вот наша цель,  
бомбы – только вынужденная необходимость!»  
И.В. Курчатова*

80-летие создания атомной промышленности, а также современная геополитическая ситуация в мире заставляет исследователей вновь обратиться к документам и проанализировать факты из истории «атомного проекта».

9 августа 1949 года на полигоне под Семипалатинском успешно прошли первые испытания отечественного ядерного оружия (РДС-1). Это был итог огромной работы, проделанной выдающимися советскими учеными. «Она у нас есть! Мы сумели ее сделать!», – это фраза из воспоминаний участника событий, которая передает чувства людей, которые в течение нескольких лет упорно трудились над решением задачи создания ядерного паритета с США на фоне послевоенного противостояния (1, с. 23.). Имена ученых, совершивших научно-технологический прорыв – Игоря Курчатова, Юлия Харитона, Якова Зельдовича и многих других станут широко известны лишь через несколько десятилетий, а в 40-е годы XX века все материалы по разработке ядерной тематики были строжайше засекречены. Грифы «секретно» и «совершенно секретно» были сняты с документов лишь в конце 80-х – начале 90-х годов, что позволило исследователям восстановить картину тех страниц истории.

Специальный комитет при Государственном Комитете Обороны (ГКО) СССР был создан 20 августа 1945 года, ровно через две недели после первой в истории человечества атомной бомбардировки японской Хиросимы, осуществленной США. «Стратегические бомбардировки Японии, включая их апофеоз – атомные удары по Хиросиме и Нагасаки, – стали ... признаком того, что американская геополитическая стратегия вышла на принципиально новый уровень, на котором жизни десятков и сотен тысяч людей могут быть принесены в жертву интересам Вашингтона», - отмечают исследователи [2, с. 367]. Естественно, требовался незамедлительный адекватный ответ со стороны руководства СССР. Постановление о создании Специального комитета подписал И.В. Сталин, руководителем работ «по урану» был назначен Л.П. Берия. В постановлении были сформулированы задачи секретной структуры, в частности, комитет создавался «для непосредственного руководства научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими организациями и промышлен-

ными предприятиями по использованию внутриатомной энергии урана и производству атомных бомб» [3. с.119]. Именно эта дата и стала точкой отсчета в истории атомной промышленности.

До 1917 года русские физики не проводили серьезных исследований в области радиоактивности. В 1918 году, несмотря на бедствия Гражданской войны, в Петрограде был создан Физико-технический институт, который возглавил А.Ф. Иоффе, ему же принадлежит заслуга проведения семинаров, слушателями которых были в разное время А.П. Александров, А.И. Алиханов, Л.А. Арцимович, И.К. Кикоин, И.К. Курчатов, Ю.Б. Харитон, А.И. Лейпунский – блестящая плеяда физиков, которые и определили успех «атомного проекта» в СССР. 1920-е – начало 1930-х годов были ознаменованы, как в западных странах, так и в Советском Союзе значительными открытиями в области строения атома, что позволяет условно считать 1932 год датой рождения ядерной физики.

Начавшаяся в 1939 году Вторая мировая война и необходимость перевооружения Красной армии замедлили работы по этому направлению, но с 1942 года исследовательские работы по ядерной тематике возобновились. «28 сентября 1942 года было подписано распоряжение ГКО «Об организации работ по урану». Оно дало старт созданию научной базы атомного проекта. Работы велись в Лаборатории № 2, ныне всемирно известном Курчатовском институте» [4]. Целями этих работ было доказательство практической возможности создания в СССР бомбы или «горения топлива». Вторая цель – промышленное использование атомной энергии. При этом первостепенное значение в годы войны, естественно, отводилось созданию атомной бомбы.

Организация секретного Специального комитета при ГКО «по урану» не остановила разработки, связанные с мирным использованием ядерной энергии. Президент Академии наук СССР С.И. Вавилов подготовил в апреле 1946 года записку, в которой сформулировал ряд предложений о комплексном развитии исследований: «...проблема использования энергии ядерных реакций не должна изучаться изолированно – для этих работ должны быть привлечены многие разделы естествознания и техники. Необходимо в 1946 году дополнительно привлечь к исследованиям по этой проблеме 15 институтов Академии Наук, работающих в области математики, астрономии, физиологии, механики и т.д. ... Необходимо также начать широкое исследование в области биологии, медицины и сельского хозяйства» [5, Л. 224].

На практические рельсы активизация мирных атомных проектов перешла после обсуждения проблемы на заседании Научно-Технического совета Первого Главного управления при Совете Министров СССР 24 марта 1947 года<sup>1</sup>. Члены Совета М.Г. Первухин, И.В. Курчатов, Н.Н. Семе-

<sup>1</sup> Первое Главное управления при Совете Министров СССР подчинялось Специальному комитету при ГКО. Начальником Первого главного управления при СНК СССР и заместителем председателя Специального комитета при ГКО был назначен Б.Л. Ванников, а

нов, И.К. Кикоин, А.П. Завенягин, В.А. Малышев заслушали сообщение своего коллеги, тоже члена Совета Б.С. Позднякова «Об использовании тепла ядерных реакций в энергосиловых установках». В сообщении содержался обзор информации из иностранных журналов, в которых освещался почти полный спектр теоретических и прикладных научных проблем, решаемых зарубежными исследователями и инженерами.

Интерес представляла информация о начале строительства в американском городке Ок-Ридже, созданном в рамках Манхэттенского проекта, «электросиловой установки», которая должна была начать работу в 1948 году<sup>2</sup>. Был обобщен материал из западных источников об использовании ядерной реакции в качестве источника тепла для «...энергосиловых установок применительно к самолетам, кораблям, электростанциям и локомотивам». Приводились расчеты американских источников, что ядерная энергия на электростанциях будет дороже угольной в полтора раза, указывались основные схемы переработки и получения активного вещества [6, Лл.11–12].

После обсуждения членами Научно-Технического совета было принято решение, что следует приступить к «научно-исследовательским и подготовительным проектным работам по использованию энергии ядерной реакции для энергосиловых установок, имея ввиду заблаговременно подготовить развитие работ в этом направлении» [6, Лл. 1–2]. Предполагалось привлечение к этим работам целого ряда министерств – авиационной промышленности, транспортного машиностроения, тяжелого машиностроения, электростанций – «...с выделением в организациях этих министерств ведущих проектно-конструкторских групп» [6, Л. 2]. Общее научное руководство и консультации по этим проектам поручались И.В. Курчатову, А.И. Алиханову и Н.Н. Семенову. Перед ними стояла уникальная задача разработки «координирующих технических заданий по энергосиловым установкам» [7, Л. 3].

Результатом подготовительных работ стало решение о строительстве опытно-энергетической установки мощностью до 5 МВт на валу паровой турбины в городе Обнинске, принятое Советским правительством в 1950 году [8, с. 2–3]. Здесь «была впервые в СССР решена задача преобразования атомной энергии в электрическую. В девятую годовщину Победы, под вечер 9 мая 1954 года, на Обнинской АЭС была осуществлена первая цепная реакция, и, – вспоминал физик, научный руководитель строительства Обнинской АЭС Д.И. Блохинцев, – где-то около здания ТЭЦ, куда подавался пар от генератора, мы увидели струю, со звонким шипением вырывающуюся из клапана. Белое облачко обыкновенного пара, и к тому же еще недостаточно горя-

---

М.Г. Первухин, А.П. Завенягин и И.В. Курчатов были назначены его заместителями. Совет, который состоял из руководителей промышленности и ученых, принимал решения по наиболее важным научным и техническим вопросам.

<sup>2</sup> 3 сентября 1948 года на графитовом реакторе X-10 в Ок-Ридже, штат Теннесси, США, была впервые произведена электроэнергия.

чего, чтобы вращать турбину, показалось нам чудом: ведь это первый пар, полученный на атомной энергии. Его появление послужило поводом для объятий, поздравлений с «легким паром» и даже для слез радости» [9, с. 87]. А 26 июня 1954 года турбогенератор первой в мире АЭС синхронизировался с сетью Мосэнерго. Этот день по праву считается днем рождения атомной энергетики, а «Обнинск стал первым городом в истории человечества, жители которого приготавливали свой утренний завтрак на энергии распадающегося урана» [9, с. 87]. Таким образом, зарождение атомной энергетики, поиск научно-технических решений для использования энергии атома в мирных целях происходили в условиях форсированной работы по созданию атомного оружия для достижения военно-стратегического паритета с Соединенными Штатами Америки, накопившими за годы Второй мировой войны мощный экономический и военный потенциал, став лидером западного мира. Несмотря на все тяготы послевоенного восстановительного периода, советское правительство создало все условия для реализации «атомного проекта», что привело не только к сохранению биполярной мировой системы, но и позволило заложить фундамент для строительства самой мощной в мире атомной отрасли.

#### Литература

1. Горобец, Б. Она у нас есть! // Мировая энергетика, 2008. № 11–12 (59). С. 23.
2. Америка против всех. Геополитика, государственность и глобальная роль США: история и современность. М.: ООО «Содружество культур», 2023.
3. Беделъ, А.Э., Михеев, М.В. К истории советского атомного проекта: записка А.М. Маринова о проблемах реконструкции энергетических систем Урала для нужд атомного комплекса. Вопросы истории естествознания и техники, 2021. Т. 42. № 1. С. 119.
4. Лихачев, А.С. Отечественной атомной промышленности – 75 лет. // URL: <https://strana-rosatom.ru/2020/08/20/otechestvennoj-atomnoj-promyshlennost/>
5. Записка члена НТС ПГУ при СМ СССР Н.Н. Семенова на предложения Президента АН СССР С.И. Вавилова. – ЧУ «Центратомархив», 1–10–63,
6. Доклад Б.С. Позднякова «Энергосиловые установки на ядерных реакциях» – ЧУ «Центратомархив», 1-10-85, Лл. 11–12.
7. Протокол № 66 заседания Научно-Технического совета ПГУ при СМ СССР. – ЧУ «Центратомархив», 1-10-85, Лл. 1–3.
8. Корниенко, А.Г. История развития атомной энергетики в СССР и России / А.Г. Корниенко // Электрические станции, 2005. № 2. С. 2–3.
9. Смирнов, А. Начало атомного века. Калужский Обнинск и его АЭС / А. Смирнов // Родина, 2014. № 10. С. 87.

УДК 355.23: [37.016:008]

Н.В. ВЕРЕМЬЁВА, к. пед. н., доцент,  
О.А. ВЕРЕМЬЁВ, преподаватель

Военная ордена Кутузова академия войсковой противовоздушной обороны  
Вооруженных Сил Российской Федерации  
имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского,  
214027, Смоленск, ул. Котовского, д. 2  
*E-mail: weremjow@yandex.ru*

### **К проблеме развития профессионально-личностной компетентности будущих офицеров**

*Аннотация.* В статье рассматривается сущность понятия «профессионально-личностная компетентность» и особенности ее формирования у будущих офицеров. Актуальность и практическая значимость вопроса обусловлены спецификой организации военно-педагогического процесса.

*Ключевые слова:* профессионально-личностная компетентность, личностный рост, профессиональный рост.

N.V. VEREMYOVA, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor  
O.A. VEREMYOV, lecturer

Military Order of Kutuzov 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  
*E-mail: weremjow@yandex.ru*

### **Towards the problem of developing the professional and personal competence of future officers**

*Abstract.* The article examines the essence of the concept of "professional and personal competence" and the features of its formation of future officers. The relevance and practical significance of the issue are determined by the specifics of the organization of the military pedagogical process.

*Key words:* professional and personal competence, personal growth, professional growth.

В рамках высшего военного образования по подготовке будущих офицеров необходимо заложить основы для достижения военным профессионализма в своей области, развить навыки построения перспективы своего профессионального роста, сформировать ценностно-смысловое отношение к будущей трудовой деятельности. Следовательно, военное образование должно быть направлено на развитие профессионального самосознания будущих офицеров. От того, в какой мере будущий офицер способен осмысливать область своей компетенции, свои мотивы и потребности, ценности и смыслы профессиональной деятельности, зависит не только его профессиональная успешность, но и достижимость жизненных целей, продуктивность карьерного

и личностного роста. Благодаря развитому профессиональному самосознанию будущий офицер способен осознавать себя субъектом профессиональной деятельности, представителем профессии.

Развитие и формирование отдельных компонентов профессионального самосознания курсанта представляет собой развёрнутый во времени процесс самопознания, рефлексии профессионально и личностно значимых качеств, формирование образа «Я-идеальное (профессиональное)», его соотнесение с «Я-реальное», формирование на основании этого соотнесения представления о перспективах своего профессионального и личностного роста, выраженного в образе «Я-будущее (развивающийся профессионал)».

Обратимся к анализу сущности и содержания понятия «профессионально-личностная компетентность».

Г.В. Селихова пишет: «Профессиональная компетентность представляет собой интеграцию опыта, теоретических знаний, умений и навыков, личностно-значимых качеств» [14]. По мнению А.А. Деркача «профессиональная компетентность – главный когнитивный компонент подсистемы профессионализма деятельности, сфера профессионального ведения, постоянно расширяющаяся система знаний, позволяющая осуществлять профессиональную деятельность с высокой продуктивностью» [8]. Профессиональную компетентность специалиста с высшим образованием Ю.В. Варданян [4] описывает как сложную единую систему внутренних психических состояний и свойств личности специалиста: его готовности к осуществлению профессиональной деятельности путем умения и способности производить необходимые действия.

В.И. Назаров и Г.А. Засобина [13] приводят анализ содержания и сущности понятия «личностно-профессиональная компетентность», а также:

- вычленяют в компетентности особые группы компетенций, позволяющие человеку «работать со своим личным пространством»;
- подчеркивают важность использования собственных ресурсов для самосовершенствования и успешного жизнетворчества, опираясь на самосознание как «динамическую систему представлений человека о себе, осознание им своих физических, интеллектуальных и других качеств, самооценку этих качеств, субъективное восприятие влияющих на данную личность внешних факторов;
- подчеркивают значимость осознания себя на каждом из трех пространств жизнедеятельности:
  - 1) в системе своей деятельности;
  - 2) в системе общения;
  - 3) в системе собственной личности;

Ученые отмечают, что эти компетенции следует отнести «к пространству системы собственной личности».

Понятие «личностная компетентность» ученые определяют как «владение приемами личностного самовыражения и саморазвития,

средствами противостояния профессиональным деформациям личности». Далее В.И. Назаров и Г.А. Засобина вводят понятие «личностно-профессиональная компетентность» и дают ему следующее определение – «это интегративная характеристика прогрессивно развивающейся личности специалиста, стремящегося к высшим достижениям в профессии, которая проявляется в его способности и готовности к самовыражению, личностному и профессиональному самоопределению, саморазвитию в профессиональной деятельности и общении и обеспечивает высокую продуктивность этой деятельности и личностный рост».

Обратимся к анализу опыта формирования морально-психологической готовности и морально-психологической устойчивости личности военнослужащих на примере некоторых исследований.

Р.А. Терехин [15] в своем диссертационном исследовании на тему «Психологическая готовность военнослужащих к изменениям служебной ситуации в процессе военно-профессиональной социализации» изучает структуру, динамику и социально-психологические факторы психологической готовности военнослужащих к изменениям служебной ситуации на различных этапах военно-профессиональной социализации. Автор приходит к выводу, что структура психологической готовности военнослужащего к изменениям служебной ситуации обусловлена особым содержанием процесса военно-профессиональной социализации и социально-психологическими факторами; готовность к изменению служебной ситуации является важнейшим эффектом военно-профессиональной социализации, от которого зависят характеристики личности военнослужащего, регулирующие его поведение как военного специалиста, способного выполнять задачи в любых условиях обстановки. Основными социально-психологическими детерминантами, обуславливающими психологическую готовность военнослужащего к изменениям служебной ситуации, являются ценности, социально-психологические установки и ответственность.

М.Б. Бондаренко в своей работе изучает структуру психологической готовности к военной деятельности как важной и актуальной в теоретическом и практическом аспектах проблемы [3].

Автором исследована структура психологической готовности к деятельности профессиональных военных и впервые выявлено ее структурное «ядро» из устойчивых личностных характеристик; определено понятие «профессиональная готовность к военной деятельности». Также автор подробно анализирует феномен и особенности личностной профессиональной готовности, обращаясь к качествам, которые составляют основу «Я-концепции» профессионала: настойчивость, увлеченность, особенности темперамента, способность к мобилизации сил и эмоциональная устойчивость, помехоустойчивость, способность управлять своими действиями, мыслями, чувствами. Эти качества исследователь рассматривает как общий комплекс базовых личностных черт. По мнению М.Б. Бондаренко очень важны интеллектуальные

способности личности военнослужащего, связанные с прогнозом, это способности к предвидению и прогнозированию, развитые до высокого уровня саморегуляции, а также – принятию решений (смелость, креативность, своевременность, точность). Профессиональная готовность проявляется в профессиональной направленности – это система побуждений, идеалов, потребностей, ценностных ориентаций, целей, интересов, присущих данной личности.

Таким образом мы пришли к выводу, что профессионально-личностную компетентность военнослужащего следует рассматривать как интегративную характеристику личности специалиста, которая проявляется в его способности и готовности к самовыражению, личностному и профессиональному самоопределению, саморазвитию и личностному росту [5, 6]. Развитие профессионально-личностной компетентности будущих офицеров тесно связано с особенностями морально-психологической готовности и морально-психологической устойчивости личности. Критерием оценки эффективности процесса развития профессионально-личностной компетентности военнослужащего мы рассматриваем его личностный и профессиональный рост, что следует из определения самого понятия «профессионально-личностная компетентность военнослужащего».

### Литература

1. Багаева, И.Д. Профессионализм педагогической деятельности: сущность и структура // Профессионализм педагога: тех. докл. и сообщ. Между-нар. науч.-практ. конф. в 2 т. Ижевск, Изд-во Удмурт. гос. ун-та, 1992. Т. 1. С. 3–5.
2. Белых, Т.В. Динамика субъектных свойств личности в процессе обучения в вузе // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. «Акмеология образования. Психология развития», 2015. Т. 4. № 2 (14). С. 110–115.
3. Бондаренко, М.Б. Психологическая структура готовности к профессиональной деятельности (на примере военных профессий): Автореф. дис. канд. псих. наук [Электронный ресурс]. Ярославль, 2019. 24 с. Режим доступа: <http://www.rd.uniyar.ac.ru/upload/iblock/1c1/Avtoreferat-Bondarenko-M.B.pdf>.
4. Варданян, Ю.В. Строение и развитие профессиональной компетентности специалиста с высшим образованием: (на материале подготовки педагога и психолога): Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. М., 1999. 40 с.
5. Веремьева, Н.В. Особенности модели педагогического процесса, обеспечивающего личностный рост будущих специалистов // Вестник Ивановского государственного университета. Сер. Естественные, общественные науки, 2009. № 1. С. 15–18.
6. Воронова, Т.А., Веремьева, Н.В. Личностный рост как критерий эффективности качества подготовки специалистов // Вестник Ивановского государственного университета, 2007. № 2. С. 52–64.
7. Григорьева, М.В. Понятийный аппарат психологии адаптации личности // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Акмеология образования. Психология развития, 2014. Т. 3. № 3. С. 259–262.
8. Деркач, А.А. Акмеологические основы развития профессионализма. М., Изд-во Моск. психол.-социол. ин-та; Воронеж, Модек, 2004. 752 с.
9. Кашапов, М.М. Формирование творческого мышления на разных этапах

профессионализации // Психология и школа, 2008. № 1. С. 64–70.

10. Колосов, М.Б. Готовность к деятельности в психологии [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.psychology-online.net/articles/doc1408.html>.

11. Коссов, Б.Б. Личность: Теория, диагностика и развитие: учеб.-метод. пособие для высш. учеб. заведений. М., Академический проект, 2000. 240 с. (Сер. «Gaudeamus»).

12. Кузьмина, Н.В. (Головки-Гаршина) Предмет акмеологии // 2-е изд., испр. и доп. СПб., Политехника, 2002. 189 с.

13. Назаров, В.И., Засобина, Г.А. Становление личностно-профессиональной компетентности будущих специалистов в условиях заочного обучения. Иваново: Ивановский государственный университет, 2010.

14. Селихова, Г.В. Новая парадигма образования: компетентность будущего специалиста как показатель качества университетской подготовки // Динамика педагогического образования: от института к университету: Тех. докл. междунар. науч.-практ. конф. Тула, Тул. гос. пед. ун-т, 1998. С. 56–58.

15. Терехин, Р.А. Психологическая готовность военнослужащих к изменениям служебной ситуации в процессе военно-профессиональной социализации: Дис. ... канд. псих. наук [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.sgu.ru/sites/default/files/dissertation/2018/03/14/dissertaciya\\_terehin\\_r\\_a\\_podpisana.pdf](https://www.sgu.ru/sites/default/files/dissertation/2018/03/14/dissertaciya_terehin_r_a_podpisana.pdf).

УДК 316.47

И.В. ЖУРАВЛЕВА, к. социол. н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфakovская, 34  
E-mail: [zhuravleva\\_irina@mail.ru](mailto:zhuravleva_irina@mail.ru)

## **Добрачные установки современного студента**

*Аннотация.* В статье анализируются добрачные установки современных студентов, рассматриваются ожидания молодежи от будущего брака, представления об идеальной семье, о семейных ролях мужа и жены.

*Ключевые слова:* семья, добрачные установки, семейные роли, молодежь.

I.V. ZHURAVLEVA, Candidate of social sciences, Associate Professor

Ivanovo State Power University  
153003, Ivanovo, st. Rabfakovskaya, 34  
E-mail: [zhuravleva\\_irina@mail.ru](mailto:zhuravleva_irina@mail.ru)

## **Premarital Attitudes of the Modern Student**

*Annotation.* The article analyzes the premarital attitudes of modern students, examines the expectations of young people from a future marriage, ideas about an ideal family, and the marital roles of husband and wife.

*Key words:* family, premarital attitudes, family roles, youth.

В современном обществе брак как традиционный институт претерпел множество изменений, включая подходы к созданию семьи, ожида-

ния от будущей совместной жизни. Одной из ключевых когорт в исследовании проблем формирования молодой семьи являются студенты. Добрачные установки современного студента тесно связаны с его представлениями об идеальном будущем партнере, о распределении семейных ролей, о факторах, определяющих выбор мужа/жены.

Судя по результатам проведенного нами социологического опроса среди студентов ИГЭУ им. В.И. Ленина (n=237), у молодежи вполне сложились представления об идеальной семье. Так, например, абсолютное большинство студентов уверены, что счастливый брак должен быть основан на супружеской верности (91,8%) и компромиссах со стороны обоих супругов (83,2%) (табл.1. Для наглядности мы объединили группы «полностью согласен» и «скорее согласен», а также группы «скорее не согласен» и «не согласен совсем»).

Вместе с тем, представления о ролях мужа и жены в будущей семье не столь однозначны: две трети не согласны, что домашние роли делятся на «только мужские» и «только женские», но лишь половина опрошенных полагают, что в идеальной семье жена не должна отказываться от карьеры, а детьми должны в равной степени заниматься оба супруга. Самый спорный вопрос – это вопрос о том, кто должен вести домашнее хозяйство: примерно треть респондентов полагает, что это обязанность жены, треть не согласны с этим утверждением, а треть затрудняются дать однозначный ответ на этот вопрос. При этом, по мнению студентов, будущую семью преимущественно должен содержать муж (54,6%) (табл.1).

**Таблица 1. Доли согласных и несогласных с суждениями об идеальной семье, %**

| Суждение                                                                                                       | Согласен | Не согласен | Затрудняюсь ответить |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|----------------------|
| Женщина не должна отказываться от карьеры ради семьи                                                           | 56,3     | 13,8        | 29,9                 |
| Брак обязательно требует компромиссов от обоих супругов                                                        | 83,2     | 8,2         | 8,6                  |
| Домашнее хозяйство должна преимущественно вести жена                                                           | 32,1     | 36,2        | 31,7                 |
| Супружеская верность – один из основных параметров счастливого брака                                           | 91,8     | 4,9         | 3,4                  |
| Домашние роли делятся на «только мужские» и «только женские»                                                   | 13,0     | 66,9        | 20,1                 |
| Сексуальное удовлетворение – необходимое условие брака                                                         | 70,6     | 7,8         | 21,6                 |
| Семью должен преимущественно содержать муж                                                                     | 54,6     | 22,7        | 22,7                 |
| Детьми должна преимущественно заниматься жена (ходить на родительские собрания, водить детей на секции и т.п.) | 16,0     | 56,9        | 27,1                 |

Вместе с тем, женщины гораздо более категоричны в своих оценках о распределении семейных ролей, отстаивая право на карьеру (79,1% среди женщин против 49,0% среди мужчин ( $p \leq 0,01$ )), на совместное ведение домашнего хозяйства (53,0% против 30,8% ( $p \leq 0,05$ )), гораздо чаще выступая против деления домашних ролей на «мужские» и «женские» (85,1% против 60,7% ( $p \leq 0,01$ )) (табл.2).

Девушки в сравнении с юношами также чуть чаще полагают, что идеальный брак основан на компромиссах со стороны обоих супругов (92,4% против 80,1% ( $p \leq 0,05$ )). При этом вопрос о том, кто должен содержать семью, не вызывает споров: женщины в равной с мужчинами степени согласны, что это обязанность мужа (табл.2).

**Таблица 2. Доли согласных и несогласных с суждениями об идеальной семье среди мужчин и женщин %**

| Суждение                                                                                                       | Согласен    |             | Не согласен |             | Затрудняюсь ответить |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|---------|
|                                                                                                                | Мужчины     | Женщины     | Мужчины     | Женщины     | Мужчины              | Женщины |
| Женщина не должна отказываться от карьеры ради семьи*                                                          | <b>49,0</b> | <b>79,1</b> | 15,5        | 7,5         | 35,5                 | 13,4    |
| Брак обязательно требует компромиссов от обоих супругов**                                                      | <b>80,1</b> | <b>92,4</b> | 10,0        | 3,0         | 10,0                 | 4,5     |
| Домашнее хозяйство должна преимущественно вести жена**                                                         | 36,3        | 18,2        | <b>30,8</b> | <b>53,0</b> | 32,8                 | 28,8    |
| Супружеская верность - один из основных параметров счастливого брака                                           | 91,0        | 94,0        | 4,5         | 6,0         | 4,5                  | 0,0     |
| Домашние роли делятся на «только мужские» и «только женские»*                                                  | 14,4        | 9,0         | <b>60,7</b> | <b>85,1</b> | 24,9                 | 6,0     |
| Сексуальное удовлетворение – необходимое условие брака                                                         | 69,2        | 76,1        | 7,5         | 7,5         | 23,4                 | 16,4    |
| Семью должен преимущественно содержать муж                                                                     | 55,2        | 52,2        | 21,4        | 26,9        | 23,4                 | 20,9    |
| Детьми должна преимущественно заниматься жена (ходить на родительские собрания, водить детей на секции и т.п.) | 16,9        | 13,4        | 54,2        | 64,2        | 28,9                 | 22,4    |

\*для  $\chi^2$   $p \leq 0,01$ ; \*\*для  $\chi^2$   $p \leq 0,05$

Таким образом, можно утверждать, что существует разница в мужской и женской интерпретации моделей поведения супругов в семье.

Вероятно, следует институционализировать добрачную подготовку молодежи к отношениям между супругами, чтобы люди, вступающие в брак, смогли максимально избежать столкновения стереотипных ожиданий от будущей семейной жизни и типа семейных отношений, складывающихся в реальности. Психологическая подготовка к браку, к семейным взаимоотношениям несомненно поможет предотвратить в будущем противоречия в семейной жизни, вызванные разницей в трактовке супругами социальных ролей мужа и жены.

УДК 159.9.07

С.А. КОРНЕВ, к. психол. н., доцент

Ивановский государственный университет  
153025, г. Иваново, Ермака, 39  
E-mail: kornevbox@mail.ru

### **Направленность и рефлексивность как интегральные компоненты ценностной сферы личности**

*Аннотация.* В работе идет речь о ценностной сфере личности – это организованный компонент, регулирующий поведение и состоящий из личностных смыслов и жизненных ориентаций. Она влияет на социализацию и формирует духовно-интеллектуальную жизнь. Основные элементы – направленность и рефлексивность, которые помогают понять себя и окружающий мир.

*Ключевые слова:* личность, рефлексивность, направленность, социализация, ценностные ориентации, самопознание.

S.A. KORNEV, Ph.D of Psychology, Associate Professor

Ivanovo State University  
153025 Ivanovo, Ermaka 39  
E-mail: kornevbox@mail.ru

### **Orientation and Reflexivity as Integral Components of the Value System in Personality Structure**

*Annotation.* The work deals with the value sphere of personality – it is an organized component that regulates behavior and consists of personal meanings and life orientations. It influences socialization and shapes spiritual and intellectual life. The main elements are focus and reflexivity, which help to understand oneself and the world around us.

*Key words:* personality, reflexivity, orientation, socialization, value orientations, self-knowledge.

Ценностная сфера представляет собой иерархически организованный и динамический компонент личности, который выполняет регули-

рующую функцию поведения и состоит из взаимосвязанных компонентов, основанных на таких категориях, как:

1. Личностные смыслы.
2. Жизненные ориентации.
3. Восприятие и анализ индивидуального смысла жизни.
4. Смысловые установки и другие аспекты.

Компоненты ценностной сферы личности играют важную роль в формировании и развитии ментальной жизни человека, являясь важным гуманитарным понятием в современном обществе. Теоретические концепции, такие как «ценности» и «ценностные ориентации», вызывают особый научный интерес в различных гуманитарных областях, включая психологию, социологию и философию.

Ценностная сфера рассматривается как ядро личности, отражающее продуктивный результат содержательной стороны самоопределения человека в различных видах деятельности. Изначально личность направлена на выработку основных ориентаций, а затем на их практическую реализацию в отношении окружающих.

Таким образом, ценностная сфера реализуется на уровне мировоззренческих установок и паттернов поведения человека в обществе. Она влияет на становление личности в процессе социализации, а также на восприятие интересов и склонностей, доминирующих в сознании человека. Ценностная сфера находится во взаимосвязи с множеством интегрированных компонентов личности, образующих многоуровневую систему.

Ценностные ориентации помогают человеку объединять различные аспекты личностного развития и представлять ключевые ценности в виде готовности к деятельности, основанной на специфике сознания, стремлениях и желаниях.

В ценностной сфере выделяются интегральные компоненты, такие как направленность и рефлексивность. Без этих компонентов ценностная система личности не может быть полноценно выражена. Рефлексия позволяет осмысливать различные аспекты духовной жизни личности, а направленность обеспечивает реализацию ценностных ориентаций на практике, позволяя формулировать продуктивные связи с социумом.

Рефлексивность, как один из ключевых компонентов ценностной сферы, представляет собой духовно-когнитивный процесс, направленный на самопознание и анализ окружающего мира. А.В. Карпов определяет рефлексивность как способность человека выходить за пределы собственного «Я», подчеркивая важность анализа внешнего мира на основе внутреннего опыта. В его концепции рефлексивность противопоставляется импульсивности, когда человек совершает непродуманные поступки, основанные на первичных психологических реакциях. Рефлексивный человек, напротив, продумывает возможные гипотезы и теоретические аспекты своих действий, что позволяет ему фор-

мулировать конкретные задачи, направленные на решение проблем и достижение целей.

А.В. Карпов обнаруживает несколько видов рефлексивности:

1. **Ситуативная рефлексия** – обеспечивает постоянный контроль над поведением человека. Этот тип рефлексии направлен на целостный анализ актуальной ситуации, ее ключевых элементов и сравнение своих действий с окружающими событиями. Сюда также относится склонность к самоанализу на основе конкретной жизненной ситуации.

2. **Ретроспективная рефлексия** – позволяет анализировать уже совершенные действия. Она ориентирована на восприятие прошлого опыта и интерпретацию его в свете новых жизненных реалий, актуализированных в определенный временной отрезок.

3. **Перспективная рефлексия** – анализирует вероятные действия в будущем. В эту категорию входят такие компоненты, как планирование, прагматическое и интуитивное восприятие реальности, а также прогнозирование вероятных исходов действий. Человек, обладающий способностью к перспективной рефлексии, характеризуется интуитивным обращением к будущим событиям и планированием актуальных действий

А.В. Карпов разработал методику определения индивидуальной меры рефлексивности, которая позволяет выявлять степень и уровень рефлексии в сознании человека, где ценностные ориентации служат ключевым компонентом в структуре личности. У человека, прошедшего данную методику, могут быть отмечены следующие формы рефлексии:

1. Ретроспективная рефлексия деятельности.

2. Способность осуществлять рефлексию актуальной деятельности.

3. Перспективное рассмотрение будущей деятельности через призму рефлексии.

4. Рефлексия коммуникации и взаимодействия с окружающими людьми [6, с. 58].

Таким образом, рефлексивность для человека представляет собой возможность воспринимать и анализировать аспекты объективной реальности. Если говорить о влиянии рефлексии на формирование ценностных ориентаций, то следует отметить, что без склонности к синтезу аспектов внешнего мира невозможно расширение границ социализации личности.

Ценностно-смысловые ориентации личности тесно связаны с процессом отражения общественных ценностей через формирование конкретных образцов поведения и направлений мышления в различных жизненных ситуациях. Поэтому в анализе процесса формирования личности важна способность осуществлять рефлексию по отношению к собственному «Я» и окружающему миру.

При изучении особенностей ценностной ориентации как параметра уровня личностного развития важно учитывать два ключевых момента:

1-степень выраженности иерархической структуры ценностной ориентации и 2-содержание ценностных предпочтений, определяемое конкретными ценностями, составляющими эту структуру [9, с. 123].

*Первый параметр* чрезвычайно важен для оценки уровня личностной зрелости. Интериоризация ценностей как осознанный процесс происходит лишь при условии наличия у человека способности выделить из множества явлений те, которые представляют для него некоторую ценность, а затем превратить их в определенную структуру в зависимости от условий существования близких и дальних целей своей жизни, возможностей и реализации и т.п.

*Второй параметр*, позволяет квалифицировать содержательную сторону направленности личности на разных уровнях развития и функционирования ценностных ориентаций,

Различные подходы в отечественной психологии к пониманию ценностей и их роли в формировании личности отражают глубокие исследования таких мыслителей, как А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн, Б.Г. Ананьев, Д.Н. Узнадзе, Л.И. Божович и других. В их работах ценностные ориентации рассматриваются как определяющий аспект личности, отражающий не только то, что человек ценит и стремится достичь в жизни, но и его отношение к обществу и миру в целом [7, 10, 1, 12, 2].

Направленность, играет роль системообразующего свойства личности. По Б.Ф. Ломову, направленность определяется как взаимоотношение между тем, что личность получает и забирает от общества – материальные и духовные ценности, и тем, что она возвращает и вносит в его развитие. Это отношение не только определяет ценностные предпочтения человека, но и направляет его деятельность и выбор в жизни [8].

Таким образом, изучение ценностных ориентаций позволяет понять, какие цели и идеалы личность ставит перед собой, каков ее взгляд на мир и как она взаимодействует с социальной средой в процессе своего развития [4, с. 37].

Направленность личности на различные ценности отражает ее субъективные ценностные отношения к различным аспектам жизни. В исследованиях В.П. Тугаринова делается акцент на психологическом характере ценностей как объекте направленности личности. Он вводит понятие «ценностные ориентации», которые представляют собой специфическую направленность личности на определенные ценности [11].

Ценностные ориентации определяют, что именно личность ценит и считает важным в своей жизни. Эти ориентации формируются в процессе взаимодействия с окружающей средой и обуславливают отношение к различным социальным явлениям, культурным ценностям, нравственным принципам и идеалам. Изучение ценностных ориентаций позволяет глубже понять внутренний мир личности, ее убеждения, предпочтения и мотивации. Оно также является важным аспектом для анализа и понимания ее поведенческих паттернов и выборов в различных жизненных ситуациях [3, с. 110].

**Направленность** – это сложное и ключевое качество личности, отражающее её отношение к окружающей действительности и к самому себе. В своей сущности направленность является внутренним вектором, указывающим, как человек воспринимает мир и взаимодействует с ним. Она формируется в результате долгосрочного взаимодействия индивида с социокультурной средой, включая воспитание, образование, опыт и общение с другими людьми.

Изучение направленности позволяет погружаться в глубины личностного развития, исследуя не только то, что важно для человека сегодня, но и какие ценности и цели становятся основой его поведения и жизненных решений в долгосрочной перспективе. Это ключевой аспект психологического анализа личности, помогающий понять её уникальные черты и особенности [5, с. 65].

В систему направленности личности включаются следующие компоненты, отвечающие за последовательное развитие сферы личностного становления:

1. **Влечения** – наличие неосознанных потребностей личности.
2. **Желания** – выявление идей о доступных возможностях, значимых для конкретного человека.
3. **Стремления** – эмоциональный отклик личности на внешние аспекты развития социума.
4. **Интересы** – внимание человека к конкретному объекту внешнего мира, выражающее инстинктивную потребность познания нового.
5. **Идеалы** – представления о том, каким должен быть наилучший вариант чего-либо нового, способствующие развитию личности в стремлении достигать целей.
6. **Убеждения** – устойчивые представления о конкретных объектах окружающей реальности.
7. **Мировоззрение** – наиболее обширный компонент направленности личности, представляющий целостную систему взглядов и убеждений человека.

Таким образом, на основании рассмотрения направленности личности можно выделить различные векторы деятельности человека в процессе социализации. Согласно методике Б. Басса, направленность личности может проявляться на уровне нескольких векторов деятельности, включая восприятие значимости собственного «Я», общества, совместного дела и т.д.

Следует отметить, что интегральные компоненты ценностной сферы личности, такие как рефлексивность и направленность, отвечают за организацию личностных процессов развития в социуме. Эти категории личностного развития способствуют становлению ценностных ориентаций. Продуктивное взаимодействие интегральных компонентов ценностной сферы личности может гарантировать стабильное развитие человека в социуме, что выражается в таких параметрах, как:

1. Психологическое благополучие.

2. Осмысленность и последовательность жизнедеятельности.

3. Формирование позитивной социальной роли в обществе.

Важно учитывать, что ценностные отношения отражают объективную реальность в сознании человека. Объектом ценностных отношений является взаимодействие человека с объектами, процессами и прецедентами деятельности, направленное на формирование социального опыта.

Таким образом, ценностные ориентации представляют собой ключевой момент развития личности в процессе социализации. Они оказывают ключевое влияние на поведение личности через механизмы практического проявления — направленности и рефлексивности. Именно через такие интегральные компоненты как рефлексивность и направленность человек может реализовать свои ценностные ориентации — идеи, идеалы и стремления.

### Литература

1. Ананьев, Б. Г. Человек как предмет познания. СПб.: Питер, 2001. 288 с.
2. Божович, Л.И. Избранные психологические труды / Л.И. Божович. Психология формирования личности. М.: Педагогика, 2004. 533 с.
3. Братусь, Б.С. Смысловая сфера личности / Б.С. Братусь // Психология личности в трудах отечественных психологов. СПб.: Питер, 2000. С. 130–139.
4. Волков, Б.С. Психология юности и молодости / Б.С. Волков. М.: Трикта, 2006. 452 с.
5. Журавлев, А.Л. Социальная психология / А.Л. Журавлев, В.А. Сосник, М.О. Красников. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М., 2006. 416 с.
6. Карпов, А.В. Психология рефлексивных механизмов деятельности. М.: ИП РАН, 2004. 424 с.
7. Леонтьев, Д.А. Психология смысла: природа, строение и динамика смысловой реальности / Д.А. Леонтьев. М.: Смысл, 2003. 487 с.
8. Ломов, Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии / Б.Ф. Ломов. Москва : Директ-Медиа, 2008. 1174 с.
9. Мороденко, Е.В. Социально-психологическая адаптация и дезадаптация в процессе социализации личности / Е.В. Мороденко // Вестник ТГПУ. 2009. № 8. С. 108–111.
10. Рубинштейн, С.Л. Основы общей психологии. СПб: Питер, 2017. 718 с.
11. Тугаринов, В. П. О ценностях жизни и культуры. Питер: 2002. 152 с.
12. Узнадзе, Д.Н. Психология установки. СПб.: Питер, 2001. 416 с.

УДК 371

К.А. КОТОВА, к. полит. н, доцент  
С.Ю. ЛISOVA к. полит. н, доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: [ktv.ksucha@rambler.ru](mailto:ktv.ksucha@rambler.ru), [lisovaSU@yandex.ru](mailto:lisovaSU@yandex.ru)

### **Игровые и творческие технологии в преподавании дисциплины «Основы российской государственности»**

*Аннотация.* В статье рассматриваются преимущества использования, наряду с традиционными формами обучения, игровых и творческих технологий в процессе изучения дисциплины «Основы российской государственности».

*Ключевые слова:* викторина, квест, ментальная карта, идейная сеть, творческая мастерская, дебаты, форсайт-сессия, ОРГ.

K.A. KOTOVA, candidate of political sciences, Associate Professor,  
S.U. LISOVA, candidate of political sciences, Associate Professor,

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya str., 34  
E-mail: [ktv.ksucha@rambler.ru](mailto:ktv.ksucha@rambler.ru); [lisovaSU@yandex.ru](mailto:lisovaSU@yandex.ru)

### **Game-Based and Creative Technologies in Teaching the Course «Fundamentals of Russian Statehood»**

*Annotation.* The article discusses the advantages of using game and creative technologies along with traditional forms of education in the course of studying the discipline «Fundamentals of Russian Statehood».

*Key words:* quiz, quest, mind map, ideological network, creative workshops, debates, foresight sessions, FRS.

Социально-гуманитарная подготовка студентов вуза, где приоритетом являются формирование активной гражданской позиции и понимание ценности российской государственности, традиционные методы обучения зачастую оказываются недостаточно эффективными. В эпоху динамичных изменений, когда молодежь все больше тяготеет к интерактивным формам обучения, возникает необходимость в поиске инновационных подходов, способных активизировать когнитивные способности студентов, стимулировать интерес к предмету и сделать процесс обучения более увлекательным и запоминающимся.

Указанную задачу помогают решать игровые и творческие технологии, предоставляющие инструментарий для создания вовлекающей образовательной среды и формирования более глубокого и осознанного понимания дисциплины. Они открывают перед учащимися возможность лучшего усвоения теоретического материала и применения его на практике (например, моделирование ситуации, принятие решения,

выражение своей точки зрения и т.д.).

Рассмотрим возможности и преимущества отдельных игровых и творческих технологий в преподавании дисциплины «Основы российской государственности»:

– *викторина/квиз* – вопросы различной сложности с применением состязательного компонента. Викторина позволяет быстро повторить изученный материал, создает соревновательную атмосферу, стимулирует интерес к предмету. Командные квисы способствуют развитию навыков коммуникации, сотрудничества и принятия коллективных решений. Викторина делает процесс обучения более позитивным и увлекательным, способствуя формированию положительного отношения к предмету и обучению в целом;

– *квест* – прохождение испытаний, уровней, решение головоломок, нестандартных задач и т.д. В отличие от пассивного запоминания информации квесты требуют активного применения знаний на практике: студенты должны анализировать информацию, решать задачи, логически мыслить и применять творческие способности. Особое значение имеет вовлечение студентов не только в прохождение, но создание квеста;

– *работа со сказками* – использование сказочного контента в образовательном процессе вуза может показаться неожиданным, однако с помощью данного инструмента можно эффективно решать задачи обучения и воспитания студентов. Так, например, сравнительный анализ сказок разных народов позволяет обучающимся лучше понять многообразие и взаимосвязь этносов, населяющих Россию. Анализ сюжета, действий персонажей, морали сказки требует критического мышления и умения адекватно интерпретировать информацию. Создание собственных сказок, например, о малой родине, позволяет глубже погрузиться в историю родного края;

– *воркшоп* – творческие проекты, в т.ч. с включением развлекательного компонента. Создание рисунков, мемов, патриотических плакатов, комиксов и т.д. направлено на раскрытие креативного потенциала учащихся, развития их самостоятельности. Ценность метода состоит в том, что в конечном итоге студент создает новый, оригинальный продукт, отражающий его личное видение мира;

– *ментальная карта* – это диаграмма, где в центре располагается основная идея, ключевая категория, от которой расходятся ветви, представляющие собой связанные понятия, явления, факты. Значительным преимуществом технологии выступает визуализация информации, установление иерархии между понятиями, что способствует пониманию и запоминанию материала, а также организации знаний об определенной предметной области;

– *идейная сеть* – во многом схожа с «ментальными картами» по целевым характеристикам. Однако, «идейная сеть» в большей степени ориентирована на отображение всех возможных взаимосвязей между

элементами, даже если они неочевидны, способствуя более глубокому пониманию темы;

– *форсайт-сессия* – это стратегическое мероприятие, направленное на определение долгосрочных перспектив развития в определенной области, выявления ключевых трендов и формирование видения будущего. Основная цель – создать общее видение будущего, определить вызовы/риски и возможности/ресурсы, а также разработать стратегии и планы для достижения желаемого будущего (например, будущее страны/региона/города/вуза, энергетика будущего);

– *дебаты* – структурированная форма дискуссии, в которой команды/участники представляют противоположные точки зрения на заданные вопросы. Это эффективная технология, позволяющая развивать критическое мышление, коммуникативные навыки, умение аргументировать свою позицию и уважать мнение оппонента. Формирование активной гражданской позиции, умение анализировать общественные проблемы и выражать свое мнение – это несомненные преимущества использования дебатов в преподавании ОРГ.

Представленный перечень творческих и игровых технологий, которые могут быть использованы в преподавании ОРГ, может дополнен другими эффективными методами, стимулирующими познавательную активность учащихся и позволяющих воспитать поколение молодежи, гордящихся своей страной.

### Литература

1. Лисова, С.Ю., Котова, К.А. Особенности преподавания основ российской государственности иностранным студентам технического вуза // Всероссийская научно-практическая конференция «Изучение российской государственности как основа патриотического воспитания молодежи» 25–26 апреля 2024 г. Московский финансово-промышленный университет «Синергия». М., 2024. С. 51–54.

УДК 159.9

Т.Б. КРЮКОВА, к. психол. н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: tanya183@yandex.ru

## Психологическая устойчивость как индивидуальный ресурс преодоления сложных ситуаций

*Аннотация.* В статье рассматривается феномен психологической устойчивости в условиях возрастающей неопределённости современного мира. Актуальность исследования обусловлена необходимостью развития адаптивных навыков для преодоления стрессовых ситуаций. Проведён теоретический анализ структуры психологической устойчивости и механизмов ее формирования. Систематизированы различные концептуальные подходы к изучению

данного феномена. Психологическая устойчивость представлена как интегральная характеристика личности, включающая эмоциональный, когнитивный и поведенческий компоненты. Выявлены ключевые механизмы формирования психологической устойчивости: адаптационные, копинг-стратегии и саморегуляция. Сделан вывод о комплексной природе психологической устойчивости как ресурса личности.

**Ключевые слова:** психологическая устойчивость, адаптация, копинг-стратегии, саморегуляция, стрессоустойчивость.

T.B. KRYUKOVA, Ph.D. in Psychology, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya str., 34  
E-mail: tanya183@yandex.ru

### **Psychological Stability as an Individual Resource For Overcoming Difficult Situations**

**Abstract.** The article examines the phenomenon of psychological resilience in the conditions of increasing uncertainty in the modern world. The relevance of the research is determined by the necessity to develop adaptive skills for overcoming stressful situations. A theoretical analysis of the structure of psychological resilience and mechanisms of its formation has been conducted. Psychological resilience is presented as an integral characteristic of personality, including emotional, cognitive, and behavioral components. Key mechanisms of psychological resilience formation have been identified: adaptation mechanisms, coping strategies, and self-regulation.

**Key words:** psychological resilience, adaptation, coping strategies, self-regulation, stress resistance.

**Введение.** Современный мир характеризуется высоким уровнем неопределённости и стремительными социальными изменениями. Человек регулярно сталкивается с ситуациями, требующими мобилизации внутренних ресурсов для адаптации. Психологическая устойчивость становится ключевым фактором, определяющим успешность функционирования личности в изменяющихся условиях.

Научное изучение феномена психологической устойчивости приобретает особую актуальность в контексте разработки эффективных стратегий психологического сопровождения. Понимание механизмов психологической устойчивости открывает новые возможности для развития адаптивных навыков индивида. Эти навыки помогают успешно справляться с давлением и развиваться вне зависимости от внешних обстоятельств.

**Целью данной работы** является теоретический анализ феномена психологической устойчивости, систематизация существующих научных представлений о структуре. Особое внимание уделяется рассмотрению механизмов формирования психологической устойчивости как индивидуального ресурса.

Анализ современных научных исследований свидетельствует о многогранности феномена психологической устойчивости. В науке сформировались различные концептуальные подходы к данному явлению. Исследование [1] позволило выделить несколько ключевых направлений:

- *психологическая устойчивость как интегральная характеристика личности* выступает базовой характеристикой, определяющей особенности функционирования личности в различных условиях;

- *психологическая устойчивость как способность противостоять негативным воздействиям (стрессоустойчивость)*. акцентирует защитную функцию данного феномена;

- *психологическая устойчивость как адаптационный механизм* рассматривается в контексте приспособления к изменяющимся условиям среды. Современные исследования подчёркивают роль устойчивости как позитивного адаптационного процесса, протекающего вопреки неблагоприятным обстоятельствам. Р.М. Шамионов [3], О.В. Супрунова [2] и др. отмечают, что субъективное благополучие и качество жизни имеет прямую связь с психологической устойчивости.

- *психологическая устойчивость как основа саморегуляции*. обеспечивает поддержание оптимального режима функционирования психики;

- *психологическая устойчивость как фактор сохранения психического здоровья* способствует профилактике дезадаптации;

- *психологическая устойчивость как условие эффективной деятельности* обеспечивает результативность при повышенных нагрузках. [1, с. 15-16].

Психологическая устойчивость представляет собой сложный, многомерный феномен, не сводимый к отдельным психологическим характеристикам. Интеграция различных подходов позволяет выделить комплекс взаимосвязанных функций психологической устойчивости: адаптационную, защитную, регуляторную, развивающую, профилактическую и ресурсную.

Структура психологической устойчивости включает в себя три компонента: эмоциональный, когнитивный и поведенческий.

*Эмоциональный компонент* включает способность регулировать эмоциональные реакции и поддерживать эмоциональное равновесие. Высокая значимость данному компоненту выделяется в подходах, рассматривающих психологическую устойчивость как интегральную характеристику личности, а также как фактор сохранения психического здоровья. Эмоциональная устойчивость является основой для противостояния стрессорам и обеспечивает саморегуляцию в сложных ситуациях.

*Когнитивный компонент* включает особенности восприятия и интерпретации стрессовых событий, а также убеждения относительно собственных возможностей. Он проявляется в способности реалистично оценивать ситуацию и находить оптимальные пути решения проблем. Данный компонент наиболее актуален для адаптационного понимания устойчивости.

*Поведенческий компонент* отражает способность сохранять целенаправленность и последовательность действий в сложных ситуациях. Он проявляется в умении мобилизовать личностные ресурсы для решения возникающих проблем. Этот компонент закрепляет концепцию активного вовлечения личности в процессы адаптации и саморегуляции.

Рассмотренные структурные компоненты психологической устойчивости в своём функциональном единстве образуют целостный индивидуальный ресурс личности. Интеграция эмоциональных, когнитивных и поведенческих аспектов создает качественно новое образование психики. Данное образование выступает как внутренний потенциал противостояния трудностям.

Психологическая устойчивость как индивидуальный ресурс проявляется в способности личности эффективно использовать имеющиеся возможности для преодоления трудностей. Высокий уровень психологической устойчивости позволяет сохранять внутреннюю стабильность при внешних изменениях. Как ресурс, психологическая устойчивость обладает свойством накопления и развития через преодоление жизненных трудностей. Она позволяет не только сохранять, но и повышать эффективность деятельности в условиях повышенной нагрузки. Целенаправленное развитие психологической устойчивости существенно расширяет адаптационный потенциал личности.

Для эффективного целенаправленного развития психологической устойчивости необходимо глубокое понимание внутренних механизмов ее формирования. Теоретический анализ позволил выделить следующие механизмы, обеспечивающие развитие данного психологического ресурса:

- *адаптационные механизмы* представляют многоуровневую систему психологического приспособления к изменяющимся условиям. Они включают механизмы первичной адаптации (физиологические реакции на сложную ситуацию), вторичной адаптации (осознанная перестройка поведения), конструктивной адаптации (гибкое варьирование стратегий) и психологическая защита как адаптационный механизм обеспечивает обеспечивающий снижение субъективного дискомфорта при сохранении целостности личности.

- *копинг-стратегии* функционируют как осознанные способы совладания с трудными ситуациями, требующими мобилизации ресурсов. Гибкость в применении копинг-стратегий является важным предиктором психологической устойчивости личности. Исследования показывают, что оптимальное сочетание различных копинг-стратегий обеспечивает наиболее эффективную адаптацию.

- *механизмы саморегуляции обеспечивают способность личности произвольно управлять своими психическими состояниями и поведением.* Развитие навыки саморегуляции позволяют оптимизировать уровень функционирования психики в стрессовых ситуациях. Важным

аспектом саморегуляции является способность восстанавливать ресурсы после интенсивных нагрузок.

Таким образом, психологическая устойчивость представляет собой не просто защитный механизм, а комплексный ресурс личности, который может активно развиваться и целенаправленно использоваться для эффективного функционирования в условиях возрастающей неопределённости современного мира.

### **Литература**

1. Крюкова, Т.Б. Теоретический анализ категории психологической устойчивости (на основе обзора отечественной литературы) / Т.Б. Крюкова // Тенденции развития науки и образования, 2024. № 112-2. С. 14–20.

2. Супрунова, О.В. Особенности субъективного благополучия и жизнестойкости в контексте личностных свойств / О. В. Супрунова // Высшее образование сегодня. 2016. № 6. С. 55–57.

3. Шамионов, Р.М. Психология субъективного благополучия личности / Р.М. Шамионов; Р.М. Шамионов // Пед. ин-т Сарат. гос. ун-та им. Н.Г. Чернышевского. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2004. 179 с.

УДК 316.722+930.85

О.Ю. ОЛЕЙНИК, д. ист. н., профессор  
И.И. ОЛЕЙНИК, д. юрид. н., профессор

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 34  
E-mail: oleo195@yandex.ru

### **Г.П. Федотов о взаимосвязи национального самосознания и культуры в цивилизационном развитии России**

*Аннотация.* Раскрываются взгляды выдающегося российского философа на основополагающее значение национального начала в развитии культуры. Характеризуется его убеждение, что вхождение различных народов в состав России сыграло положительную роль в их цивилизационном развитии, поскольку дало им возможность приобщиться к мировой русской культуре.

*Ключевые слова:* национальное самосознание, цивилизационное развитие народов России, культура различных обществ, история российской культуры.

O.Y. Oleynik, Doctor of Historical Sciences, Professor  
I.I. Oleynik, Doctor of Law, Professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin,  
34 Rabfakovskaya str., Ivanovo, 153003  
E-mail: oleo195@yandex.ru

### **G.P. Fedotov on the Interrelation of National Self-Consciousness and Culture in Civilizational Development of Russia**

*Annotation.* The views of the outstanding Russian philosopher on the fundamental importance of the national beginning in the development of culture are revealed. The article characterizes his belief that the incorporation of various peoples into Russia played a positive role in their civilizational development, as it gave them the opportunity to join the world Russian culture.

*Key words:* national self-consciousness, civilizational development of the peoples of Russia, culture of various societies, history of Russian culture

Исследователи творчества Г.П. Федотова справедливо признают, что лейтмотивом его духовного наследия являлась Россия, ее культура и историческая судьба.

Сущность культуры трактовалась мыслителем как совокупность гуманистических ценностей, накопленных в результате творческой деятельности различных поколений людей. Гуманизм и был в его понимании культурой человека как творческой личности, а сам человек являлся «первой предпосылкой» и, одновременно, «судьбоносцем» культуры [1, с. 61, 339; 2, с. 88, 316].

Г.П. Федотов не скрывал своей привязанности к старой, дореволюционной российской культуре. Но он решительно выступал против разного рода реставрационных идей и надежд. Однако, Георгий Петрович обращал внимание и на «роковую черту» в истории отечественной интеллигенции как главной носительницы культуры: каждое новое ее поколение «определяло себя по-своему, отрекаясь от своих предков и начиная – на десять лет новую эру». Тем самым развитие самосознания интеллигенции в известной мере являлось процессом ее непрерывного саморазрушения, запечатленным в «ряде братоубийственных могил». И все же, подчеркивал мыслитель, никогда традиции культуры и связь поколений не разрушались полностью. «Связь с прошлым бесконечно глубже, чем она мнится нашим современникам. Разрывая с отцами и верой отцов, чаще всего лишь по-новому утверждают эту веру» [3, т. 1, с. 47]. В результате революционных потрясений, считал мыслитель, прежняя Россия безвозвратно погибла, пути назад, «к теплу отцовских очагов», не существует. Но это не давало оснований говорить о «похоронах» всей отечественной культуры и России. Для Г.П. Федотова в ушедшем облике дореволюционного Отечества были и бесконечно дорогие черты, и отталкивающие. Память о нем порождала нелегкие вопросы. «Содом или Троя? Между этими двумя восприятиями прошлого мы раскалываемся. Верный ответ, конечно: и Троя, и Содом. Пусть сгорит содомское, но пусть вечно живет Палладиум священной Трои» [1, с. 334].

Философ считал, что во всякой культуре национальное начало имеет основополагающее значение, хотя не оно одно определяет условия подлинного ее расцвета. Так, культура Древней Греции развивалась «в сотнях маленьких отечеств», и отсутствие «греческой нации» не мешало формированию и расцвету единой греческой культуры. Нечто подобное, отмечает Георгий Петрович, происходило и в античном Ри-

ме, и в Киевской Руси. Таким образом, в отличие от политики, в культуре «почти все ценностно великое совершается в материально малом» [3, т. 2, с 256].

Наряду с возможностью сосредоточения и автономного существования культуры в такого рода «материально малых» очагах и центрах, на ее развитии положительно сказывался выход за узконациональные границы. Для великих наций всегда было характерно открытие в границах общего Отечества «малых родин» [3, т. 1, с. 325]. Нечто подобное происходило и в сфере культуры. В частности, со справедливой гордостью Георгий Петрович говорил о том, что «гегемония» России почти для всех ее народов, кроме западных, была счастливой судьбой, поскольку дала им возможность приобщиться к всечеловеческой культуре, каковой являлась культура русская.

Империи, подчеркивал мыслитель, способны создавать условия для плодотворной интеграции различных национальных культур и их расцвета. В такой интеграции и синтезе государственной славы с культурой и просвещением, – а не во внешнем могуществе, – империи обретают подлинное величие и всемирно–историческое значение. В этом смысле он высоко отзывался о творчестве Н.М. Карамзина, создавшего первый национальный образ Российской империи на вершине ее славы. С симпатией он говорил и об «имперском патриотизме» А.С. Пушкина, которого характеризовал как «певца империи и свободы», а также о работах В.О. Ключевского, сумевшего ярче других историков раскрыть национальный образ российской государственности [3, с. 174].

Г.П. Федотов подчеркивал, что национальная идея может благотворно проявляться в культуре, но в политической жизни она имеет негативные последствия. С одной стороны, культурно–просветительские начала в жизни империи не должны подавляться имперскими национально–государственными интересами. В этой связи он высказывал мнение, что не Октябрьская революция трагически оборвала самобытный национальный путь России, он прервался за два века до этого вследствие реформ Петра I, когда русскими была утрачена подлинная национальная духовная родина [4, с. 448]. С другой стороны, Г.П. Федотов указывал на опасность для отечества сепаратистских устремлений со стороны различных национальностей, которая не утратила своей актуальности и в современной России. Но у философа всегда сохранялась вера в то, что Россия будет существовать как «государство национальностей» и как уникальный «культурный материк между Европой и Азией» [3, с. 327]. Он выражал надежду на то, что Россия даст образец, форму мирного сотрудничества народов, не под гнетом, а под водительством великой нации, давшей миру великую культуру. Именно от характера развития в будущей России национального самосознания и культуры, по его мнению, во многом зависела дальнейшая судьба отечества.

В понимании Г.П. Федотова, национальное самосознание есть непрерывно развивающийся духовный акт, смысл которого – постижение духа и судьбы народа. При этом, как уже отмечалось исследователями творчества мыслителя, в отличие от многих других представителей российского религиозно-философского ренессанса, в вопросе развития национального самосознания он не отдавал абсолютного приоритета религиозному фактору [4, с. 37].

В его понимании, Россия, в силу своего этнического и религиозного многообразия не могла быть объединена лишь христианской идеей. Такое объединение возможно прежде всего на почве культуры.

Без нее и вне ее, указывал философ, не может быть познан образ отечества, осмыслено и воплощено его всемирно-историческое призвание. «Одни видят Россию в монастыре, другие в орде Чингисхана, третьи в Петербурге последних Романовых. Нужно бояться дешевых лозунгов и узких точек зрения. Россия и то, и это, и многое другое» [1, с. 449]. И единственно возможным лоном, объемлющим всю ее, подчеркивал мыслитель, может быть только культура, сосредотачивающая в себе различные, но не чуждые, начала и традиции: особенное – национальное, и всеобщее – вселенское.

#### **Литература**

1. Федотов, Г.П. Новый град: сборник статей. Нью-Йорк: Изд-во им. Чехова, 1952. 377 с.
2. Федотов, Г.П. Тяжба о России. Париж: YMCA-press, 1982. 335 с.
3. Федотов, Г.П. Судьба и грехи России: В 2 т. Санкт-Петербург: София, 1991.
4. О России и русской философской культуре: Философы русского послеоктябрьского зарубежья: Москва: Наука, 1990. 528 с.

УДК 159.9.075

М.Е. РАСКУМАНДРИНА, к. психол. н.,  
Д.А. ЕРМАКОВ, студент

Ивановский государственный университет  
153025, г. Иваново, ул. Ермака, д.39  
E-mail: raskym@mail.ru; deniska\_70@mail.ru

#### **Особенности эмоциональной сферы субъектов зрелого возраста, имеющих опыт участия в специальной военной операции**

**Аннотация.** В работе приведены результаты сравнительного исследования эмоциональной направленности, психического выгорания, переживания посттравматического стрессового расстройства и безнадёжности у гражданских лиц и участников специальной военной операции.

**Ключевые слова:** эмоции, стресс, посттравматическое стрессовое расстройство, психическое выгорание.

M. E. RASKUMANDRINA, Ph.D. in Psychology, Associate Professor  
D.A. ERMACOV, student

Ivanovo State University  
153025, Ivanovo, Ermaka st., 39  
E-mail: raskym@mail.ru; deniska\_70@mail.ru

## **Psychological Particularities of the Emotional Functioning in Adults Involved in the Special Military Operation (SMO)**

*Abstract.* This work demonstrates results of comparative study of emotional disorders: psychical burnout, experience of PTSD and hopelessness among civilians and participants of SMO.

*Key words:* emotions, stress, PTSD, psychical burnout.

Длительное нахождение человека в условиях стресса или кратковременный, но чрезмерно сильный стресс, могут вызвать сильные эмоциональные реакции, которые сохраняются длительное время. Особенного внимания в этом плане заслуживают условия участия в военных действиях. Поведение, управляемое сильными и специфическими эмоциями, может затруднять как военную деятельность, так и социальную адаптацию к мирным условиям жизни. Оно может приходиться в противоречие с общепринятыми нормами и даже с законом. Учёт особенностей эмоциональной сферы субъектов, принимавших участие в СВО, необходим для оказания им своевременной психологической помощи, предотвращения социальной дезадаптации, возникновения личностных нарушений.

В нашем исследовании проверялась гипотеза о том, что существуют различия в состоянии и проявлениях эмоциональной сферы субъектов зрелого возраста, имеющих опыт участия в СВО, и не имеющих такого опыта.

Выборку исследования составили 90 человек в возрасте от 30 до 45 лет. Выборка была разделена на 4 группы:

1. Мужчины – участники СВО;
2. Женщины – участницы СВО;
3. Мужчины гражданские;
4. Женщины гражданские.

Первую группу составили мужчины, получившие ранения во время боевых действий и находящиеся на лечении в военном госпитале № 422. Во вторую группу вошли женщины, работающие в госпиталях во фронтовой зоне. Третью и четвёртую группу составили мужчины и женщины гражданских профессий, работающие при министерстве обороны РФ.

Для проверки гипотезы нами были использованы Миссисипская шкала посттравматического стрессового расстройства, шкала безнадёжности А. Бека, тест-анкета «Эмоциональная направленность»

Б.И. Додонова, методика «Эмоциональное выгорание» В.В. Бойко. Для установления значимости различий между группами использовался Т-критерий Стьюдента.

Результаты исследования показали, что у участников СВО по сравнению с гражданскими лицами значимо более сильно выражены ПТСР и переживание безнадежности. ПТСР – тяжелое психическое состояние, возникающее в результате единичного события или нескольких повторяющихся событий, оказывающих чрезвычайно мощное негативное воздействие на психику индивида [3]. Эти события так резко отличались от всего предыдущего опыта или причиняли настолько сильные страдания, что человек ответил на них бурной отрицательной эмоциональной реакцией (потеря интереса к жизни, её смысла, депрессия, тревожность, вина, навязчивые воспоминания и пр.).

Под безнадежностью понимают систему негативных ожиданий относительно будущего (не будут достигнуты цели, не решатся проблемы, все будет не так, как хочется) [3]. Средний показатель выраженности ПТСР у участников СВО соответствует уровню отдельных симптомов, у гражданских лиц – норме. Переживание безнадежности у гражданских лиц не выявлено. У участников СВО выявлена ее легкая степень. При этом безнадежность значимо более выражена у мужчин – участников СВО по сравнению с женщинами – участницами. У мужчин отмечается умеренная степень безнадежности, у женщин – легкая.

Обращают на себя внимание различия между участниками СВО и гражданскими лицами по эмоциональной направленности. Под эмоциональной направленностью понимается присущая каждому человеку потребность в эмоциональных переживаниях, связанных с важными для него сферами жизни [2].

У участников СВО более выражены романтическая (стремление к необычному) и пугническая (потребность в преодолении опасности) виды эмоциональной направленности. Альтруистическая (потребность в помощи, содействии, покровительстве) и практическая (связанная с деятельностью) направленности выражены в большей степени у гражданских лиц.

Обнаружены значимые различия между участниками СВО и гражданскими лицами по степени выраженности симптомов эмоционального выгорания – выработанного личностью механизма психологической защиты в форме полного или частичного исключения эмоций в ответ на психотравмирующие воздействия [1].

У участников СВО значимо выше показатели по семи шкалам из двенадцати, соответствующим всем фазам выгорания, выделенным В. Бойко: фазе тревожного напряжения, резистенции, истощения. Средние показатели сформированности всех фаз участников СВО соответствуют стадии формирования; у гражданских лиц в стадии формирования находится фаза напряжения. Остальные фазы не сформированы.

Между гражданскими мужчинами и женщинами обнаружены значи-

мые различия в проявлениях эмоционального выгорания на всех его фазах. Показатели женщин значимо выше по шкалам «тревога и депрессия», «эмоционально-нравственная дезориентация», «расширение сферы экономии эмоций», «редукция профессиональных обязанностей», «эмоциональная отстраненность», «психосоматические и психовегетативные нарушения». Между женщинами – участницами СВО – и гражданскими различий в выраженности эмоционального выгорания не обнаружено. Это говорит о том, что существует социальная группа – гражданские женщины, работающие в госпиталях с ранеными, которые нуждаются в психологической поддержке, наряду с участниками СВО.

### **Литература**

1. Водопьянова, Н.Е. Психодиагностика стресса. СПб.: Питер, 2009. 336 с.
2. Додонов, Б.И. Эмоция как ценность. М.: Политиздат, 1978. 272 с.
3. Посттравматическое стрессовое расстройство: международная коллективная монография // под ред. В.А. Солдаткина. Ростов-на-Дону: ГБОУВПО РостГМУ Минздрава России, 2015. 623 с.

УДК 378

А.Т. РОМАНОВА, бизнес-аналитик,  
В.В. УЛЬЯНОВ, вице-президент по финансам

«MIDDLE INITIAL» LLC  
76102, Fort Worth, TX, 637 Samuel's Ave, 2050  
E-mail: alexandratomoriyn@gmail.com

### **Искусственный интеллект как предпочитаемый коммуникативный партнер и проблема социальной самоизоляции**

*Аннотация.* Данная статья посвящена использованию искусственного интеллекта как предпочитаемого коммуникативного партнера на примере ChatGPT. Рассматриваются процесс внедрения технологии в повседневную практику, формирование доверительных отношений с ИИ, а также негативные последствия длительного общения с чат-ботом и причины развития социальной самоизоляции.

*Ключевые слова:* Искусственный интеллект, ChatGPT, технология, социальная самоизоляция, эмоциональное благополучие, общество.

А.Т. ROMANOVA, business-analyst,  
V.V. ULYANOV, vice president of finance

«MIDDLE INITIAL» LLC  
76102, Fort Worth, TX, 637 Samuel's Ave, 2050  
E-mail: alexandratomoriyn@gmail.com

### **Artificial Intelligence as a Preferred Communication Partner and the Issue of Social Isolation**

*Abstract.* This article is dedicated to the use of artificial intelligence as a preferred communication partner, exemplified by ChatGPT. It examines the process of integrating the technology into daily life, the formation of trust-based relationships with AI, as well as the negative consequences of prolonged interaction with the chatbot and the reasons for the development of social isolation.

*Key words:* Artificial intelligence, ChatGPT, technology, social isolation, emotional well-being, society.

Развитие цифровых технологий неизбежно влечёт за собой трансформацию уклада жизни современного общества. Знаковым этапом в этом процессе стало обретение широкой общественной доступности чат-ботом ChatGPT – системой на базе искусственного интеллекта (ИИ), выпущенной в ноябре 2022 года. Его стремительная популяризация, вызвавшая сильный общественный и медийный резонанс, свидетельствовала о начале нового этапа в восприятии и применении ИИ в повседневной жизни, а также в эволюции взаимодействия человека с цифровыми технологиями.

В настоящее время ИИ распространился на все аспекты жизни современного человека – от образования, медицины, науки до творчества, досуга и коммуникации. Так, по данным Statista, мировой рынок ИИ в 2024 году превысил 184 млрд долл., что представляет собой значительный рост почти на 50 млрд долл. по сравнению с 2023 годом. Ожидается, что этот стремительный рост продолжится, и рынок преодолеет отметку в 825 млрд долл. к 2030 году [1]. Эти данные отражают не только укрепление позиций ИИ в обществе, но и его внедрение в различные сферы деятельности, включая повседневную рутину.

Такое повсеместное внедрение ИИ имеет как положительные, так и негативные тенденции. На примере ChatGPT можно проследить, как новая технология проникает в жизнь человека и становится ее неотъемлемой частью. Для этого разберем через какие стадии проходит большинство пользователей при знакомстве с новой технологией. Американский социолог Эверетт Роджерс в своей книге «Диффузия инноваций» [2] описывает модель процесса принятия инновации, которая состоит из 5 стадий:

1. *Знание* – знакомство с инновацией. Данный этап ассоциируется с датой выпуска ChatGPT, распространением информации о нем через различные медийные и профильные каналы, а также обсуждениями в обществе.

2. *Убеждение* – формирование положительного или отрицательного отношения. Пользователь узнает о функциональных возможностях ChatGPT и потенциальной пользе для решения повседневных задач.

3. *Решение* – принятие или отклонение инновации. Пользователь тестирует ChatGPT, оценивая его способность решать конкретные задачи.

4. *Реализация* – использование инновации. На этом этапе человек начинает активно применять ChatGPT в своей повседневной жизни для

поиска информации, учёбы, автоматизации задач, творчества, общения и других целей.

5. *Подтверждение* – закрепление принятого решения. Пользователь оценивает эффективность использования ChatGPT и решает, стоит ли продолжать его использование.

После прохождения всех стадий технология становится частью повседневной практики, и отказ от неё может восприниматься как потеря комфорта или ресурса. Особую роль в этом играет персонализация: накопление данных о пользователе позволяет системе подстраиваться под индивидуальный стиль общения, что способствует формированию иллюзии взаимопонимания и доверия. В результате ChatGPT начинает восприниматься не только как инструмент, но и как нейтральный собеседник, готовый выслушать и дать совет. Это создаёт ощущение социальной поддержки, особенно для тех, кто в обычной жизни сталкивается с трудностями во взаимодействии с людьми.

Постоянная доступность, отсутствие осуждения и персонализированные ответы делают ИИ привлекательным для пользователей, испытывающих тревожность, страх осуждения или эмоциональную уязвимость. В таких условиях ИИ начинает восприниматься как более безопасная альтернатива живому общению. Это может привести к снижению мотивации к взаимодействию с реальными людьми и, как следствие, к усилению социальной самоизоляции. Постепенное замещение живого общения виртуальным ослабляет социальные связи, снижает уровень эмпатии и затрудняет формирование межличностных отношений. В долгосрочной перспективе это способно негативно влиять на психоэмоциональное состояние, усиливая чувство одиночества.

В недавней совместной работе на тему влияния взаимодействия с ChatGPT на эмоциональное благополучие пользователей от OpenAI [3] (проанализировано более 3 млн. разговоров, 40 млн взаимодействий и опрошено более 4 тыс. пользователей) и MIT Media Lab [4] (проанализировано более 30 тыс. разговоров в 4-х недельном исследовании с 981 участником) было выявлено, что люди, склонные к привязанности в отношениях и воспринимающие ИИ как возможного «друга», чаще испытывали негативные эффекты от использования чат-бота. Также, по результатам данного исследования участники, проводившие больше времени ежедневно с чат-ботом, чувствовали себя значительно более одинокими и значительно реже общались с реальными людьми. У них наблюдалась более высокая эмоциональная зависимость от ИИ и проблемное (чрезмерное и компульсивное) использование чат-бота.

Эти результаты подчёркивают необходимость осознанного подхода к взаимодействию с ИИ и внедрения механизмов, напоминающих пользователей о важности поддержания живых социальных связей.

Таким образом, будущее использования ChatGPT и аналогичных ИИ-систем связано не только с технологическим прогрессом, но и с острой потребностью в разработке и внедрении этических, образова-

тельных и социальных стратегий, способствующих сохранению баланса между виртуальным и живым общением. Необходимо не просто напоминать пользователям о важности человеческих контактов, но и формировать критическое отношение к зависимости от ИИ, включая развитие цифровой гигиены и повышение осведомлённости о возможных психологических последствиях. Без таких мер существует риск трансформации ИИ из вспомогательного инструмента в фактор, подрывающий основы социальной связности и эмоционального благополучия.

### Литература

1. Размер мирового рынка искусственного интеллекта (ИИ) с 2020 по 2030 год. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.statista.com/forecasts/1474143/global-ai-market-size>.
2. Роджерс, Э. М. Диффузия инноваций / Э. М. Роджерс. [Электронный ресурс]. URL: <https://teddykw2.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/07/eve-rett-m-rogers-diffusion-of-innovations.pdf>.
3. Исследование аффективного использования и эмоционального благополучия на ChatGPT. – URL: <https://www.media.mit.edu/publications/investigating-affective-use-and-emotional-well-being-on-chatgpt/>.
4. Как поведение ИИ и человека формируют психосоциальные эффекты использования чат-ботов. URL: <https://www.media.mit.edu/publications/how-ai-and-human-behaviors-shape-psychosocial-effects-of-chatbot-use-a-longitudinal-controlled-study>.

УДК 159.923

Н.Р. РОМАНОВА, к. психол. н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: [nrromanova@mail.ru](mailto:nrromanova@mail.ru)

### Метафора как инструмент диагностики и моделирования массового сознания

*Аннотация.* Предметом исследования являются метафоры массового сознания, их роль в отражении реальности индивидуальным и коллективным субъектом. Метафора рассматривается как инструмент категоризации и объяснения реальности, пронизывающий все уровни субъектного отражения, и определяющий поведение субъекта. Приводятся результаты эмпирического исследования метафор массового сознания. Описываются актуальные на данный момент метафоры о современном российском обществе. Анализируются условия эффективности метафор как инструмента воздействия.

*Ключевые слова:* метафора, массовое сознание, общество, диагностика, воздействие.

N.R. ROMANOVA, Ph.D. in Psychology, Associate Professor

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

## **Metaphor as a Tool for Diagnosing and Shaping Mass Consciousness**

*Annotation.* The subject of the study is metaphors in mass consciousness and their role in how reality is perceived by both individual and collective subjects. Metaphor is examined as a tool for categorizing and explaining reality—one that permeates all levels of subjective reflection and shapes the behavior of the subject. The paper presents the results of an empirical study of metaphors in mass consciousness. It describes the currently relevant metaphors about contemporary Russian society and analyzes the conditions under which metaphors are effective as tools of influence.

*Key words:* metaphor, society, mass consciousness, diagnostics, influence.

Проблемы взаимонепонимания людей, элит государств, цивилизаций имеют свои истоки не только (и не столько) в различии ценностей, религий. Одним из базовых различий является различие мировоззрений. С нашей точки зрения, это более важный фактор, определяющий и поведение субъекта, и его ценности.

Система ценностей у человека очень сложна, многогранна и противоречива. И к тому же именно ценностные ориентации являются преимущественной мишенью воздействия в современных информационно-психологических войнах. Ценности иерархизованы, зачастую ситуационно-обусловлены и поэтому они достаточно динамичны. В особую группу из системы ценностей можно выделить религиозные ценности. Сюда относятся и материальные святыни, и духовные практики (устои, традиции). Но религия не сводится к ценностям и именно поэтому она не столь динамична. Механизм детерминирования религией поведения масс и поведения личности сложнее еще и потому, что влияние религии институционализировано, и религиозный контроль общества гораздо жестче ценностного контроля. Наша страна на данном историческом этапе не относится к религиозным обществам. Конституционно РФ – светское государство. К тому же, по факту Россия – многоконфессиональное общество. Годы советской атеистической идеологии и постсоветского периода рыночно-потребительской идеологии очень сильно уменьшили религиозность населения. Поэтому религиозные детерминанты имеют ограниченное влияние.

Мировоззрение, как детерминанта поведения, формируется годами. Но фундамент закладывается институтами социализации, начиная с детского сада. Основной период для формирования мировоззрения – школьный возраст. Сензитивный период – юность. Именно в юности сформированное мировоззрение становится жизненно необходимым,

так как из школы юноши и девушки выйдут в большую взрослую жизнь, и, чтобы добиться в этом внешнем мире успеха, необходимо в нем ориентироваться, понимать – как этот мир устроен.

На наш взгляд, прежде всего в различии мировоззрений кроется основная причина и межличностного и межгруппового непонимания. Поэтому, планируя какие-то действия по отношению к своему оппоненту, важно учитывать его субъективный образ мира и мировоззрение. Народная мудрость учит: «Хочешь понять другого – поставь себя на его место, посмотри на мир его глазами».

Для эффективного взаимодействия субъекту целеполагания необходимо предварительно диагностировать субъективную семантику сознания оппонента (партнера по переговорам, социальной группы, общества в целом или властных элит, принимающих решения).

Понятия «образ мира» и «мировоззрение» часто отождествляют. Но мы исходим из того, что эти разные термины наполняются разным содержанием.

Под образом мира мы понимаем структурированное, несущее сущностную информацию о реальности, социально-обусловленное представление об окружающей реальности во всем ее разнообразии.

Мировоззрение – это осознанная и вербализованная часть образа мира (его вершинный слой), задающая стратегии поведения и взаимодействия с миром. Мировоззрение включает систему наиболее общих убеждений, идеалов, ценностей, целей, жизненных программ, понятий, представлений о мире, месте в нем человека, а также отношение человека к окружающей его действительности и к себе. Именно поэтому мировоззрение – основной предмет социологических исследований. Но достаточно ли изучить фрагменты вершинной части образа мира, чтобы понять, как будет действовать субъект в той или иной ситуации? Насколько реально сформировать более или менее полное представление о его образе мира? Конечно, по суждениям, по поступкам, по продуктам деятельности, по эмоциям можно попытаться построить аутентичную для изучаемого субъекта модель его образа мира. Но поскольку образ мира неисчерпаем, как неисчерпаем мир и объем накопленной о нем информации, то эта задача кажется практически невыполнимой. Поэтому можно пойти другим путем – диагностировать только его каркас.

Любая психическая система, согласно закону, открытому Леоном Фестингером, стремится к согласованности своих структур [10]. А такая согласованность возможна, если только образ строится на едином основании. Гарет Морган назвал это основание метафорой сознания. Основной постулат его концепции состоит в том, что во всех аспектах своей жизнедеятельности субъект определяет реальность метафорически и действует на этой основе. «Метафора говорит о том, как человек *мыслит о мире*, как он *видит мир*, метафора отражает наше понимание мира в целом» [6, с.13].

Мнения исследователей сходятся в том, что метафора не является основой какого-то одного из уровней отражения реальности (восприятия, мышления, оценки, отношения, действия), она пронизывает все уровни. На уровне образа мира метафора выступает как инструмент оценочной категоризации и объяснения. Субъект обобщает всю поступившую извне информацию; оценивает, исходя из своих потребностей и целей; формирует отношение. Это необходимо, чтобы не тратить жизненную энергию каждый раз на мыследеятельную активность, чтобы сориентироваться в данной жизненной ситуации *оперативно*. Метафора позволяет, не занимаясь детальным анализом ситуации, сразу находить ключевые сходства с уже знакомыми конструктами.

На уровне мировоззрения метафора определяет поведение. Если в голове у человека «Работа – не волк, в лес не убежит», то вряд ли он будет трудолюбив и деятелен; а если там «Без труда не выловишь и рыбку из пруда» или «Куй железо, пока горячо» – явно эта мировоззренческая основа побудит к активности. В качестве примера можно привести цитаты западных функционеров о мире и мироустройстве. Так, глава дипломатии ЕС Жозеп Боррель 13 октября 2022 года на открытии пилотной программы Европейской дипломатической академии заявил: «Европа – это сад, мы создали этот сад... Все работает, это лучшая комбинация политической свободы, экономической перспективы и социальной сплоченности... Остальной мир – это не совсем сад. Большая часть остального мира – это джунгли. А джунгли могут вторгнуться в сад». По его словам, в Европе должны внимательно относиться к такой ситуации и «беречь свой сад», подчеркнув, что возводить стены вокруг Европы не будет правильным решением, «нужно, чтобы сад вышел в джунгли». Из данной метафоры вытекает программа действий – нести свои порядки другим странам.

Рассмотрим механизм влияния метафоры, ее функции.

Метафора – от греч. *metaphora* – означает перенос.

Аристотель определил метафору как «переносное слово», как «несвойственное имя, перенесенное с рода на вид, или с вида на род, или с вида на вид, или по аналогии» [3, с. 669].

В настоящее время, как пишет А.Н. Таджибова «Под термином «метафора» понимаются не только традиционные метафоры, но и метонимические конструкции, сравнения, синекдоха, метафорические образы в составе терминов и фразеологизмов и т.д., так как их функции в различных видах дискурса аналогичны» [9].

Метафора – многофункциональный инструмент (диагностический, развивающий, психотерапевтический, корректирующий, моделирующий). Выделяют еще одну важную функцию метафоры – оценивающую [9]. Это может быть пейоративная (уничижительная) метафора или же наоборот – комплиментарная (хвалебная). Но основное ее значение – воздействие на массовое сознание, на мировоззрение субъекта.

Механизм воздействия метафоры по мнению Э. Аронсона и Э. Пратканиса состоит в том, что «метафора предубеждает, выдвигая одни сравнения на первый план, скрывая при этом другие и обеспечивая структуру для придания нужного смысла информации, потенциально допускающей двойное толкование» [4, с.150]. Именно поэтому метафора буквально оживает в предвыборные кампании. Исследователь метафоры как средства воздействия Таджибова А.Н. пришла к выводу, что «... предвыборная кампания, кандидаты и их действия концептуализируются при помощи милитарной метафоры. Метафоры с положительным прагматическим потенциалом из таких сфер как «игра: спорт, театр, шоу» не оказывают существенного влияния на общее отрицательное восприятие событий» [9]. Интересно, что именно эти метафоры применяются для описания Дональда Трампа в российском медийном дискурсе. В американском дискурсе по отношению к Д. Трампу политические оппоненты применяли пейоративные метафоры («путинский щенок», «американский Муссолини», «смерть американской исключительности» и др.), целью применения которых являлась дискредитация его политического имиджа. То, что данные метафоры ограниченно эффективны, доказывает высокий рейтинг Трампа (на момент выборов 2024 года – более 50%.) и его победа в президентской гонке. А это означает, что метафоры подбирались его политическими противниками без учета мировоззрения, образа мира американских избирателей.

Для того, чтобы эффективно воздействовать на сознание, необходимо сначала выявить наиболее распространенную метафору того социума, к которому личность принадлежит и с которым себя ассоциирует.

Приступая к исследованию мировоззрения как отдельного члена общества, так и коллективного образа мира, формирующихся в результате многовекторных воздействий и влияний, необходимо выявить преобладающую метафору массового сознания. Обратимся к классификации организационных метафор Г. Моргана [4].

Гарет Морган предложил оригинальный метод диагностики массового сознания – метод *символического моделирования*. Суть метода состоит в том, что с помощью анализа языка, текстов, речей, бесед, ассоциаций и сравнений выявляется преобладающая метафора, применяемая для характеристики того или иного объекта (в нашем случае – социума).

Г. Морган, изучая коммуникацию членов организаций, описал следующие основные организационные метафоры:

- *Организация как механизм*. Члены такой организации ощущают себя винтиками некой большой машины, используют термины: замеры, затраты, поломки. В их лексиконе встречаются фразы типа «Механизм управления обществом дал сбой», «Не тормози» и др.).

- *Организация как живой организм*. Люди ощущают себя частью живого целого («мозг организации», «душа коллектива», «правая рука начальника»), и применяют для описания организационных процессов

термины: система, цикл, выживание, болезнь. Эта метафора применительно к обществу выражается в следующих высказываниях: «Социальные болезни общества», «Общество функционирует в режиме выживания» и др. Г. Морган отмечал, что такая метафора предполагает и необходимость «определенной внешней среды» для организации и выделение циклов жизни организации-организма: «рождение, рост, развитие, упадок и смерть» [4, с.15].

- *Организация как мозг.* Организация понимается как информационно-коммуникационная система, принимающая решения. Это обучающиеся и самоорганизующиеся организации. Люди в таких организациях – часть информационной цепочки. Тезаурус здесь такой: проанализировать, порешать, искать решение, информировать общественность и др.

- *Организация как культура.* Люди ощущают себя своими, чужими, нашими, единомышленниками, диссидентами и др. И используют такие понятия как ценности, идеология, ритуалы, миссия, взгляды и др. Проявляется метафора в высказываниях типа «Мы отстоим ценности нашего мира», «Нам навязывают чуждые ценности», «Они проповедуют идеологию расового превосходства».

- *Организация как политическая система.* Члены такой организации ощущают себя народом, массой или лидерами; влиятельными или беспомощными, зависимыми или независимыми людьми; эксплуатируемыми и эксплуататорами и др. и используют такие термины как власть, лидерство, лобби, заговор, общественное мнение и др.

- *Организация как духовная тюрьма.* В данном случае метафора является абстрактной и отражает систему общественных заблуждений, предрассудков, стереотипов, подсознательных установок, страхов, влечений – всех тех социальных ограничений, которые не позволяют личности прийти к успеху.

- *Организация как поток изменений* (процесс перемен). Люди в такой организации либо «воспроизводят систему», либо «сеют хаос», противопоставляются друг другу, «обмениваются положительной и отрицательной обратной связью».

Предложив свою концепцию организационных метафор еще в 1976 году, Г. Морган ограничился списком метафор, но исходил из того, что в «постоянно меняющемся мире» «они отнюдь не исчерпывают существующие возможности» [4, с. 18]. Морган также предлагал раздвинуть горизонт и рассмотреть потенциал таких метафор: «корпоративная ДНК», «самоорганизация по принципу голограммы», «новый интеллект», «психические ловушки», «смещение аттрактора или разрушительные противоречия» [4, с. 388]. Метафоры, по утверждению Г. Моргана, тесно связаны, они могут прокладывать дорогу новым метафорам, помогать преодолеть их ограниченность.

У Гарета Моргана идея организационной метафоры была привязана преимущественно к средним группам (организациям), но вполне применима и к широкому социуму. Государство – это тоже организация, но

масштаб здесь другой и есть свои особенности, так как в его основе лежит система больших групп.

На практике в отношении российского общества и государства исторически использовались также метафоры: «тюрьма» («Царская Россия – тюрьма народов», «Сталинский СССР – огромный Гулаг»), «семья» («Семья братских народов»), «стройка» («кипучая, могучая», «большая стройка») и др. В настоящем и с учетом переноса идеи на масштаб государства, на наш взгляд, более актуальны такие метафоры как «рынок» и «военный лагерь».

Развитие информационных технологий и компьютеризация жизни привели к появлению новых метафор. Рассмотрим наиболее активно используемые сегодня метафоры организации.

*Организация как компьютер.* Люди ощущают себя как пользователи, программисты, лузеры, юзеры и используют термины: каналы информации, интеллект, параметры, сети, коннектиться, запостить, связаться.

*Организация как рынок.* Люди ощущают себя потребителями, покупателями, продавцами и используют термины: купить, продать, приумножить, потерять, вложить («Продать себя подороже», «Продать секреты вражеским спецслужбам», «Купить должность», «Родина не продается», «У всего и у всех есть своя цена» и др.).

Общепризнанным консенсусом уже стало понимание, что основная парадигма западной цивилизации – общество потребления, соответственно эта идея распространяется и на организации.

*Организация как потребсоюз.* Члены такой организации ощущают себя участниками распределения благ, борются за права, привилегии, льготы, так называемое «справедливое» распределение и использование общей собственности, оценивают вклад и отдачу каждого.

Общество стремительно меняется, а вслед за ним меняется образ мира, мировоззрение. Новые метафоры сменяют старые. Но массовое сознание отличается мозаичностью. Это значит, что одной общей метафоры общественного сознания существовать не может. Каждый социальный слой (группа) имеют свое представление о мире, свои интересы, мораль, образ мира и свои собственные метафоры. Какие-то метафоры устаревают, а какие-то идут им на смену. Новое, если обладает энергетическим потенциалом и отвечает запросам активных социальных групп, может довольно быстро сменить старое (мировоззрение, метафоры, идеологию).

В период с декабря 2023 г. по март 2024 года мы провели исследование метафор массового сознания. Эмпирической базой исследования являлся ИГЭУ (студенты дневного и заочного отделения). Всего в исследовании приняли участие 96 обучающихся. Возраст участников варьировался от 19 до 49 лет. На первом этапе применялась методика незаконченных предложений. Целью данного этапа являлось предварительное выявление содержания метафор массового сознания, для

включения их в оценочную анкету. Выборке студентов из 27 человек предлагалось подобрать подходящую метафору для таких социальных объектов и явлений как общество, государство, президент, парламент, народ, человек в обществе, человек наедине с самим собой. Результаты были подвергнуты контент-анализу и математической обработке: подсчитывалась частота встречаемости той или иной метафоры и % от общей массы метафор.

Все встречающиеся в исследовании метафоры на основании смыслового содержания были объединены в категории. В общей массе метафор мы выделили наиболее часто встречающиеся группы: биологические (лев, прайд, организм, эритроцит и др.); технические (автомобиль, механизм, шестеренка, инструмент и др.); культурологические (культура, цивилизация, высшее государство, шахматные фигуры и др.); психологические (одиночество, спокойствие, грусть и др.); философские (сигма, точка на карте, бог и др.); процессуальные (поток, борьба); атрибутивные (держава, власть, территория, границы и др.); социальные (взяточничество, касты, свобода, мародеры и др.); деятельностные (творчество, решение проблем); образы стихии, которые можно одним словом назвать «стихиейграфические» (солнце, водопад, мороз и др.); кибернетические (комп, цифра, цепь, связь и др.); промышленные (здание, фундамент, ресурс); оценочные (злодей, единомышленник, ценный человек и др.); статусные (лидер, вождь, главнокомандующий и др.); структурные (часть, ячейка, кирпичик и др.). В оценке общества и народа преобладали биологические метафоры (59,3% и 55,55% соответственно). Но в оценке персоналий (президент, человек) актуализировались другие метафоры. В частности, в отношении президента преобладала метафора статуса (62,96 %). В отношении «человека в обществе» наблюдалось большое разнообразие, но самая популярная – биологическая метафора (25,9%), далее – рабочая единица (22,22). Также обнаруживались метафоры механические (14,8%), структурные (14,8%). По совокупности деятельностные, механические и структурные отражают преобладание метафоры «человека как функционала, ресурса» (сумма по трем 51,82). Остальные метафоры встречались единично (бог; тот, кто выдает себя за другого человека; связь и др.). Интересно, что человек наедине с самим собой почти не имеет функционала и социальной значимости (7,4%). Преобладают метафоры одиночества (22,22), страдания (14,8), спокойствия (14,8), биологического индивида (14,8) и другие единичные метафоры. Самое большое разнообразие метафор выявилось относительно парламента (Думы). Обращает на себя внимание факт отсутствия метафоры механизма в перечне применяемых для оценки парламента метафор.

Так как основной интерес для нас представляли именно организационные метафоры как основа восприятия, понимания и объяснения общества, на втором этапе мы сконцентрировались на метафорах общества.

На данном этапе применялась методика шкалирования. В основу анкеты были положены все выявленные ранее метафоры об обществе. Испытуемым предлагалось, используя 10-бальную шкалу оценить предложенные метафоры по степени близости к собственному восприятию такого объекта, как общество, а также предложить свой вариант. Преобладание биологической метафоры в отношении общества выявилось и при данной процедуре. Среднее составило 7,576.

В табл. 1. представлены средние значения оцениваемых метафор применительно к обществу.

Таблица 1. **Средние баллы метафор общества по выборке**

| № п.п | Метафора общества            | Средний балл |
|-------|------------------------------|--------------|
| 1     | Организм                     | 7,576        |
| 2     | Механизм                     | 7            |
| 3     | Театр                        | 6,697        |
| 4     | Стройка                      | 6,424        |
| 5     | Производственное предприятие | 6,061        |
| 6     | Мозг                         | 5,788        |
| 7     | Рынок                        | 5,242        |
| 8     | Компьютер                    | 4,97         |
| 9     | Потребсоюз                   | 4,879        |
| 10    | Дерево                       | 4,879        |
| 11    | Дремучий лес, джунгли        | 4,848        |
| 12    | Текущая река                 | 4,636        |
| 13    | Океан                        | 4,212        |
| 14    | Стихия                       | 4,12         |
| 15    | Богадельня                   | 3,636        |
| 16    | Космос                       | 3,606        |
| 17    | Райский сад                  | 2,758        |
| 18    | Тюрьма                       | 2,606        |
| 19    | Военный лагерь               | 2,576        |
| 20    | Пустыня                      | 2,455        |

Также мы проанализировали все индивидуальные метафоры (свои варианты респондентов). Смысловое разнообразие «своих вариантов» – это тоже феномен, требующий интерпретации. Для начала перечислим индивидуальные метафоры: круг (все циклично в мире), двигатель (авто), природа, команда, прогресс, институт, люди, стая, система (2 раза), кино, электрический ток, небо, биосфера, семья, матрица, гнилое яблоко, спорт, гонки, сад, огород, вуз, доширак, компьютерная игра, океан, сухарики «кириешки», естественный отбор, солнце, уравнение.

Категориальный анализ данных метафор позволил выделить следующие категории: биологическое (7); социальное (7), структура (6), процесс (5), борьба (5), стихия (4), механистическое (3), еда (3), культура (1). Согласно таким принципам категоризации, как нестрогость, множественность и разнородность оснований, каждая метафора может

содержать в себе несколько важных характеристик, благодаря чему ее можно отнести к разным категориям [1, 2]. Так, «стая» может быть отнесена как к биологическому явлению, так и к социальному, и даже к категории «структура».

Таким образом не выявилось какой-либо преобладающей категории, но выявилась широкая разноплановость метафор. На наш взгляд это является важным признаком мозаичности молодежного сознания, отсутствия единого стержня, что в мирное время обеспечивает рост креативности общества, но в ситуации растущих внешних угроз – ослабляет единство и солидарность реагирования.

Весь массив данных был подвергнут корреляционному анализу. Выявился интересный факт: чем старше обучающиеся, тем чаще они общество сравнивали с пустыней ( $r=0,35$ ) и тем реже с производством ( $r=-0,26$ ). Возможно у таких обучающихся просто накопились экзистенциальные проблемы, кризисы отношений в семье и на производстве, что и отражалось в оценках. Эту гипотезу еще предстоит проверить.

Обобщая результаты проведенного нами эмпирического исследования, можно сделать вывод, что в целом общество воспринимается молодыми россиянами позитивно. Отметим также, что метафоры, которые популярны в последнее время у еврофункционеров, такие как «райский сад» (ЕС) и «джунгли» (остальной мир); военный лагерь и тюрьма (применяются для РФ) оказались не актуальными для обучающихся ИГЭУ. Преобладали активные и деятельные метафоры с положительным эмоциональным содержанием.

В настоящее время наиболее популярной объяснительно-мотивационной парадигмой группового сознания коллективного Запада является ценностная. Вытекающие из нее организационные метафоры, преобладающие в лексиконе политиков, почти всегда наделяются ценностным посылом (но не в деятельности и поведении). Именно это расхождение слов и дел политиков принято сегодня называть «двойными стандартами». С позиций дифференциальной психологии несоответствие слов, эмоций и действий – признак шизоидизации (расщепления) сознания. И судя по контенту современного политического дискурса шизоидный политический стиль преобладает в ЕС. Если опираться на критерий результатов деятельности, то это преимущественно паранояльный, а иногда и параноидальный (более тяжелый вариант одержимости) стиль деятельности с заикленностью на идее нанесения «стратегического поражения России».

Как писал Г. Морган «задача, стоящая перед многими современными руководителями, заключается в освоении искусства применения метафор: найти соответствующий образ видения, понимания и формирования ситуаций, с которыми им придется иметь дело» [4, с. 385]. Руководитель, который стремится к развитию организации и эффективному воздействию на ситуацию должен найти «мощные метафоры» [4, с. 387].

Метафора как инструмент изменения индивидуального и массового сознания может применяться для решения задач воздействия на самых разных уровнях. Результат достигается через изменение лексикона, в который водятся новые метафоры.

Чтобы метафора укоренилась, необходимо соблюдение следующих условий, прежде всего связанных с компоновкой информации: высокая плотность релевантной информации, выражающей основную мысль субъекта воздействия; глубина информации (понимается как научная обоснованность утверждений); фиксация следов памяти; применение *фасцинации* (приёмов снижения излишней критичности в целях уменьшения потерь информации) [5, 7]. Важен также источник – носитель метафоры. Чем выше его статус, тем выше вероятность эффекта укоренения метафоры. Также важен выбор ситуации для подачи. Усталость от «банальностей» работает на рост внимания массового сознания к свежему тезаурусу, так как часто используемые слова и образы вследствие работы механизма *сатииции* теряют свою риторичность. Поэтому, когда привычный дискурс «приедается» и уже не воспринимается массами как эффективный, когда сознание масс открывается новому – тогда вероятность укоренения новой метафоры максимальна, особенно если внедряемая метафора преподносится лидером мнений как откровение.

#### Литература

1. Абишева, К.М. Категоризация и ее основные принципы / К.М. Абишева // Вопросы когнитивной лингвистики, 2013. № 2 (035). С. 21–30.
2. Аксютин, З.А. Категориальный анализ и категоризация в научно-исследовательской деятельности студентов // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы, 2022. С. 12–15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kategorialnyy-analiz-i-kategorizatsiya-v-nauchno-issledovatel'skoy-deyatelnosti-studentov>.
3. Аристотель. Поэтика // Аристотель. Сочинения в 4 т. Т.4. М.: Мысль: 1983. 830 с. (Филос. наследие. Т. 90).
4. Аронсон, Э., Пратканис, Э. Современные технологии влияния и убеждения. Эпоха пропаганды. СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2008. 543 с.
5. Кабаченко, Т.С. Методы психологического воздействия на личность / Т.С. Кабаченко. М.: Педагогическое общество России, 2000. 544 с.
6. Морган, Гарет. Имиджи организации восемь моделей организационного развития. М.: Вершина, 2006. 416 с.
7. Романова, Н.Р. Основы межличностных коммуникаций: учебное пособие / Романова, Н.Р. Ивановский гос. энергетический ун-т им. В. И. Ленина, 2014. 175 с.
8. Романова, Н.Р. Семантика индивидуального и массового сознания: монография. Иваново: ИГЭУ, 2012. 128 с.
9. Таджикива, А.Н. Мир метафоры и мир метафоры в массмедийном дискурсе // Litera, 2016. № 2. С. 35–44. URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=19135](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=19135).
10. Festinger, L.A. Theory of Cognitive dissonance. Evanston, Ill. Row, Peterson, 1957. 291 p.

УДК 1:36

Н.Р. РОМАНОВА, к. психол. н., доцент  
С.Ю. ЛISOVA, к. полит. н., доцент

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

## Философские основы измерения патриотизма

*Аннотация.* Предметом исследования являются взгляды русских философов на патриотизм как общественное явление и личностное отношение. Цель исследования состоит в сравнении и обобщении философских концептов патриотизма русских философов, выявлении универсальной методологической основы для последующей операционализации понятия патриотизма.

*Ключевые слова:* философские концепции, истинный патриотизм, общество, отношение, личностные особенности, операционализация, диагностика.

N.R. ROMANOVA, Ph.D in Psychology, Associate Professor  
S.U. LISOVA, candidate of political sciences, Associate Professor

Ivanovo State Power Engineering University,  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya, 34  
E-mail: nrromanova@mail.ru; lisovaSU@yandex.ru

## Philosophical Foundations of Measuring Patriotism

*Annotation.* The subject of this study is the perspectives of Russian philosophers on patriotism as both a social phenomenon and a personal disposition. The aim of the research is to compare and synthesize the philosophical conceptualizations of patriotism articulated by Russian thinkers, in order to identify a universal methodological foundation for the subsequent operationalization of the concept of patriotism.

*Key words:* philosophical concepts, genuine patriotism, society, attitude, personal characteristics, operationalization, diagnostics.

Исследований патриотизма как социального феномена и как личностной диспозиции накопилось на сегодня вполне достаточно. Но проблема измерения патриотических настроений в обществе и патриотических диспозиций личности остается актуальной. Методологической основой социально-психологических исследований являются философские концепции и психологические парадигмы. В поисках философской основы, дающей возможность системно осмыслить феномен патриотизма, и выделить его универсальные, групповые и индивидуальные характеристики, мы обратились, прежде всего, к русской философии, так как для русских философов патриотизм всегда являлся одним из основных предметов философского и психологического анализа.

Целью нашего исследования являлось сравнение философских концептов патриотизма русских философов, выявление в них общего и

отличительного, описание отечественной парадигмы патриотизма и ее операционализация.

Феномен патриотизма был в фокусе внимания таких известнейших мыслителей России, как А.Н. Радищев (1749–1842), П.Я. Чаадаев (1797–1856), А.С. Хомяков (1804–1860), В.Г. Белинский (1811–1848), Л.Н. Толстой (1828–1910), В.С. Соловьев (1853–1900), Н.А. Бердяев (1874–1948), И.А. Ильин (1883–1954) и остается актуальной темой современной российской философии. Характерно, что все мыслители ищут критерии «истинного» патриотизма. И этот акцент не случаен. В исторический момент, когда тема патриотизма стала наиболее обсуждаемой в общественном дискурсе, Российская империя периодически находилась в состоянии войны уже не одно столетие (включая отечественные войны). Общество испытывалось на прочность, и вопрос патриотизма подданных Российской империи, а позднее – граждан СССР, стоял остро. При этом, русская интеллигенция, несмотря на противостояние российского общества с Западом, в большинстве своем не отвергала его культурные ценности и с готовностью проникалась гуманистическими идеями европейских мыслителей.

Одним из первых так значимо поставил проблему патриотизма А.Н. Радищев в работе «Беседа о том, что есть сын Отечества» (1790 г.), где в оригинальной манере, задавая риторические вопросы и описывая антипод патриота, он приводит три критерия человека, достойного именоваться «сыном Отечества (патриотом)», а именно: честное, благородство, благонравие. Вот как характеризует истинного сына Отечества Радищев: «он любит *Честь*, без которой он, как без души» (он совестливо «*Честолюбив*»); он отличается «стремлением к совершенствованию себя»; он скромно и не заботится о воздаянии за благие дела (не тщеславен, говоря современным языком); самоотверженно благонравен («он скорее согласится погибнуть... нежели подать другим пример неблагонравия»); он благороден, а значит человеколюбив, добродетелен, разумен и находится в «безпрерывном благотворении роду человеческому, а преимущественно своим Соотечественникам» [7, с. 213–223].

Общественная дискуссия о сущности патриотизма была продолжена философами А. С. Хомяковым, и П. Я. Чаадаевым, которые и в очных встречах, и в своих произведениях показали, что истинный патриотизм кроется не в словесных формулировках, а являет собой активное деяние на благо Отечества. В позициях этих мыслителей было много и общего, и отличительного. А.С. Хомяков, известный в российском обществе философ-публицист и славянофил, отстаивал идею православного патриотизма, основанного на соборных принципах организации православной церкви и общества в целом. При этом он критично относился к «подражательству» западным обществам, настаивал на особом пути русской цивилизации [4, 6, 14]. Хомяков А.С. был весьма категоричен в видении великой духовной миссии России будущего, а также в

своей критике ошибок правителей России, начиная с Петра I. Но не так категоричен, как его оппонент П.Я. Чаадаев, который пессимистично оценивал и прошлое, и настоящее, и будущее России. Чаадаев, в отличие от Хомякова, представлял так называемых западников, и настаивал, что трагедия Российского общества состоит катастрофической отсталости от Запада и нежелании ничему учиться. Нельзя утверждать, что Чаадаев не был патриотом. Он был убежден, что «...наряду с чувством нашей личной индивидуальности мы носим в сердце своем ощущение нашей связи с отечеством, семьей и идейной средой, членами которых мы являемся; часто даже это последнее чувство живее первого», о чем и писал в своем знаменитом труде «Философские письма. Письмо седьмое» [15, с. 416–417]. Его можно назвать страдающим и сопереживающим бедам России патриотом.

Различия в отношении к Западу не мешали русским мыслителям проникаться прогрессивными идеями. В частности, В.Г. Белинский вслед за И. Кантом писал о «гуманистическом» патриотизме, основанном на любви к человеку и человечеству [1, с. 489]. Анализ идей В.Г. Белинского показывает, что патриотизм для него – это, в первую очередь, активная, действенная любовь к своему Отечеству, проявляющаяся не в любовании Отечеством, а в его усовершенствовании, развитии, для чего нужно «пробуждение в народе чувства человеческого достоинства» [1, с. 213]. В этом суждении мы обнаруживаем те же пессимистические нотки, что и у Чаадаева.

Великий русский писатель и мыслитель Л.Н. Толстой критично и недоверчиво относился к такому явлению как патриотизм. В своей статье «Христианство и патриотизм», написанной по свежим впечатлениям от газетных известий 8 октября 1893 г, описывающих демонстрации, проводимые по случаю заключения франко-русского союза и прибытия в Тулон эскадры русских военных кораблей, Толстой называет это событие военно-патриотическим психозом, а организаторов акции пошлыми и жалкими представителями «правительственного патриотизма» [13]. Он осуждал национальный патриотизм, называя его «мертвящей любовью», утверждал, что патриотизм, как идеология власть имущих, служит им инструментом для оправдания насилия.

Пожалуй, из всех русских философов XIX века наиболее пристальное внимание теме патриотизма уделял В.С. Соловьёв [8, 9, 10, 11, 12]. По Соловьёву истинный патриот отличается всечеловеческой солидарностью; служением справедливости; устремленностью к божественному началу; бескорыстным служением своей стране; подчинением нравственным законам; оптимистичностью; сыновством по отношению к родине; триединством семьи, отечества и человечества. Патриот должен быть свободен от национального эгоизма и представления об исключительности своего этноса, но при этом не должен страдать «пустым и безразличным космополитизмом» [12, с. 105–106]. Истинный патриот служит своей стране, но это служение имеет глубокую нрав-

ственную основу. Высший уровень развития патриотизма по мнению философа – всечеловеческий.

Безусловно взгляды В.С. Соловьёва оказали огромное влияние на представления о патриотизме философов XX века и современных мыслителей России. Но исторические процессы всегда приносят новые темы в общественный дискурс и новые смыслы.

Концепция патриотизма Н.А. Бердяева была изложена в трудах «О любви к России», «Патриотизм и политика», написанных в эпоху войн и революционных преобразований (1917 г.), когда гражданам страны, раздираемой противоречиями, непросто было понять на чьей стороне историческая правда и какой путь ведет к процветанию отечества. Критерием истинного патриотизма философ выдвигает «инстинкт исторической правдивости». Размышлял философ и о политическом патриотизме. По мнению Н.А. Бердяева патриотизм в политике – это всегда пересечение сфер этического и политического, взаимодействие которых порождает сомнения и дискуссии об исторической правоте, поэтому только религия может лежать в основе политического патриотизма [2]. По Бердяеву естественного первичного чувства любви к родине не существует, но есть связь с верой в божественное предназначением России и необъяснимой верой в нее. Интересна также его мысль, что для русского патриотизма необходимо рациональное обоснование любви к родине. Так же считал и И.А. Ильин.

По Ильину «Любовь к родине должна быть осмысленной, как творческий акт духовного самоопределения, ибо только в этом виде своем она достигает истинной высоты и зрелости, сообщая последнюю санкцию и «нужде», и «долгу», и «чести», и «признательности» [5, с. 93]. Патриотическое единение «покоится на некоей преимущественной духовной однородности и близости людей», а «... истинный патриотизм родится из того же источника, как нормальное правосознание: из духовной природы человека и из воли к духу. Любовь патриота посвящена тому же предмету, которому служит право: духовной жизни, ее устройению и расцвету» [5, с. 91]. Патриот по Ильину вступает с родиной в естественно-правовой союз, не совпадающий со всемирной, общечеловеческой общиной, и отдает ему преимущество в деле любви и служения. Эта духовная однородность наполняет патриота неиссякаемой энергией.

Пожалуй, самым спорным у Ильина является идея, что «Для того, чтобы любить свое отечество, его необходимо *найти и реально испытать*, что оно есть, действительно, «мое отечество»» [5, с. 93]. Без такого испытания, по мнению философа, патриотизм остается неосознанным и «вырождается то в пустую форму воинственного шовинизма и тупого национального самомнения, то в слепое пристрастие к эмпирическим второстепенностям, то в лицемерный пафос, прикрывающий личную или классовую корысть. Человек, скрывающий в себе такой патриотизм, не знает – ни того, *что* он любит, ни того, *за что* он это

любит» [5, с. 93]. Истинный патриотизм по Ильину обязательно критичен к тому, что и в истории, и в современной России вызывает обоснованное неприятие. Патриот видит не только духовные пути своего народа, но и его соблазны, слабости и несовершенства. Можно утверждать, что эта мысль является общей для всей русской философии.

Почти все русские философы не отделяли патриотизм от его религиозной составляющей. У Ильина эта связь тоже обнаруживается. Вот его резюмирующее высказывание: «Мой путь к духу – есть путь моей родины; ее восхождение к Богу – есть мое восхождение. Ибо я тождественен с нею и неотрывен от нее в обращении к Божеству. В этом религиозный корень патриотизма» [5, с. 99–100].

Приведенный обзор взглядов русских мыслителей и сравнительный анализ их патриотических концептов показал, что отечественная парадигма существует и строится на консенсусе. Русские философы отделяли истинный патриотизм от псевдо-патриотизма (националистического, популистского, шовинистического, агрессивного, корыстного и др.), обозначая его разными терминами, но не меняя сути. Одни через описание неприемлемого содержания патриотизма (Чаадаев, Толстой), другие через описание требуемого – все вместе вносят свой вклад в развитие отечественной парадигмы и кристаллизацию понятия «патриотизм», что делает его рельефнее и наполняет универсальным смыслом. Все философы объединены идеей уважения к иным культурам и народам. Все указывают на роль веры как основы истинного патриотизма. А также в качестве важнейших критериев истинности выдвигают нравственные патриотические деяния, осмысленность любви к родине, стремление к развитию и прогрессу. Этот консенсус на наш взгляд наиболее четко и полно отражается в идеях В.С. Соловьёва. Именно поэтому концепцию патриотизма В.С. Соловьёва мы взяли за основу, для решения задачи операционализации понятия «патриотизм» как личностного отношения. Патриотизм как личностное отношение, опираясь на концепцию В.С. Соловьёва, можно определить следующим образом. Патриотизм – *это готовность личности к постоянному саморазвитию в интересах общества, к бескорыстному служению своему отечеству и мировому прогрессу с опорой в своих деяниях на веру и нравственную основу*. Заметим, что ни одно определение не может вобрать в себя все существенные свойства описываемого явления. В этом случае понятие просто размывается и становится нерельефным.

Журналисты не раз спрашивали Президента России В.В. Путина о том, как он видит национальную идею РФ и ее идеологию. По конституции РФ государственная идеология в России запрещена. В декабре 2019 года В.В. Путин обращался к теме патриотизма в ходе ежегодной большой пресс-конференции, отметив, что считает его единственной возможной идеологией современного демократического общества [3].

Но какой патриотизм нужен стране – ни в каких доктринальных документах не прописано. Наука должна предложить модель истинного

патриота. И уже исходя из этой модели можно будет диагностировать и мониторить динамику изменения патриотических диспозиций молодого поколения, определять цели и задачи для педагогики, для информационной и кадровой политики, на научных основаниях решать стоящие перед обществом задачи. В качестве такой основы мы предлагаем философско-антропологическую концепцию В.С. Соловьёва, которая на наш взгляд наиболее близка отечественной парадигме патриотизма.

Для операционализации понятия мы опирались на тот спектр личностных проявлений патриотизма, характеризующих индивидуальность каждого члена общества, которые были описаны В.С. Соловьёвым.

Мы вывели из его концепции следующие измерения патриотизма: уровни патриотизма (семейный, отечественный, всечеловеческий; компоненты (эмоциональный, разумный, деятельный); свойства (корыстный, популистский, гедонистический, основанный на страхе, основанный на совести, основанный на долге, целеустремленный, оптимистический, интернациональный, основанный на вере). Поясним, что некоторые из выделенных Соловьёвым свойств, характеризующих индивидуальную содержательность патриотизма личности, – биполярны (например, интернациональный/национальный, а некоторые из них униполярны (например, популистский). Ко всем выше описанным измерениям были подобраны индикаторы, создана диагностическая методика, проведена серия пилотажных исследований (n=85 чел.). Созданная диагностическая методика прошла проверку на валидность и надежность, после чего было проведено основное исследование на выборке испытуемых в 244 человек, возраст которых варьировался от 17 до 47 лет. Процесс создания методики, процедуры проверки надежности и валидации, а также результаты основного эмпирического исследования будут описаны в последующих работах.

### Литература

1. Белинский, В. Г. Полное собрание сочинений: в 13 т. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1953–1959. Т. 4. 657с.
2. Бердяев, Н.А. Падение священного русского царства: Публицистика 1914 – 1922 / Сост. В.В. Сапов. М.: Астрель, 2007. (печ. 2006). 1179 с.
3. Большая пресс-конференция Владимира Путина. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/62366>.
4. Владимиров, Л. Е. Алексей Степанович Хомяков и его этико-социальное учение: К столет. юбилею рождения Хомякова: 1 мая 1804 – 1 мая 1904 / Проф. Л.Е. Владимиров. Москва: Т-во скоропеч. А.А. Левенсон, 1904. – X, 222 с.: 22.
5. Ильин, И.А. О сущности правосознания. М.: ОО «Рарог», 1993. 234 с.
6. Липич, Т.И., Рубежанский, С.И. Православный патриотизм А.С. Хомякова: философско-культурологические и богословские контексты // Научные ведомости. Серия «Философия. Социология. Право», 2015. № 20 (217). Вып. 34. С. 147–153.
7. Радищев, А.Н. Полное собрание сочинений. М., Л.: Изд-во АН СССР, Институт литературы (Пушкинский Дом), 1938–1952. 3 т. Т. 1. С. 213–223.

8. Соловьев, В.С. Личная нравственность и общее дело // Соч. в 2 т. Т.2. М.: Правда, 1989. С. 459–465.
9. Соловьев, В.С. Национальный вопрос в России // Соч. в 2 т. Т.1. М.: Правда, 1989. С. 257–639.
10. Соловьев, В.С. Оправдание добра // Соч. в 2 т. Т. 1. М: Мысль, 1988. С. 47–548.
11. Соловьев, В.С. Русская идея // Соч. в 2 т. Т.2. М.: Правда, 1989. С. 219–246.
12. Соловьев, В.С. Чтения о Богочеловечестве // Соч. в 2 т. Т. 2. М.: Правда, 1989. С. 105–106.
13. Толстой, Л.Н. Христианство и патриотизм // Полн. собр. соч. в 90 т. Т. 39. М.: Художественная литература, 1928 – 1958. С. 27–80.
14. Хомяков, А.С. Сочинения в 2 т. Т. 2. Работы по богословию. М.: Московский философский фонд; Медиум, 1994. 476 с.
15. Чаадаев, П.Я. Полное собрание сочинений и избранные письма: в 2 т. М.: Наука, 1991. Т. 1. 768 с.

УДК 930.1 (47+485) "1920/1923"

В.Л. ЧЕРНОПЕРОВ. д. ист. н., профессор  
Е.А. РЕШЕТОВ, аспирант

Ивановский государственный университет  
153025, г. Иваново. ул. Ермака, 39  
E-mail: vlchernoperov@rambler.ru; girlanda1999@mail.ru

### **Переписка российского/советского ученого В.А. Обручева со шведским путешественником-исследователем С. Гедином в 1920-1923 гг.**

*Аннотация.* В публикации на примере переписки двух известных ученых первой половины XX столетия – российского/советского исследователя В.А. Обручева со шведским путешественником-исследователем С. Гедином показаны сложности, которые переживала отечественная интеллигенция и в первые годы советской власти, и взаимоподдержка ученых Швеции и России.

*Ключевые слова:* В.А. Обручев, С. Гедин, переписка, советско-шведские научные связи.

V.L. CHERNOPEROV. Doctor of Historical Sciences, Professor  
E.A. RESHETOV, postgraduate student

Ivanovo State University  
39 Ermaka St., Ivanovo, 153025  
E-mail: vlchernoperov@rambler.ru; girlanda1999@mail.ru

### **Correspondence between the Russian/Soviet scientist V.A. Obruchev and the Swedish explorer S. Gedin in 1920-1923**

*Annotation.* Using the example of correspondence between two famous scientists of the first half of the twentieth century, the Russian/Soviet researcher V.A. Obruchev

and the Swedish explorer S. Gedin, the publication shows the difficulties experienced by the Russian intelligentsia in the early years of Soviet power, and the mutual support of scientists from Sweden and Russia.

*Key words:* V.A. Obruchev, S. Gedin, correspondence, Soviet-Swedish scientific relations.

История советско-шведских научных связей в 1920-е годы еще на стала предметом всестороннего исследования. Частично восполнить лакуну призвано настоящее сообщение. В его основание положены письма В.А. Обручева к шведу С. Гедину, выявленные и опубликованные российским исследователем А.И. Андреевым [1].

Владимир Афанасьевич Обручев (1863-1956) хорошо известен в нашей стране и мире. Еще в юности, увлекшись геологией, он и уже за первую научную работу «Пески и степи Закаспийской области» (1887 г.) удостоился серебряной медали Императорского русского географического общества (ИРГО). Позже, занимаясь исследованиями, преподавал, сотрудничал с партией кадетов. При советской власти В.А. Обручев станет академиком (1929 г.), Героем Социалистического Труда (1945 г.) и лауреатом Сталинских премий первой степени (1941, 1950 гг.). Получит известность как многогранный ученый (геолог, историк геологии, географ), писатель и популяризатор науки.

Свен Андерс Гедин (1865–1952) также обладал многими талантами: путешественник, географ, журналист, график, писатель и даже общественный деятель. В России его узнали еще в конце XIX в. по экспедициям в пустыню Такла-Макан (Синьцзян), Тибет и на Памир. Гедину оказывалась поддержка на самом высоком государственном уровне, а его заслуги неоднократно поощрялись ИРГО (серебряная медаль в 1892 г., избрание действительным зарубежным членом в 1893 г., большая золотая медаль имени П.П. Семенова-Тян-Шанского в 1897 г.). Однако знаки признания не сделали Гедина лояльным Санкт-Петербургу. Будучи шведским националистом, он разглядел во внешней политике России экспансионистские устремления, о чем написал брошюру в 1912 г. В годы Первой мировой войны швед будет на стороне Германии, и России в 1915 г. придется предпринимать против него контрпропагандистскую операцию [2]. Позже, в СССР, Гедина одно время будут чествовать, однако с 1930-х гг. из-за его тесных связей с верхушкой нацистского Третьего рейха начнут забывать. После 1945 г. имя Гедина предадут забвению и на родине.

В.А. Обручев и С. Гедин поддерживали связи с конца XIX в., но Великая война, революции 1917 г. и Гражданская война их разорвали. Обручев предпринял попытку их восстановить 1/14 ноября 1920 г. во время наступления Красной армии на Крым. В этот день, не имея точного адреса Гедина, он через сестру А. Обручеву, которая эмигрировала в Париж, отправил шведу письмо. В Крыму ученый оказался вследствие Гражданской войны и трудился в Симферополе профессором недавно созданного Таврического университета.

В письме Гедину Обручев жаловался, что, покинув Москву из-за страха перед большевиками, потерял библиотеку [1, с. 51]. В Таврическом же университете, по его словам, библиотека была бедна, в ней «полностью» отсутствовала «литература об Азии», что делало научную работу невозможной. «Годы, – с горечью писал Обручев, – уходят, слабеют силы, Гражданская война еще больше ухудшила жизненные условия; мы влачим полуголодное существование, замерзаем зимой, сыпной тиф и холера постоянно угрожают нам» [1, с. 52]. Для возобновления научной работы русский ученый задумался об отъезде «на время» за границу и, в этой связи просил Гедина «о дружеской услуге» – сообщить о наличии в «библиотеках Стокгольма» серьезных исследований по Азии, о возможности заработка в шведской столице, о ежемесячном прожиточном минимуме, «чтобы вести вполне сносную жизнь». «Несмотря на то, что я не знаю шведского языка, – писал Обручев Гедину, – меня привлекает Стокгольм, т.к. жизнь там спокойней, чем в Лондоне, Париже или Берлине, и т.к. я мог бы надеяться на Ваши советы и помощь.... Небольшие деньги я мог бы получать из Польши, где у меня есть имение...» [1, с. 52].

Из-за стремительного наступления Красной армии Обручев выехать из Крыма не смог, вернулся в Москву, где и получил ответное письмо Гедина, которое проделало путь из Стокгольма через Париж и Эстонию. В Москве выяснилось, что квартира Обручева «вместе с библиотекой и бумагами» «сохранилась в неприкосновенности». «Таким образом, – писал Обручев Гедину 7 июля 1921 г., – я могу вновь приняться за мои азиатские работы, хотя и без надежды передать их для опубликования в ближайшее время, т.к. для чисто научной работы правительство не дает бумаги» [1, с. 53]. Ситуацию усугубляли материальные потери – конфискация имущества в Польше и «смехотворно низкий» курс бумажных денег. «[Но], еще более печальным – сетовал Обручев, – является то..., что валютный курс делает для нас невозможным получение книг и журналов из-за границы; мы видим новую литературу только случайно и в обрывках в какой-нибудь библиотеке, которая получает от правительства без всякой системы то одно, то другое» [1, с. 53]. Для частичного решения вопроса Обручев задумал написать статьи для Шведских географических анналов о его исследованиях Джунгарии и Алтая, а на вырученный гонорар через торговца в Германии «приобрести новые работы об Азии». Перечислив интересующих авторов, Обручев обратился к Гедину с вопросом: не может ли он назвать и другие «новые работы об Азии, вышедшие в свет после 1914?» [1, с. 53]. Ответное письмо Обручев советовал отправить через сестру М. Обручеву, которая обосновалась в Ревеле (Таллинне).

Гедин ответил 5 августа 1921 г., однако до адресата послание дошло только 10 ноября. Швед сообщал, что собирается предпринять новое путешествие в Тибет. Причем точкой отправления решил из-

брать Ташкент. Обручев, посетовав, что из-за лишений последних лет подорвал здоровье и теперь может «путешествовать и делать что-то полезное» «только за рабочим столом», предупредил шведа: «общее состояние дел в России не благоприятствует научным поездкам» [1, с. 54]. Проблемы могли возникнуть как на стадии получения от советского правительства разрешительных документов («оно боится позволить иностранцу увидеть собственными глазами положение дел у нас, и таким образом обнаружить официальную ложь»), так и на уровне местного правительства в Ташкенте, которое могло не оказать содействия экспедиции в обеспечении всем необходимым [1, с. 54]. Помимо этих проблем Обручев указал и на другие (отсутствие гостиниц и расстроенное транспортное сообщение (поезда на Ташкент ходят один раз в неделю, а время в пути – 7-10 суток)). Однако, выделив проблемы, ученый пообещал поискать поддержки планов шведа у какого-нибудь советского «большого института». И обещание выполнил. Обручеву удалось привлечь внимание академика П.П. Лазарева, который в 1921 г. руководил Институтом физики и биофизики Наркомата здравоохранения [1, с. 55–56].

Гедин с письмом от 20 ноября 1921 г. прислал Обручеву интересовавшие его книги. Полученные издания доставили россиянину «огромную радость», поскольку он «уже несколько лет не держал в руках ничего нового о Центральной Азии!» [1, С. 56]. В ответ Обручев выслал Гедину книги известных путешественников-исследователей П.К. Козлова «Тибет и Далай-лама» (Пг., 1920 г.) и Г.Ц. Цыбикова «Буддист-паломник у святынь Тибета» (Пг., 1919) [1, с. 57, 58].

В марте 1923 г. Обухов сообщил шведу о том, что в советской прессе осенью прошлого года появилась заметка о возможном путешествии Гедина в Тибет [1, С. 58]. Он расценил данный факт как подготовку общественного мнения в СССР к восприятию информации об экспедиции в этот район П.К. Козлова. Возможно, именно это письмо Обручева предопределило появление Гедина в монгольском г. Урга (Улан-Баторе) в ноябре 1923 г., где тогда находился Козлов. Перед этим швед совершил лекционное турне по США, Японии и Китаю. Из Урги Гедин выехал на родину. Его путь лежал через Троицкосавск (Кяхту), Верхнеудинск (Улан-Удэ), Москву и Петроград. В двух советских столицах Гедину были оказаны особые знаки внимания [3]. Его принял глава НКВД Г.В. Чичерин, он встречался с наркомами А.В. Луначарский и Н.А. Семашко. В Москве Гедин выступил с серией докладов, которые собирали переполненные залы. Среди слушателей были ведущие ученые, политики и дипломаты. Выступая в Обществе любителей естествознания, антропологии и этнографии, Гедин встретился с Обручевым, который под «рукоплескания» вышел для приветствия шведа. Гедин же в ответ назвал российского ученого «старым другом и соратником» [3].

Представленное сообщение свидетельствует не только о лишении-

ях, пережитых отечественной интеллигенцией в период революций 1917 г. и Гражданской войны. Оно также показывает, что в начале 1920-х гг., несмотря на мировые и внутренние катаклизмы российский/советский ученый В.А. Обручев и шведский путешественник С. Гедин сохранили дружеские отношения и помогали друг другу в научных изысканиях. Позже их связи разрушит национализм шведа и Вторая мировая война.

#### **Литература**

1. Андреев, А.И. Русские письма из архива Свена Гедина в Стокгольме // Ариварта, 1997. № 1. С. 29–76.
2. Баринев, А. Двумикий швед: как загорелась и погасла звезда удачи Свена Гедина // Гудок. 28.01.2011. № 3. URL: <https://gudok.ru/zdr/172/?ID=601498> (дата обращения: 12.03.2025).
3. Свен Гедин в Москве // Известия. № 287 – 15.12.1923.

## СЕКЦИЯ 18.

### ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ

УДК 621.313.322.072.1, 621.316.91

И.С. ТУРЧЕНКО, к.т.н.  
Ю.А. ФЕДОТОВ, студент

Московский Авиационный Институт, кафедра 310  
125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 4  
E-mail: i.s.turchenko@yandex.ru, yurikf32@gmail.com

#### **Моделирование режимов работы системы генерирования летательного аппарата**

*Аннотация.* В работе приведены результаты моделирования режима холостого хода, а также аварийных режимов работы канала генерирования летательного аппарата. Проведен анализ процессов в канале генерирования при однофазном, двухфазном и трехфазном коротких замыканиях нагрузки.

*Ключевые слова:* система электроснабжения, система генерирования, синхронный генератор, короткое замыкание.

I.S. TURCHENKO, PhD  
Y.A. FEDOTOV, student

Moscow Aviation Institute, department 310  
125080 Moscow, Volokolamskoe shosse 4  
E-mail: i.s.turchenko@yandex.ru, yurikf32@gmail.com

#### **Modeling of operating modes of the aircraft generating system**

*Abstract.* The paper presents the results of modeling the idle mode and emergency mode of operation of the aircraft generation channel. The analysis of processes within the generation channel under single-phase, two-phase, and three-phase load short-circuit conditions is carried out.

*Key words:* power supply system, generation system, synchronous generator, short circuit.

Увеличение объема пассажирских авиаперевозок, актуализация потребности в импортозамещении требуют разработки новых ближне- и среднемагистральных самолетов, которые будут удовлетворять современным техническим и экономическим требованиям.

Для снижения временных затрат на макетирование, анализа ранее принятых технических решений предлагается создание стенда функциональных испытаний перспективного канала генерирования. Структура стенда предусматривает возможность автоматизированной проверки канала генерирования (далее - КГ), которая позволит повысить контро-

лепригодность оборудования и снизить временные затраты на проведение проверки.

Структурная схема КГ представлена на рис. 1. Рассматриваемая структура КГ имеет в основе источник электрической энергии, которым является бесконтактный трехкаскадный синхронный генератор (далее - ТСГ), состоящий из возбудителя (В), подвозбудителя (ПВ) и основного силового каскада (ОК). Электроэнергия через фидер, блок датчиков тока (далее - БДТ) и линейный контактор (далее - ЛК) передается в нагрузку. Блок регулирования, защиты и управления (далее - БРЗУ) управляет возбуждением генератора, обеспечивает контроль параметров системы и отключение нагрузки при помощи ЛК в случае аварийных ситуаций [1].

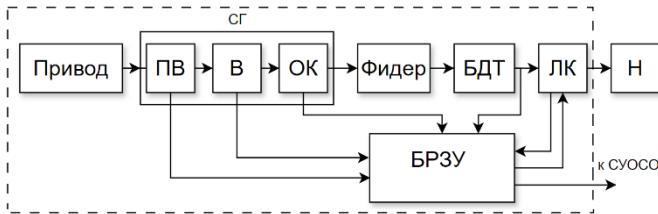


Рис. 1. Структурная схема канала генерирования

Для создания модели канала генерирования был выбран ТСГ, параметры которого были описаны в [2].

Для анализа процессов в КГ при аварийных ситуациях была разработана имитационная компьютерная модель. Структурная схема модели КГ представлена на рис. 2.

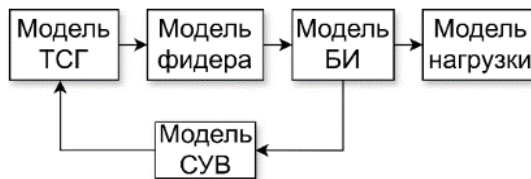


Рис. 2. Структурная схема модели канала генерирования

Модель ТСГ с имитатором источника механической энергии представлена на рис. 3.

Модель фидера ТСГ и блока БДТ представлена на рис. 4. Активное сопротивление проводов фидера имитируется сопротивлением R1.

Для имитации нагрузки канала генерирования служат резистивные компоненты R2-R4 и контакторы K3, K4, что показано на рис.5 в составе модели нагрузки.

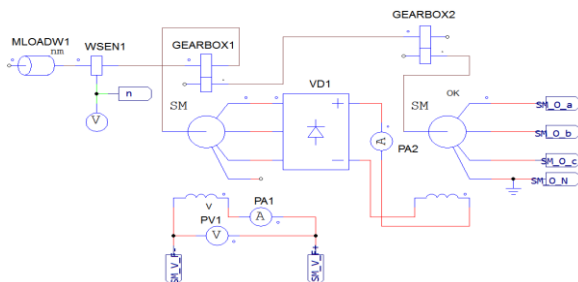


Рис. 3. Модель ТСГ

Для имитации работы БРЗУ (управление возбудителем) в состав модели включена модель системы управления (далее – СУ) возбуждением ТСГ. Модель СУ возбуждением представлена на рис. 6.

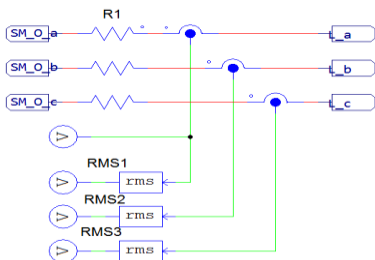


Рис. 4. Модель фидера ТСГ и БДТ

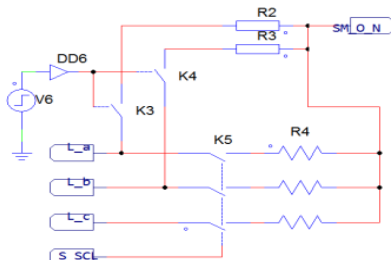


Рис. 5. Модель нагрузки

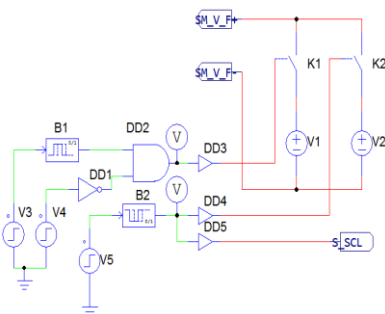


Рис. 6. Модель СУ

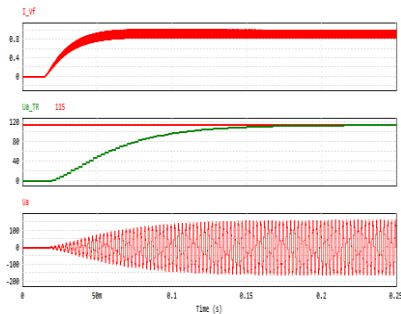


Рис. 7. Временные диаграммы

Для верификации модели был проведен анализ временных диаграмм канала генерирования при стабилизации напряжения на 115 В

при холостом ходу (далее - XX). Результаты моделирования режима XX представлены в виде временных диаграмм, приведенных на рис.7, где  $I_{vf}$  - ток возбуждения,  $U_{a\_TR}$  - действующее значения напряжения фазы A,  $U_a$  - мгновенные значения напряжения фазы A.

СУ обеспечивает подачу на обмотку возбуждения тока со средним значением около 1 А в режиме XX для обеспечения в точке регулирования напряжения с действующим значением 115 В.

Наиболее частыми неисправностями являются короткие замыкания (далее – КЗ), которые могут привести к выходу из строя всей системы электроснабжения летательного аппарата. Причинами КЗ могут быть перетирание изоляции проводов, повреждение токопроводящих частей, воздействие агрессивных сред.

Короткое замыкание на выходе ТСГ определяет очень тяжелый режим для всего канала генерирования из-за протекающих токов, значения которых превышают номинальные в несколько раз. Начальными условиями является работа ТСГ на XX, т.к. установившиеся значения токов КЗ не зависят от предварительно установленной нагрузки на КГ [3].

Требуется определить значения тока КЗ при однофазном, двухфазном и трехфазном коротком замыкании нагрузки. На рис.8а) приведены временные диаграммы процессов в КГ в режиме трехфазного симметричного короткого замыкания нагрузки. На рис.8б) приведены действующие значения тока фазы А при однофазном (1), двухфазном (2) и трехфазном КЗ (3) нагрузки.

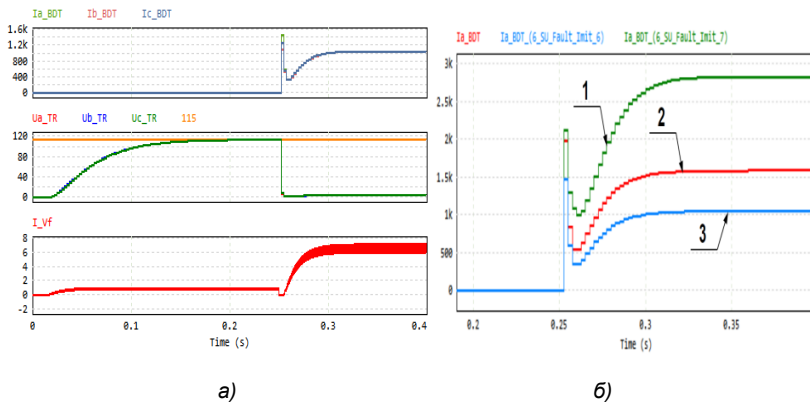


Рис. 8. Временные диаграммы процессов в КГ при аварийных режимах

Результаты моделирования представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты моделирования режимов работы КГ

| Режим работы | Ток ОБВ, А | U <sub>n_a</sub> , В | U <sub>n_b</sub> , В | U <sub>n_c</sub> , В | I <sub>бдт_a</sub> , А | I <sub>бдт_b</sub> , А | I <sub>бдт_c</sub> , А |
|--------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| XX           | 1          | 115                  | 115                  | 115                  | 0                      | 0                      | 0                      |
| 1Ф КЗ Н      | 6,5        | 14                   | 183                  | 150                  | 2800                   | 0                      | 0                      |
| 2Ф КЗ Н      | 6,5        | 80                   | 10                   | 38                   | 1560                   | 1970                   | 0                      |
| 3Ф КЗ Н      | 6,5        | 5                    | 5                    | 5                    | 1040                   | 1040                   | 1040                   |

**Вывод.** В результате моделирования были определены значения тока возбуждения возбудителя ТСГ при различных режимах работы КГ. Были получены значения токов и напряжений на выходе ТСГ. Полученные данные могут быть основой для синтеза системы защиты от аварий, а также для проектирования стенда испытаний для проверки работоспособности защит КГ от рассмотренных аварийных ситуаций.

#### Литература

1. Грузков, С.А. Системы электроснабжения летательных аппаратов. Том 1. / С.А. Грузков, С.Ю. Останин, А.М. Сугробов, А.Б. Токарев, П.А. Тыричев. Учебник для вузов в 2 т. / под ред. С.А. Грузкова.М.: Издательство МЭИ, 2005, 568 с.
2. Жарков М.А. Анализ электромагнитных процессов в стартер-генераторной системе на основе трехкаскадного синхронного генератора: дис. ... канд. тех. наук: 05.09.03. ФГБОУВО «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск, 2021. 202 с.
3. Морозовский В.Т. Системы электроснабжения летательных аппаратов / В.Т. Морозовский.М: «Машиностроение», 1973. 420 с.

УДК 621.3.049.7, 621.3.036.29

И.С. ТУРЧЕНКО, к.т.н  
Д.С. ЗОТОВ, студентМосковский Авиационный Институт, кафедра 310  
125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 4  
E-mail: i.s.turchenko@yandex.ru, drozd24.11@yandex.ru

### Анализ теплового состояния блока управления авиационным синхронным генератором

**Аннотация.** В работе приведены результаты проектирования компоновки блока регулирования, защиты и управления генератором. Проведен анализ теплообмена и выполнены тепловые расчеты для сравнительной оценки эффективности нескольких вариантов радиаторов силовой части блока.

**Ключевые слова:** тепловое моделирование, система генерирования, синхронный генератор, блок регулирования, пассивное охлаждение.

I.S. TURCHENKO, PhD  
D.S. ZOTOV, student

Moscow Aviation Institute, department 310  
125080, Moscow, Volokolamskoe sh., 4  
E-mail: i.s.turchenko@yandex.ru, drozd24.11@yandex.ru

## Analysis of the thermal condition of the aviation generator control unit

**Abstract.** This article presents the results of the generator control unit construction design. An analysis of heat transfer and thermal calculations was performed for comparative assessment of efficiency of several types of power side radiators.

**Key words:** thermal modeling, power generation system, synchronous generator, generator control unit, passive cooling.

Основным источником напряжения переменного тока в системе электроснабжения летательного аппарата (далее – ЛА) служит бесконтактный синхронный генератор (далее – СГ). Обеспечение стабилизации выходного напряжения СГ осуществляется посредством применения блока регулирования, защиты и управления (далее - блок), который также управляет линейным контактором системы генерирования и обеспечивает защиту компонентов системы генерирования от аварий [1].

Современная элементная база и средства компьютерного моделирования позволяют по-новому взглянуть на процесс проектирования электронных изделий, в результате которого должны быть получены характеристики, соответствующие повышенным требованиям перспективных ЛА.

На рис. 1 приведена структурная схема блока, где обозначены: 1 – силовая часть блока (далее – СЧ), 2 – блок преобразования аналоговых сигналов (БПАС), 3 – драйвер, 4 – система управления и защиты (СУЗ), 5 – блок вспомогательных напряжений (БВН), 6 – блок согласования.

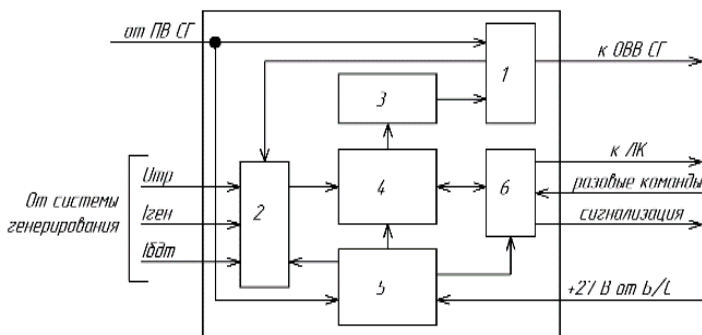


Рис. 1. Структурная схема блока

В результате моделирования электрических процессов в СЧ блока были получены значения потерь мощности в полупроводниковых элементах СЧ блока в режиме работы при следующих условиях:

- стабилизация выходного напряжения основного каскада генератора на уровне 115 В (фазное, действующее);
- номинальное значение тока нагрузки;
- минимальное допустимое значение оборотов вращения вала,

Результаты представлены в табл. 1, где приведены:  $P_{rect}$  – потери в диоде выпрямителя,  $P_{vt}$  – потери в транзисторе регулятора,  $P_{vd}$  – потери в диоде регулятора.

Таблица 1. Потери в полупроводниковых элементах СЧ блока

| Потери в ЭРИ СЧ блока | $P_{rect}$ , Вт | $P_{vt}$ , Вт | $P_{vd}$ , Вт |
|-----------------------|-----------------|---------------|---------------|
|                       | 0,43            | 0,716         | 0,94          |

Разработана конструкция блока для анализа температурного распределения при тепловых потерях на транзисторах и диодах СЧ (в корпусах КТ-94-1) (рис. 2) с учетом пассивного охлаждения: 1 – плата СУЗ, 2 – плата СЧ, 3 – плата БПАС, 4 – плата блока согласования, 5 – плата БВН, 6 – приборная часть соединителя.

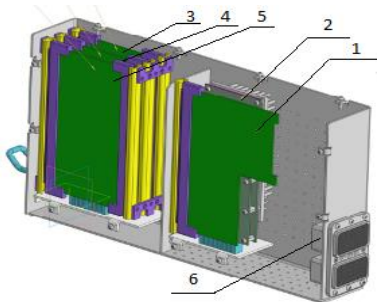


Рис. 2

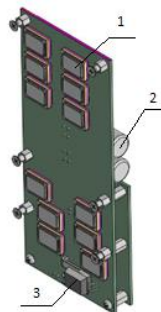


Рис. 3

3D-модель платы СЧ блока приведена на рис. 3, где показаны: 1 – элементы в корпусах типа КТ-94-1, 2 – электролитические конденсаторы, 3 – датчик тока.

Для сравнительного анализа эффективности теплоотвода были выбраны три различных типа радиатора (рис. 4):

- И-120 – игольчатой конструкции (рис. 4а);
- АВ1320 – ребристый с профилированными гранями (рис. 4б);
- АВ0099 – классический ребристый (рис. 34в).

Радиаторы имеют идентичные базовые геометрические параметры: толщина основания 4 мм, и высота ребер 17 мм, что обеспечивает корректность сравнения их тепловых характеристик.

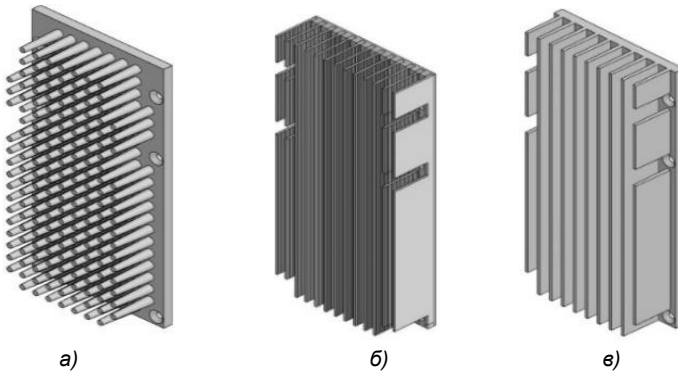


Рис. 4. Рассматриваемые варианты радиаторов

При проектировании конструкции силовой части блока необходимо обеспечить температуру элементов не более  $90^{\circ}\text{C}$  в указанном режиме работы. Нагрев элементов без применения радиатора не приемлем, т. к. температуры могут достигать значений более  $100^{\circ}\text{C}$ .

Заданное значение температуры обеспечивается геометрическим параметрами радиатора, свойствам теплопроводности материала, а также характеристикой поверхности излучения радиатора.

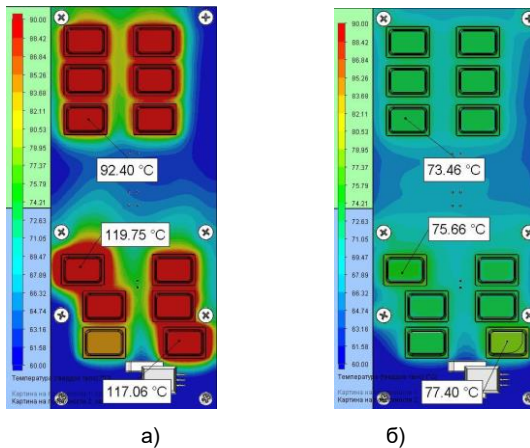


Рис. 5. Картины распределения температур по элементам СЧ

Результаты моделирования теплового состояния СЧ блока представлены на рис. 5 без радиатора (а) и с радиатором АВ0099 (б).

Исходные настройки моделирования: «Течение в газах и жидкости», «Теплопроводность в твердых телах», «Радиационный теплообмен». Гравитация задана по оси Y. Текучая среда – «воздух». Материал по умолчанию «Aluminum». Задаем начальные и внешние условия, нормальное давление, температуру окружающей среды 50°C.

Результаты моделирования сведены в табл. 2, где: T<sub>rect</sub> – температура диода выпрямителя, T<sub>vt</sub> – температура транзистора, T<sub>vd</sub> – температура диода регулятора, T<sub>рад</sub> – температура основания радиатора.

Таблица 2. Результаты теплового моделирования

| Температура   | T <sub>rect</sub> , °C | T <sub>vt</sub> , °C | T <sub>vd</sub> , °C | T <sub>рад</sub> , °C |
|---------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Без радиатора | 98                     | 98                   | 120                  | -                     |
| И-120         | 77,5                   | 76,5                 | 85                   | 73,2                  |
| AB-1320       | 73,3                   | 73                   | 76,8                 | 71,2                  |
| AB-0099       | 73,5                   | 73,3                 | 76,6                 | 71,8                  |

### Анализ полученных результатов

Применение радиатора И-120 оказалось менее эффективным, вероятно причина этого в способе размещения внутри конструкции блока при заданных условиях охлаждения и компоновке источников нагрева.

Значения температур, полученных при сравнении радиаторов АВ1320 и АВ0099 составили не более 1% для основания радиатора, и не более 0,5% на поверхности наиболее нагреваемых ЭРИ, при этом радиатор АВ0099 более прост в изготовлении, а значит обладает меньшей стоимостью при обеспечении требуемых показателей теплового состояния конструкции проектируемого изделия.

### Литература

1. Грузков, С.А. Системы электроснабжения летательных аппаратов. Том 1. / С.А. Грузков, С.Ю. Останин, А.М. Сугробов, А.Б. Токарев, П.А. Тыричев. Учебник для вузов в 2 т. / под ред. С.А. Грузкова. М.: Изд-во МЭИ, 2005, 568 с.
2. Кольтюков Н.А., Белоусов О.А. Проектирование несущих конструкций радиоэлектронных средств: учебное пособие / Н.А. Кольтюков, О.А. Белоусов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. 84 с.
3. Дульнев Г. И. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: Учебник для вузов по спец. «Конструирование и произв. Радиоаппаратуры». М.: Высш. шк., 1984. 247 с., ил.
4. Лигра: литые игольчатые радиаторы [сайт]. Режим доступа: <https://www.ligra-spb.ru/index.html>, свободный.

УДК 621.313.8, 621.313.322

И.С. ТУРЧЕНКО, к.т.н.  
Д.М. ХОДЫРЕВ, студент

Московский Авиационный Институт, Кафедра 310  
125080 г. Москва, Волоколамское шоссе 4  
E-mail: i.s.turchenko@yandex.ru, danil\_khodyrev@mail.ru

## **Исследование модели авиационного трехкаскадного синхронного генератора**

*Аннотация.* В работе приведены результаты исследования модели каскада трехкаскадного авиационного синхронного генератора. Получены внешняя характеристика подвозбудителя и регулировочная характеристика основного каскада синхронного генератора.

*Ключевые слова:* синхронный генератор, трехкаскадный генератор, система электроснабжения, внешняя характеристика, регулировочная характеристика.

I. S. TURCHENKO, PhD  
D. M. KHODYREV, student

Moscow Aviation Institute, department 310  
125080 Moscow, Volokolamskoe shosse 4  
E-mail: i.s.turchenko@yandex.ru, danil\_khodyrev@mail.ru

## **Modeling of operating modes of the aircraft synchronous generator**

*Abstract.* The article presents the results of a study of a cascade model of a three-stage aircraft synchronous generator. The external characteristic of the winder and the control characteristic of the main cascade of the synchronous generator are obtained.

*Key words:* synchronous generator, three-stage generator, power supply system, external characteristic, control characteristic.

На современных пассажирских самолетах и вертолетах применяются системы электроснабжения (далее – СЭС) с системами генерирования на основе трехкаскадных синхронных генераторов (далее – ТСГ) [1]. Такой тип генераторов имеет довольно сложную конструкцию, что говорит о сложности технологии и высокой стоимости изготовления.

Модернизация ранее разработанных систем или создание новых систем для перспективных ЛА остается актуальной задачей и требует поиска и развития новых подходов к проектированию СЭС и ее компонентов. При этом одной из важнейших задач остается проектирование ТСГ.

Стоит также отметить, что за последние несколько лет опубликовано множество работ, описывающих результаты исследований и испытаний новых разработанных ТСГ на мощности до 120 кВА [2].

Проведенный анализ публикаций показал, что многие вопросы, связанные с построением совмещенных трехкаскадных моделей, позволя-

ющих проанализировать связанность характеристик каскадов, взаимодействующих между собой требуют дополнительных исследований.

Разработка совмещенной модели ТСГ позволит исследовать работу каскадов, а также построить полные модели каналов и систем генерирования для проведения исследований нормальных и аварийных режимов работы, проверки систем управления и защиты, проектирования стенов проверки функционирования.

Цель данной работы заключается в построении модели ТСГ с номинальной выходной мощностью 120 кВА для применения в составе СЭС среднемагистрального самолета с повышенным уровнем электрификации. За основу взяты расчетные параметры основного каскада генератора (далее - ОК), перечисленные в [3]. При этом в рамках проведения работы были сделаны уточняющие расчеты каскада подвозбудителя (далее – ПВ) и каскада возбудителя (далее – КВ) ТСГ.

Согласно [3] число витков фазы обмотки якоря вычисляется по формуле:

$$W_{\phi} = \frac{A\pi D}{2mI_H}, \quad (1)$$

где  $A$  – линейная нагрузка якоря,  $D$  – диаметр расточки якоря,  $m$  – число фаз,  $I_H$  – номинальный ток фазы.

Число витков обмотки возбуждения на полюс:

$$W_{\phi} = \frac{F_B}{I_B}, \quad (2)$$

где  $F_B$  – необходимая МДС обмотки возбуждения,  $I_B$  – номинальный ток обмотки возбуждения.

В рамках выполнения работы проведен синтез структуры имитационной модели ТСГ, которая показана на рис.1.

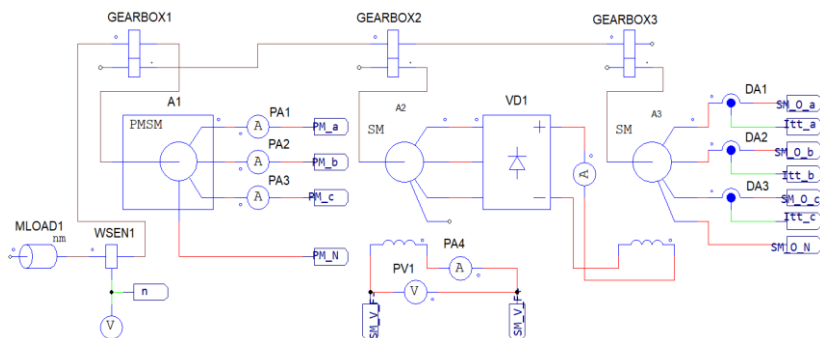


Рис. 1. Модель ТСГ:

A1 – модель ПВ, A2 – модель КВ, A3 – модель ОК, PA1-PA4 - амперметры, PV1 – вольтметр, DA1 – DA3 – блоки трансформаторов тока, MLOAD1 – источник механической энергии вращения

Для исследования характеристик модели ТСГ была разработана модель, структура которой приведена на рис.2, где показаны: 1 - источник механической энергии на валу, 2 – модель ПВ, 3 - модель КВ, 4 – модель вращающегося выпрямителя, 5 – модель ОК, 6 – модель нагрузки, 7 – модель системы управления, 8 – модель блока измерения.

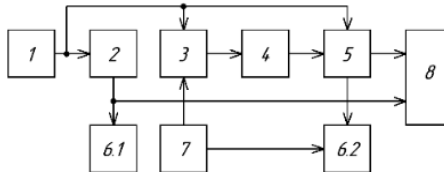


Рис. 2. Структурная схема модели проверки характеристик ТСГ

При изучении ТСГ прибегают к построению различных характеристик генератора. На основе опыта исследования подобных электрических машин мы можем выделить несколько наиболее важных и информативных характеристик [4]: внешняя характеристика ПВ и регулировочная характеристика ОК, приведенная току возбуждения КВ.

Для построения и исследования характеристик построены модели нагрузок и блока измерений, обеспечивающего получение значений величин. Соответствующие части модели представлены на рис. 3.

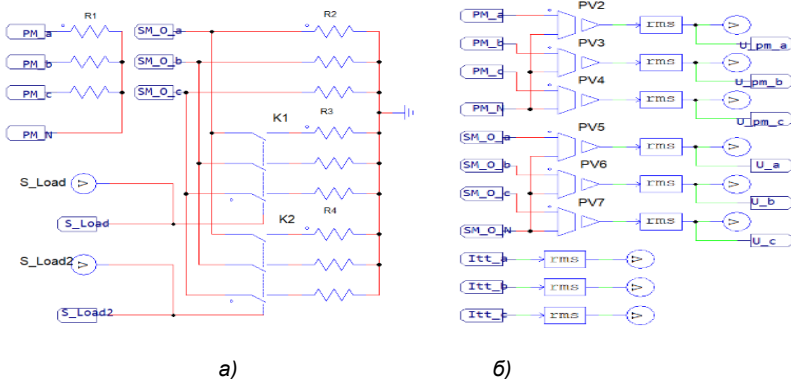


Рис. 3. а) модели нагрузки, б) модель блока измерений

Диапазон изменения скоростей вращения вала примем  $\pm 15\%$  от номинальной 12000 об/мин. В данной модели не учитывается падение напряжения на фидере, поэтому выходное напряжение генератора составляет 115 В. Полученные в результате моделирования характеристики представлены на рисунках 4, 5.

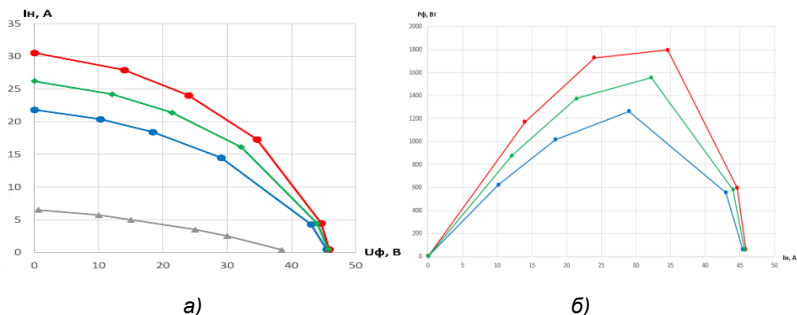
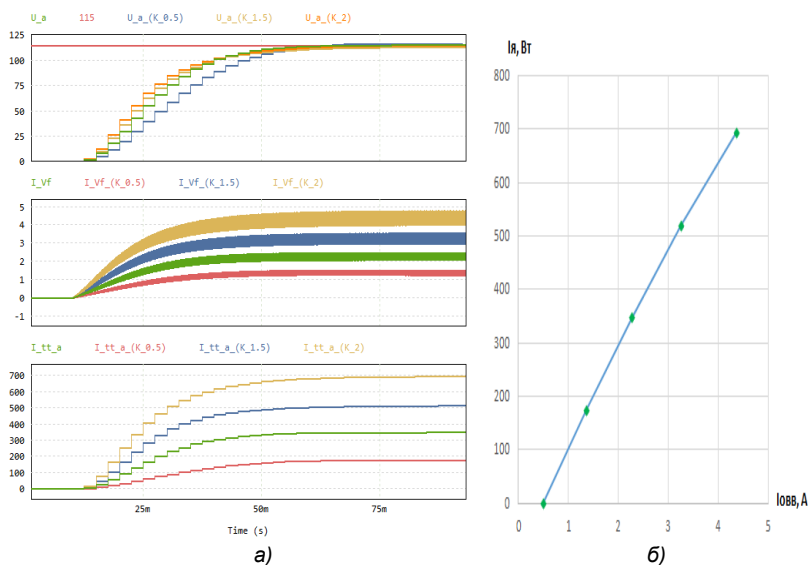


Рис. 4. а) внешняя характеристика ПВ, б) кривая электромагнитной мощности ПВ



$U_a$  – выходное напряжение ТСГ,  $I_{Vf}$  – ток возбуждения,  $I_{tt}$  – выходной ток ТСГ  
Рис. 5 а) токи и напряжения исследуемой модели, б) регулировочная характеристика ТСГ

Полученные в результате моделирования характеристики соответствуют характеристикам, получаемым в результате расчета по методическим указаниям [3] и взятым в открытом доступе [1, 3, 4]. Отсюда можно сделать вывод о том, что модель является адекватной.

**Вывод:** в результате анализа и оценки условий эксплуатации была построена модель ТСГ. Имитационным моделированием, анализом и сравнением результатов с опубликованными данными была подтвер-

ждена адекватность построенной модели. Определена ее применимость для дальнейших исследований.

### Литература

- С.А. Грузков, С.Ю. Останин, А.М. Сугробов, А.Б. Токарев, П.А. Тыричев: учеб. для вузов в двух томах. Под ред. С.А. Грузкова. М.: Издательство МЭИ, 2005. 568 с.
1. Жарков М.А. Анализ электромагнитных процессов в стартер-генераторной системе на основе трехкаскадного синхронного генератора: дисс. ... на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.09.03 . ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск, 2021. 202 с.
2. Журавлев С.В., Зечихин Б.С. Автоматизированный расчет авиационного синхронного генератора учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию. М.: Изд-во МАИ, 2011. 60 с.: ил.
3. В.А. Балагуров, Ф.Ф. Галтеев. Электрические генераторы с постоянными магнитами. М.: Энергоатомиздат, 1988. 280 с.: ил.

УДК 621.311:004.057.4

Д. И. МИНЯЕВ, ст. инженер  
М. В. ХОХЛОВ, доцент, к.т.н.

Федеральный исследовательский центр  
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»  
Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера  
167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 26  
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

## Реализация клиента протокола C37.118 на языке Julia

**Аннотация.** В работе описываются возможности реализованного на языке программирования Julia клиента протокола IEEE C37.118 для приема и обработки синхровекторов. Приводятся результаты сравнения с другими доступными пакетами и библиотеками.

**Ключевые слова:** синхровектор, клиент, протокол IEEE C37.118, язык Julia, производительность

D. I. Minyaev, senior engineer  
M. V. KHOLOV, Associate Professor, PhD

Federal Research Centre  
«Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences»  
Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North  
26 Kommunisticheskaja str, 167982, Syktvykar  
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

## Julia-based C37.118 protocol client implementation

**Abstract.** The paper presents a Julia-language implementation of an IEEE C37.118 protocol client designed for synchrophasor data acquisition and processing. Performance comparison with alternative packages is presented.

*Key words:* synchrophasor, client, IEEE C37.118 protocol, Julia language, performance

В системе мониторинга переходных режимов основными измеряемыми величинами являются синхровекторы. Для их передачи используется протокол, описанный в международном стандарте IEEE C37.118. При исследовании задач, связанных с синхронизированными векторными измерениями, в особенности с использованием испытательных стендов реального времени, возникает необходимость в приложении, способного подключаться к серверам C37.118 и получать данные измерений для их последующей обработки. С этой целью разработано несколько свободно-доступных программных средств, реализующих клиентскую часть протокола IEEE C37.118. Это SADP – библиотека на языке Matlab [1], PhasorToolBox – пакет на языке Python [2], Open-C37.118 – библиотека на языке C++ [3] и др. К сожалению, опыт работы с ними выявил различные ограничения в их использовании. Так, например, SADP не имеет возможности принимать данные от нескольких источников, в библиотеке Open-C37.118 присутствуют функции только для парсинга данных, а в PhasorToolBox нет возможности задать отдельные порты для отправки команд и получения данных. Это привело к созданию собственного клиентского приложения.

Представленный в данной работе клиент протокола IEEE C37.118 реализован на языке Julia. Выбор языка обусловлен следующими обстоятельствами: 1) Julia – высокоуровневый язык программирования, написанные приложения на котором не уступают в производительности приложениям, написанным на языках C/C++ и Fortran; 2) потребителями синхровекторов, которые поставляет клиент, предполагаются программы, написанные на Julia.

Разработанное клиентское приложение поддерживает прием потоков данных по протоколам стандартов C37.118-2005 и C37.118-2011. Оно может принимать и обрабатывать кадры конфигурации типа CFG-1 и CFG-2, запрашивать кадр конфигурации и передавать серверу команды на начало и останов передачи кадров с данными. Клиент способен обрабатывать следующие виды измерений: векторные измерения в полярной или прямоугольной форме представления, частоту и скорость изменения частоты, аналоговые измерения, дискретные сигналы. Реализована возможность принимать данные от нескольких источников в режимах “Spontaneous UDP”, “Only UDP”, “Only TCP” и “TCP/UDP”; в этом случае полученные данные выравниваются по метке времени.

Учитывая предназначение клиента – прием данных в реальном времени от источников синхровекторов в программно-техническом комплексе моделирования электроэнергетической системы [4] на базе цифрового симулятора РИТМ, особое внимание уделено оценке производительности программы в сравнении с имеющимися пакетами.

В первом эксперименте проводилась оценка производительности парсинга данных, читаемых из бинарного файла. Файл содержит 8

командных кадров, 3 конфигурационных кадра и 1342 кадра с данными. Каждый кадр с данными содержит измерения 4-х измерительных устройств, их состав приведен в табл. 1. Результаты замеров времени, требуемого на чтение, парсинг и добавление структурированных данных в массив, приведены в табл. 2. Видно, что программа, написанная на Julia, немного уступает по производительности программе на C++, и значительно превосходит программы, написанные на Python и Matlab.

Таблица 1. Состав данных измерительных устройств в кадре

| № блока | Кол-во синхровекторов | Кол-во аналоговых сигналов | Кол-во цифровых слов |
|---------|-----------------------|----------------------------|----------------------|
| 1       | 3                     | 0                          | 1                    |
| 2       | 14                    | 8                          | 1                    |
| 3       | 14                    | 4                          | 1                    |
| 4       | 14                    | 0                          | 1                    |

Таблица 2. Время обработки данных из файла

| Клиентское приложение | Весь файл, мс | Кадр данных, мкс |
|-----------------------|---------------|------------------|
| PhasorToolBox         | 332,654       | 245,864          |
| SADF                  | 412,021       | 304,524          |
| Open-C37.118          | 7,905         | 5,843            |
| Разработанное         | 12,165        | 8,991            |

Во втором эксперименте проводилась оценка производительности выравнивания данных по метке времени. Для этого на симуляторе РИТМ запускалась модель реального времени, выдающая 20 потоков данных каждые 20 мс в режиме “Spontaneous UDP”. Кадр данных в каждом потоке содержал 6 синхровекторов, 3 аналоговых сигнала и 1 цифровое слово. Так как библиотека SADF способна принимать данные только от одного источника, а Open-C37.118 не содержит модуля для агрегации данных, то в этом эксперименте разработанный клиент сравнивался только с PhasorToolBox. Измерялось время от момента получения последнего кадра из набора данных до момента получения пользователем выровненного по метке времени набора данных. рис. 1 иллюстрирует время, затрачиваемое обеими программами на выполнение операции в ходе поступления данных. Среднее, медианное и максимальное время обработки набора данных за 10 минут работы программ сведено в табл. 3. Следует заметить, что часть кода на Julia, отвечающего за агрегацию данных, не оптимизирована. Тем не менее, видно, что разработанный клиент работает быстрее, чем PhasorToolBox.

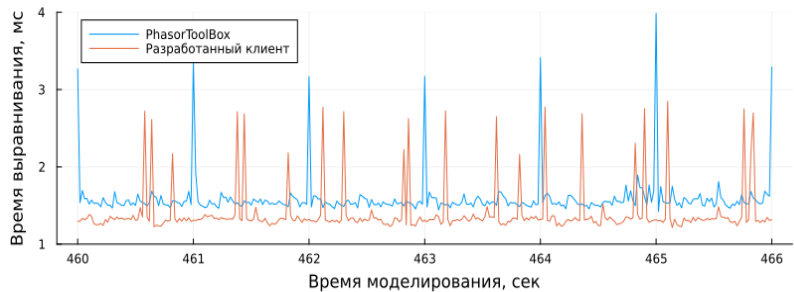


Рис.1. Затраты времени на выравнивание

Таблица 3. **Время выравнивания набора данных**

| Клиентское приложение | Среднее, мс | Медиана, мс | Максимум, мс |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------|
| PhasorToolBox         | 1,591       | 1,532       | 4,532        |
| Разработанное         | 1,418       | 1,318       | 4,515        |

*Работа выполнена в рамках НИР № 124013000621-4 «Научные основы исследования энергетического перехода на региональном уровне».*

#### Литература

1. Naglic M., Popov M., Meijden M., Terzija V. Synchro-measurement application development framework: an IEEE Standard C37.118.2-2011 supported MATLAB library // IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, 2018, vol. 67, N 8. P. 1804–1814.
2. Zhong X., Arunagirinathan P., Jayawardene I., Venayagamoorthy G. K., Brooks R. PhasorToolBox – a Python package for synchrophasor application prototyping // 2018 Clemson University Power Systems Conf. (PSC), Charleston, SC, USA, 2018. P. 1-8.
3. Open-C37.118 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/marsolla/Open-C37.118> (дата обращения: 10.02.2025)
4. Хохлов М.В. Полунатурное моделирование в исследовании задач мониторинга и управления ЭЭС по синхронизированным векторным измерениям // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 75 Надежность систем энергетики: устойчивое развитие и функционирование. Отв. ред. академик РАН В. А. Стенников. Иркутск: ИСЭМ СО РАН. 2024. С. 655-675.

УДК 621.311.004.94

М. В. ХОХЛОВ, доцент, к.т.н.

Федеральный исследовательский центр  
«Ками научный центр Уральского отделения Российской академии наук»  
Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера  
167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 26  
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

## **Реализация аналитического метода расчета узловой частоты при компонентно-ориентированном физическом моделировании ЭЭС**

*Аннотация.* Представлен подход к реализации аналитического метода вычисления частоты в узлах передающей сети в контексте компонентно-ориентированного физического моделирования электроэнергетических систем.

*Ключевые слова:* электроэнергетическая система, физическое моделирование, расчет частоты, электромеханические переходные процессы

M. V. KHOKHLOV, Associate Professor, PhD

Federal Research Centre  
«Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences»  
Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North  
26 Kommunisticheskaja str, 167982, Syktvykar  
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

## **Implementation of Analytic Bus Frequency Computation Method in Component-Based Physical Models of Power Systems**

*Annotation.* The paper presents an implementation approach for an analytic method that provides the frequency at every bus of the transmission network, into the framework of component-oriented physical modeling of electric power systems.

*Key words:* power system, physical modeling, frequency computation, transient stability

При моделировании электромеханических переходных процессов в электроэнергетической системе (ЭЭС) общераспространенным подходом к расчету частоты в произвольном узле передающей сети является численное дифференцирование алгебраической переменной – угла узлового напряжения (непосредственно [1] или через вещественную и мнимую составляющие напряжения [2]). Такой подход уязвим к присутствию шума в напряжении, вызванного наличием в модели ЭЭС стохастической нагрузки или генерации, порождает в графиках расчетной частоты импульсы или ложные переходные процессы при моделировании дискретных событий и пр.

В последнее время находит применение предложенный в [3] аналитический метод расчета узловой частоты по формуле, получившей

название frequency divider formula (FDF). FDF позволяет по значениям угловых скоростей синхронных машин вычислять хорошее приближение оценок частоты напряжения в каждом узле передающей сети и не создает проблем численного характера при решении системы дифференциально-алгебраических уравнений, описывающих модель ЭЭС и включающих в себя уравнения FDF.

Для того чтобы реализовать расчет узловой частоты по методу FDF в объектно-ориентированных моделях ЭЭС, создаваемых на основе принципов компонентного физического моделирования [4], рассмотрим модель потокораспределения в идеализации по постоянному току. При известных в этой модели допущениях уравнение потока активной мощности по ветви  $i$ - $j$  принимает вид (здесь и далее в системе относительных единиц):

$$P_{ij} = b_{ij}(\delta_i - \delta_j), \quad (1)$$

где  $b_{ij} = X_{ij} / (R_{ij}^2 + X_{ij}^2)$  – проводимость ветви,  $R_{ij}$  и  $X_{ij}$  – ее продольные активное и индуктивное сопротивления,  $\delta_i$ ,  $\delta_j$  – фазовые углы напряжений в узлах  $i$  и  $j$  соответственно. Дифференцируя (1) по времени, получим уравнение, связывающее угловые частоты напряжения  $\omega_i$ ,  $\omega_j$  по концам ветви:

$$dP_{ij}/dt = b_{ij}(\omega_i - \omega_j). \quad (2)$$

Для мощности нагрузки имеем

$$dP_{ei}/dt = 0. \quad (3)$$

Величина мощности, выдаваемая генератором в  $i$ -м узле, определяется синусоидальной угловой характеристикой, которая при допущениях, аналогичных используемым выше, и предположении о постоянстве ЭДС, равной 1 о.е., приводит к уравнению

$$P_{ei} = (\theta_{ei} - \delta_i) / X_{ei}, \quad (4)$$

где  $\theta_{ei}$  – угол ротора генератора. Дифференцирование (4) по времени дает связь между угловой скоростью ротора  $\omega_{ei}$  и угловой частотой напряжения в узле присоединения:

$$dP_{ei}/dt = (\omega_{ei} - \omega_i) / X_{ei}. \quad (5)$$

В [3] в качестве эквивалентного сопротивления  $X_a$  предлагается использовать среднее переходных  $0,5(X'_d + X'_q)$  или сверхпереходных  $0,5(X''_d + X''_q)$  сопротивлений в зависимости от учета влияния демпферных контуров в используемой модели синхронной машины. Составление узловых уравнений по первому закону Кирхгофа с подстановкой после их дифференцирования полученных выражений (2), (3), (5) дает систему линейных уравнений, содержащих угловые частоты напряжений в узлах в качестве неизвестных и угловые скорости синхронных машин в качестве известных. Выражая первые через вторые получим матричную формулу, тождественную приведенной в [3].

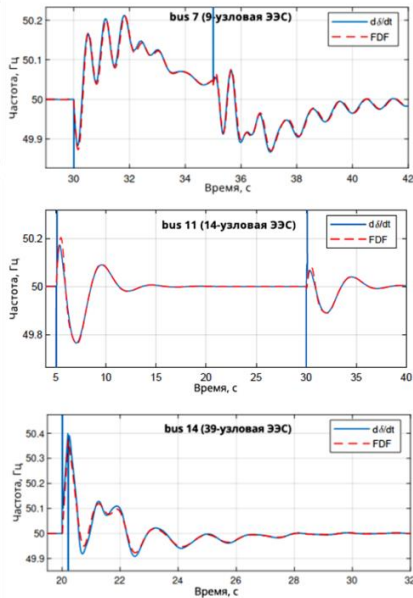
*Изложенный вариант вывода FDF не только демонстрирует при-*

нимаемые в данном методе допущения и, следовательно, определяет область его применимости и направления дальнейшего улучшения, но и декомпозирует систему уравнений [3] на уравнения моделей компонентов ЭЭС. Это позволяет достаточно просто реализовать FDF, описав в каждой модели взаимосвязь между интерфейсными переменными  $\omega$  и  $dP/dt$  в декларативной форме.

Для примера на рис. 1а показан фрагмент кода модели линии электропередачи на языке Simscape, дополненный уравнением (2), а также расширенный состав переменных физического соединения, включающий помимо комплексов напряжения и тока угловую частоту напряжения  $\omega$  в качестве потенциальной переменной и скорость изменения активной мощности  $dP/dt$  в качестве потоковой переменной.

```
domain Phasor
variables
    Vre = 1 % вещественная часть напряжения
    Vim = 0 % мнимая часть напряжения
    w = 1 % угловая частота, о.е.
end
variables(Balancing = true)
Ire = 0 % вещественная часть тока
Iim = 0 % мнимая часть тока
dPdt = 0 % скорость изменения P
end
end

component transmissionLine
nodes
    p = PhasorSim.Phasor; % :left
    n = PhasorSim.Phasor; % :right
end
variables
    Ire = 0
    Iim = 0
    I2re = 0
    I2im = 0
    dPdt = 0
end
branches
    Ire: p.Ire -> *
    Iim: p.Iim -> *
    I2re: n.Ire -> *
    I2im: n.Iim -> *
    dPdt: p.dPdt -> n.dPdt
end
equations
    let
        Vim = p.Vim - n.Vim
        Vre = p.Vre - n.Vre
    in
        Ire == g * Vre + b * Vim + G * p.Vre - B * p.Vim
        Iim == g * Vim - b * Vre + G * p.Vre + B * p.Vim
        I2re == -g * Vre - b * Vim + G * n.Vre - B * n.Vim
        I2im == -g * Vim + b * Vre + B * n.Vre + G * n.Vim
    end
    dPdt == b * (p.w - n.w)
end
end
```



а)

б)

Рис. 1. а – расширение состава переменных физического соединения и описания модели линии электропередачи на языке Simscape;  
б – примеры динамики изменения узловой частоты

В соответствии с описанным подходом метод FDF выполнен в экспериментальной библиотеке компонентов [4], разработанной на языке Simscape для моделирования электромеханических переходных процессов в среде Simulink, и протестирован на нескольких динамических моделях ЭЭС с использованием различных моделей регулируемых

генераторов. Некоторое представление о точности метода в сравнении с методом численного дифференцирования угла напряжения дает рис. 1б. Наряду с отсутствием всплесков в моменты коммутации в сети, которые характерны для численной производной угла, следует отметить небольшое расхождение в динамике частоты, обусловленное используемыми в FDF допущениями. Уточнение формулировок с сохранением простоты реализации метода и его вычислительной эффективности – предмет дальнейших исследований. Предварительно проведенные эксперименты показали, что наибольший вклад в ошибку оценки частоты вносит упрощенное выражение (5), представляющее в FDF генератор.

*Работа выполнена в рамках НИР № 124013000621-4 «Научные основы исследования энергетического перехода на региональном уровне»*

#### Литература

1. Milano F., Manjavacas A.O. Frequency Variations in Power Systems: Modeling, State Estimation and Control. Hoboken, NJ: Wiley-IEEE Press, 2020. 360 p.
2. Mukherjee B., Fernandes M., Vanfretti L. A PMU-Based Control Scheme for Islanded Operation and Re-synchronization of DER // Int. Journal of Electrical Power & Energy Systems, Vol. 133 (107217), 2021. P. 1-14.
3. Milano F., Ortega A. Frequency Divider // IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 32, N. 2, 2017. P. 1493-1501.
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.): в 2 ч. – Иркутск: ООО «Максима», 2022, ч. II. С. 159-169.

УДК 621.317.33

М. В. ХОХЛОВ, доцент, к.т.н.

Федеральный исследовательский центр  
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»  
Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера  
167982 г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 26  
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

#### **Устойчивое к систематическим ошибкам оценивание сопротивления по разностным измерениям**

**Аннотация.** Представлен метод определения электрического сопротивления по результатам измерений тока и напряжения в переходном режиме, устойчивый к систематическим ошибкам в них. Предложен ряд оценок сопротивления и получены условия их применимости.

**Ключевые слова:** электрическое сопротивление, оценка, систематическая ошибка, разностное измерение

M. V. KHOKHLOV, Associate Professor, PhD

Federal Research Centre  
«Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences»  
Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North  
26 Kommunisticheskaja str, 167982, Syktyvkar  
E-mail: hohlov@energy.komisc.ru

## Resistance Estimation with Immunity to Systematic Errors Based on Difference Measurements

*Annotation.* A method for determining electrical resistance from current and voltage measurements in transient mode, robust to systematic errors in these measurements, is presented. A set of resistance estimators is proposed, and their applicability conditions are established.

*Key words:* resistance, estimate, systematic error, difference measurement

Когда параметры объекта или системы невозможно измерить непосредственно, их вычисляют по измерениям других величин. В области электротехники и электроэнергетики одним из таких параметров, требующим своего уточнения (в некоторых задачах – в режиме реальном времени), является электрическое сопротивление, вычисляемое по измерениям тока и напряжения в соответствии с законом Ома. Случайный шум в измерениях, а в большей степени присутствие в них систематических ошибок, осложняют получение несмещенных эффективных оценок сопротивления. Предлагаемый в работе метод основан на использовании разностных измерений, введенных в [1], но в отличие от трудоемкого расчета, связанного с решением задачи нелинейного программирования, сформулированной в [1], отличается высокой вычислительной эффективностью и простотой реализации.

Рассмотрим следующую модель измерения напряжения и тока:

$$\bar{V} = V + \xi_V + \Delta_V, \quad (1)$$

$$\bar{I} = I + \xi_I + \Delta_I, \quad (2)$$

где  $V$  ( $I$ ) – истинное значение напряжения (тока),  $\xi_I$ , ( $\xi_V$ ) – случайная составляющая ошибки измерения с нулевым математическим ожиданием и дисперсией  $\sigma_V^2$  ( $\sigma_I^2$ ),  $\Delta_V$  ( $\Delta_I$ ) – систематическая составляющая ошибки измерения. Предполагаем, что случайные ошибки некоррелированы, измерения выполняются синхронно.

Рассмотрим два замера, выполненные в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  с различающимися значениями тока и определим разностные измерения:

$$\Delta \bar{V} = \bar{V}(t_1) - \bar{V}(t_2) = \Delta V + \varepsilon_V, \quad (3)$$

$$\Delta \bar{I} = \bar{I}(t_1) - \bar{I}(t_2) = \Delta I + \varepsilon_I, \quad (4)$$

которые, как видим, не содержат систематических ошибок, но лишь случайные  $\varepsilon_V = \xi_V(t_1) - \xi_V(t_2)$ ,  $\varepsilon_I(t_1) = \xi_I(t_1) - \xi_I(t_2)$ , имеющие нулевые мате-

матические ожидания и дисперсии  $2\sigma_V^2$  и  $2\sigma_I^2$  соответственно. Тогда при условии, что  $\Delta T \neq 0$ , сопротивление вычисляется согласно закону Ома:

$$\bar{R} = \Delta \bar{V} / \Delta \bar{I} \quad (5)$$

Имея выборку разностных измерений, сформулируем следующие статистические оценки сопротивления  $R$ :

$$\hat{R} = \text{mean}(\bar{R}), \quad (6)$$

$$\hat{R} = \text{median}(\bar{R}), \quad (7)$$

$$\hat{R} = \text{mean}(|\Delta \bar{V}|) / \text{mean}(|\Delta \bar{I}|), \quad (8)$$

$$\hat{R} = \text{median}(|\Delta \bar{V}|) / \text{median}(|\Delta \bar{I}|), \quad (9)$$

$$\hat{R} = \text{mean}(\bar{R}, w), \quad (10)$$

$$\hat{R} = \text{median}(\Delta \bar{V} \text{sign}(\Delta \bar{I})) / \text{median}(\Delta \bar{I} \text{sign}(\Delta \bar{I})), \quad (11)$$

где  $\text{mean}(x)$  – среднее арифметическое значений  $x$ ,  $\text{median}(x)$  – медиана значений  $x$ ,  $\text{mean}(x, w)$  – среднее арифметическое взвешенное значений  $x$  с весовыми коэффициентами  $w = |\Delta I| / \sqrt{2}\sigma_I$ .

Разнообразие предлагаемых оценок обусловлено, во-первых, ограниченной применимостью простого арифметического среднего (6). При малых относительно величины шума изменениях тока  $\Delta I$  распределение  $\bar{R}$  стремится к распределению Коши, которое характеризуется отсутствием математического ожидания и бесконечной дисперсией. В [2] показано, что даже при больших относительно шума значениях знаменателя математическое ожидание оценки отношения двух случайных величин смещено. Во-вторых, оценки обладают различными условиями несмещенности, скоростью сходимости и потенциалом практического применения.

Исследование оценок выполнялось методом статистических испытаний на случайно генерируемых выборках размером не менее  $N = 5000$  для различных коэффициентов вариации разностных измерений:

$$\gamma_V = \sqrt{2}\sigma_V / \Delta V, \quad (12)$$

$$\gamma_I = \sqrt{2}\sigma_I / \Delta I. \quad (13)$$

Характерное поведение оценок и их среднеквадратических отклонений с нормально распределенными ошибками в измерениях иллюстрирует рис. 1. Пунктирной линией показаны теоретические значения среднеквадратического отклонения, вычисляемые по приближенной формуле (14) для оценок, основанных на средних, и по формуле (15) для оценок, основанных на медиане:

$$\sigma_{\hat{R}} = R \sqrt{(\gamma_V^2 + \gamma_I^2) / N}, \quad (14)$$

$$\sigma_{\hat{R}} = R \sqrt{\pi(\gamma_V^2 + \gamma_I^2)/2N}. \quad (15)$$

Аналогичные расчеты были проведены для измерений с равномерно распределенными на интервале  $[-b, b]$  ошибками.

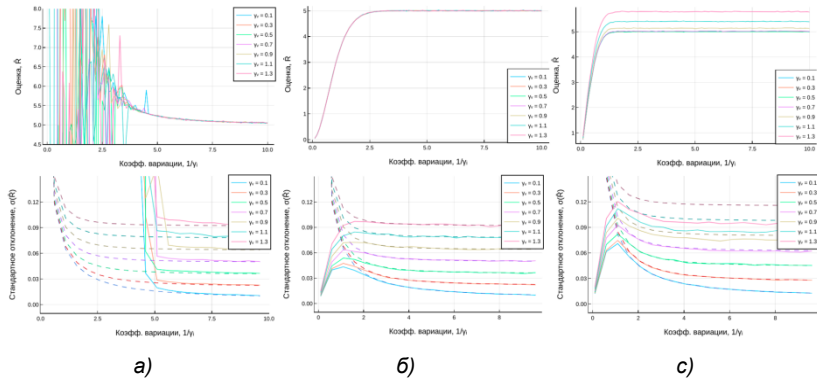


Рис. 1. Статистические испытания оценок ( $R = 5 \text{ Ом}$ ): а – (6), б – (10), с – (9)

Основные результаты, достигнутые в ходе экспериментов, – установление эмпирических нижних границ изменения тока, при котором обеспечивается несмещенная (состоятельная) оценка  $\hat{R}$ , – сведены в табл. 2. Из них следует, что изменение тока  $\Delta I$ , фиксируемого разностным измерением, должно быть не меньше  $5\sigma_I$  для нормального, и не меньше  $2b_I$  для равномерного распределения ошибок измерений при использовании оценок (7), (8), (10) и (11), а также не меньше, соответственно,  $2,5\sigma_I$  и  $b_I$  при использовании оценки (9). При применении оценок (8) и (9) дополнительно предъявляется требование к величине изменения напряжения  $\Delta V$ , нижняя граница которой определяется аналогичным образом. Использование оценки (6) может быть оправдано лишь при больших изменениях тока.

Таблица 1. Условия применимости (несмещенности) оценок

| Тип распределения $\xi$ | (6)                      | (7)                     | (8)                                                | (9)                                                | (10)                    | (11)                    |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Нормальное              | $\gamma_I \rightarrow 0$ | $\gamma_I < 1/3,5$      | $\gamma_I < 1/3,5$<br>$\gamma_V < 1/3,5$           | $\gamma_I < 2/3,5$<br>$\gamma_V < 2/3,5$           | $\gamma_I < 1/3,5$      | $\gamma_I < 1/3,5$      |
| Равномерное             | $\gamma_I \rightarrow 0$ | $\gamma_I < 1/\sqrt{6}$ | $\gamma_V < 1/\sqrt{6}$<br>$\gamma_V < 1/\sqrt{6}$ | $\gamma_I < 2/\sqrt{6}$<br>$\gamma_V < 2/\sqrt{6}$ | $\gamma_I < 1/\sqrt{6}$ | $\gamma_I < 1/\sqrt{6}$ |

Для непрерывного контроля за сопротивлением не сложно организовать расчет оценок (6)-(11) по рекуррентным алгоритмам [3]. Однако анализ (14) и (15) показывает, что погрешность оценки уменьшается с

увеличением  $\Delta I$  быстрее, чем с увеличением  $N$ . В этой связи целесообразнее накапливать выборку определенной длины и формировать разностные измерения по наиболее различающимся замерам тока. Следование жадной стратегии – самый простой вариант, который в данной задаче дает оптимальное решение.

В качестве примера определим сопротивление величиной  $R = 0,8$  Ом в составе моделируемой RLC-цепи постоянного тока. Ошибки измерений тока, протекающего через сопротивление, и напряжения на нем следуют нормальному закону распределения с  $\sigma_I = 0,4$  А,  $\sigma_V = 0,4$  В. Для наглядности добавлены систематические ошибки  $\Delta I = 20$  А,  $\Delta V = -70$  В. Измерения выполняются каждые 20 мс. Расчет по прямым измерениям дает ожидаемо смещенную оценку  $\hat{R} = 0,502$  Ом. Предлагаемым методом на 10-и секундном интервале протекания переходного процесса (рис. 2) жадным алгоритмом сформировано 242 разностных измерения, удовлетворяющих условию  $\Delta I > 7\sigma_I$ . Все предложенные оценки получают несмещенными. Так, оценка (11) дает  $\hat{R} = 0,800 \pm 0,012$  Ом. Методом [1] получено  $\hat{R} = 0,799 \pm 0,005$  Ом.

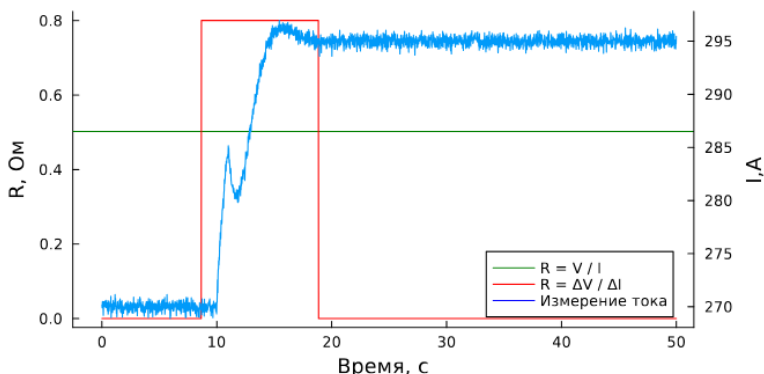


Рис. 2. Результаты эксперимента

В заключении отметим, что описанный метод может быть использован в цепях переменного тока для оценивания полного сопротивления, а также для определения проводимости  $G = I / V$ . В последнем случае переменна местами числителя и знаменателя может давать более точную оценку сопротивления, если условие несмещенности по напряжению менее ограничивающее, чем по току.

*Работа выполнена в рамках НИР № 124013000621-4 «Научные основы исследования энергетического перехода на региональном уровне»*

### Литература

1. Хохлов М.В. Оценка параметров схемы замещения линии электропередачи по данным РМУ в условиях систематических ошибок измерений // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 66. Актуальные проблемы надежности систем энергетики. Минск: БНТУ, 2015. С. 272–279.
2. Райцин А.М. Измерение отношения двух нормально распределенных случайных величин // Измерительная техника. 2012, № 9. С. 7–11.
3. Цыпкин, Я. З. Информационная теория идентификации. М.: Наука, 1995. 336 с.

УДК 621.311.24:621.313.12

А.А. ЯБЛОКОВ, к.т.н.,  
В.А. ТИТОВ, аспирант.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: andrewyablokov@yandex.ru, titov.v.a@bk.ru

### Алгоритм группировки профилей электрической нагрузки по признаку подобия

**Аннотация.** Статья посвящена разработке нового метода автоматического группирования профилей электрических нагрузок по признаку подобия и сравнение его с существующими подходами к кластеризации.

**Ключевые слова:** профили электрических нагрузок, прогнозирование мощности нагрузки, временные ряды, кластеризация, группирование по подобию.

A.A. YABLOKOV, PhD,  
V.A. TITOV, postgraduate student

Ivanovo State Power Engineering University  
34, Rabfakovskaya St., 153003, Ivanovo  
E-mail: andrewyablokov@yandex.ru, titov.v.a@bk.ru

### Algorithm for grouping electric load profiles on the basis of similarity

**Abstract.** The paper is dedicated to the development of a new method of automatic clustering of electric load profiles on the basis of similarity and comparing it with existing approaches to clustering.

**Key words:** electric load profiles, load power forecasting, time series, clustering, similarity grouping.

Разработка и исследование методов прогнозирования мощности электрической нагрузки, анализ профилей нагрузки остаются актуальными задачами в электроэнергетике, решение которых позволяет со-

кращать финансовые и временные затраты в различных отраслях, например, планирование технического обслуживания и ремонта (ТОиР), оптимизация потребления и др.

Существует множество различных методов прогнозирования мощности электрической нагрузки основанных на статистических методах, например [1, 2], методах основанных на машинном обучении [3, 4]. Новыми направлениями в области прогнозирования стали предварительно обученные модели машинного обучения для работы с данными не входящих в обучающие выборки [5, 6], которые совмещают в себе подходы статистических методов и методов машинного обучения. При этом все рассмотренные методы несут ошибку прогнозирования, в отдельных случаях она может составлять более 10%, которая в конечном итоге может приводить к неправильным решениям в управлении электрическими сетями.

Наибольшей точностью и воспроизводимостью прогнозирования мощности электрической нагрузки обладают методы на основе машинного обучения [5], однако у данного метода есть ряд недостатков: 1) необходим большой объем выборок данных, 2) обучение производится под каждый отдельно взятый объект, 3) отсутствует возможность коррекции весов модели при изменении профиля нагрузки. Подхода, решающего проблемы связанных с представленными недостатками на данный момент, не существует. Таким образом, актуальной является задача разработки универсального подхода к прогнозированию электрической нагрузки.

Универсальности подхода можно добиться за счет использования ансамблевых алгоритмов в методах машинного обучения [7, 8]. Однако группа данных алгоритмов предусматривает наличие либо метамоделей для выбора результатов множества моделей, либо усреднения результатов моделей. При этом зачастую отсутствует понимание параметров метамоделей и результаты таких моделей могут ухудшаться ввиду возможного переобучения. Для нивелирования ошибок связанных с архитектурой таких моделей в [5, 6] предлагают использование алгоритмов, которые предварительно анализируют входные данные, при этом организация такого анализа затрудняется по причине того, что такие алгоритмы функционируют на основе трансформеров.

Следовательно, существует необходимость разработки новых алгоритмов, которые будут отвечать следующим требованиям: автономность, адаптивность, саморазвитие, понимание внутренней организации алгоритма предварительного анализа входных данных, минимизации времени и требований к вычислительной технике в процессах как дообучения, так и обучения моделей.

Авторами представленной статьи предлагается подход, основанный на том, что профили нагрузки при нормализации имеют схожую форму и могут воспроизводиться в течении эксплуатации объектов. Следова-

тельно, можно создать алгоритм, который будет на основе анализа ретроспективных данных выбирать наиболее подходящую предварительно обученную на группе профилей нагрузки модель машинного обучения.

Наиболее распространённым методом для решения такого типа задач является кластеризация (*Affinity Propagation*, *K-means* [9], *Spectral Clustering* [10] и др.). Представленные алгоритмы имеют значительную эффективность при решении задачи кластеризации, однако для функционирования *K-means* и *Spectral Clustering* необходимо задавать количество кластеров, что не всегда может отражать всю полноту исходной выборки. Также стоит отметить, что при работе с временными рядами представленные алгоритмы не могут в полной мере, поскольку для их работы необходимо сокращать размерность временного ряда, что в конечном итоге увеличивает ошибку кластеризации.

Разрабатываемый алгоритм группировки профилей электрической нагрузки по признаку подобия основывается на следующем: 1) соответствие среднего расстояния между средним профилем нагрузки и рассматриваемым; 2) соответствие взвешенного входления рассматриваемого профиля нагрузки в рамки заданного диапазона. Блок-схема алгоритма представлена на рис. 1.

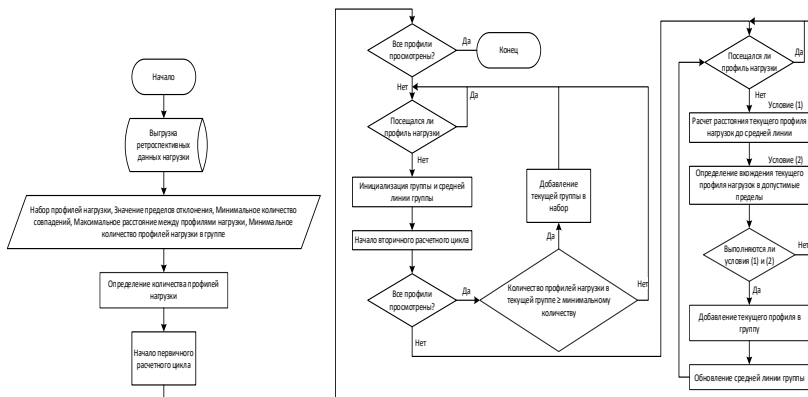


Рис. 1. Блок-схема разрабатываемого алгоритма группирования профилей нагрузки

В качестве метода расчета расстояния между профилями нагрузки использовалось евклидово расстояние, представленное в (1).

$$L(x, y) = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - y_{ij})^2} \quad (1)$$

Рис. 2 демонстрирует карты кластеризации для разрабатываемого алгоритма и *Affinity Propagation*. Они демонстрируют схожую работоспособность на одинаковых наборах данных, однако можно заметить разницу в формировании центроидов кластера и размеров кластеров. Эта разница обуславливается разностью подходов в алгоритмах кластеризации, при этом можно заметить, что разрабатываемый алгоритм разделяет исходный набор данных на меньшее количество кластеров, при том же охвате выборки. При этом на рис. 3 можно заметить, что профили нагрузки, сгруппированные алгоритмом *Affinity Propagation*, менее подобны друг другу, что в конечном итоге приводит к искажениям среднего значения группы профилей нагрузки и может привести к значительной ошибке прогнозирования при выборе необходимой модели машинного обучения.

Сравнение эффективности работы предложенного алгоритма проводилось с несколькими алгоритмами кластеризации, но в данной работе представлено сравнение с лучшим из них.

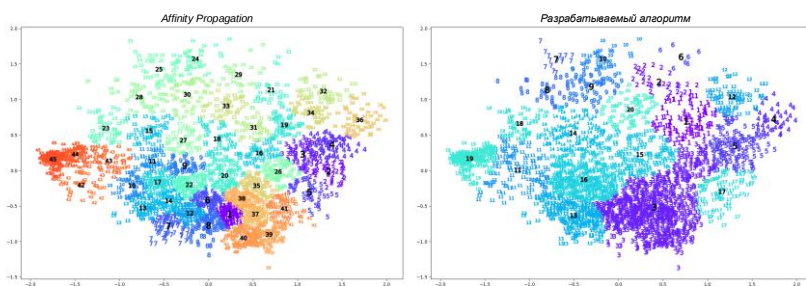


Рис. 2. Карты кластеров на двухмерной плоскости

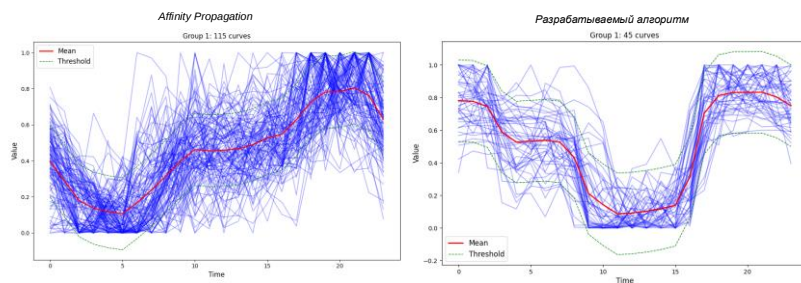


Рис. 3. Первый набор профилей нагрузки, полученных алгоритмом *Affinity Propagation* и разрабатываемым алгоритмом

**Вывод.** Разработанный алгоритм группировки профилей электрической нагрузки по признаку подобия функционирует с лучшей эффектив-

ностью при работе с временными рядами, что подтверждается результатами сравнения с существующими алгоритмами.

Дальнейшие исследования будут направлены на повышение эффективности алгоритма и снижение вычислительных требований.

### Литература

1. A. Gupta and A. Kumar, Mid Term Daily Load Forecasting using ARIMA, Wavelet-ARIMA and Machine Learning, *2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, Madrid, Spain, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope49358.2020.9160563.
2. L. Abderrezak, M. Mourad and D. Djalel. Very short-term electricity demand forecasting using adaptive exponential smoothing methods, *2014 15th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, Hammamet, Tunisia, 2014, pp. 553-557, doi: 10.1109/STA.2014.7086716.
3. Моргоева А. Д. и др. Прогнозирование потребления электрической энергии промышленным предприятием с помощью методов машинного обучения // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2022. Т. 333. №. 7. С. 115-125.
4. Томин Н. В., Корнилов В. Н., Курбацкий В. Г. Повышение эффективности почасового прогнозирования электропотребления с помощью моделей машинного обучения на примере Иркутской энергосистемы // *Электроэнергия. Передача и распределение*. 2022. №. 1 (70). С. 36-42.
5. Das A. et al. A decoder-only foundation model for time-series forecasting // *Forty-first International Conference on Machine Learning*. 2024.
6. Ekambaram V. et al. Tiny time mixers (TTMs): Fast pre-trained models for enhanced zero/few-shot forecasting of multivariate time series // *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2024. Т. 37. С. 74147-74181.
7. Русина А.Г., Тувшин О., Матренин П.В., Сергеев Н.Н. Ансамблевая модель для прогнозирования выработки ветровых электростанций. *Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ*. 2024; 26(1):64-76. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2024-26-1-64-76>
8. Русина А.Г., Танфильев О.В., Сидорова А.В., Черемных А.А. Применение ансамблей деревьев решений и линейной регрессии для оперативного прогнозирования нагрузки. *ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение*. 2021; № 6(69). С. 54–61.
9. Feng L. et al. A Wind-PV Aggregated Output Scenarios Generating Method Based on K+ AP Algorithm // *2024 IEEE International Conference on Energy Internet (ICEI)*. IEEE, 2024. С. 466-471.
10. Li Z. et al. Adaptive data clustering ensemble algorithm based on stability feature selection and spectral clustering // *2019 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD)*. IEEE, 2019. С. 277-281.

УДК 621.3

И.Е. ИВАНОВ<sup>1</sup>, 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.com<sup>1</sup>

### **Идентификация параметров линий электропередачи сверхвысокого напряжения по данным векторных измерений в несимметричных режимах**

*Аннотация.* Исследование посвящено определению параметров схем замещения воздушных линий (ВЛ) по данным синхронизированных векторных измерений (СВИ), зафиксированных в несимметричных режимах, главным образом – в течение бестоковой паузы однофазного автоматического повторного включения после устранения т.н. «дуги подпитки». Применяются различные алгоритмы определения параметров ВЛЭП. Численные результаты получены с использованием смоделированных и реальных данных СВИ.

*Ключевые слова:* воздушная линия, короткое замыкание, синхронизированные векторные измерения.

I.E. IVANOV<sup>1</sup>, Ph.D.,  
Ya.A. UMOV, PhD student

Ivanovo State Power Engineering University  
34 Rabfakovskaya St., Ivanovo, 153003 Russian Federation  
Email: igor.e.ivanov.777@gmail.com<sup>1</sup>

### **Extra-high voltage transmission line parameter estimation through synchrophasor measurements captured under unbalanced power system conditions**

*Abstract.* This research is dedicated to transmission line parameter estimation through synchronized current and voltage phasor measurements under unbalanced conditions, mainly, after the secondary arc extinction during the open-pole line operation. A number of different line parameter estimation algorithms are utilized when conducting numerical experiments. Results are obtained with simulated and real-field synchrophasor data.

*Key words:* overhead transmission line, fault, synchrophasor measurements.

Идентификация параметров схем замещения элементов электро-энергетической системы является важной задачей, от результатов решения которой зависит точность расчёта электроэнергетических режимов, корректность задания параметров срабатывания устройств релейной защиты, точность локации короткого замыкания на линиях электропередачи и др. Известно, что параметры воздушных линий (ВЛ) зависят от условий окружающей среды (температура воздуха, сопротивление грунта вдоль трассы ВЛ и другие факторы), а также от уровня

токовой загрузки ВЛ. Расчёты показывают, что вариации продольных параметров схемы замещения ВЛ могут достигать десятков процентов [1]. Помимо «естественного» изменения значений сопротивлений и проводимостей схемы замещения ВЛ, некорректные величины могут являться следствием ошибок в паспортных данных по конфигурации ВЛ и физическим свойствам системы проводников (включая грозозащитные тросы). Таким образом, *актуальной является задача идентификации фактических параметров схем замещения ВЛ по данным «пассивного» эксперимента – непосредственно по измерениям электрических величин по концам ВЛ.* При этом на ВЛ сверхвысокого напряжения (ВЛ СВН) должен осуществляться мониторинг режимных параметров с использованием технологии синхронизированных векторных измерений (СВИ), регламентируемый документом [2]. Наличие устройств СВИ (УСВИ) на многих ВЛ СВН Единой энергосистемы России создаёт готовую инфраструктуру для реализации отмеченного выше «пассивного» эксперимента. Российскими и зарубежными исследователями предложено достаточно большое количество расчётных алгоритмов для определения значений параметров ВЛ на базе СВИ [3, 4]. Однако эти алгоритмы, как правило, ориентированы только на идентификацию параметров прямой последовательности и верифицируются, за редким исключением, лишь на модельных данных СВИ. Очевидно, интерес представляет также оценка параметров схемы замещения нулевой последовательности ВЛ (прежде всего, реактивного сопротивления  $X_0$ ). В силу фактического отсутствия несимметрии токов и напряжений в нормальных установившихся режимах идентификация параметров нулевой последовательности по данным СВИ не представляется возможной (особенно с учётом погрешностей измерительных трансформаторов и преобразователей). Вместе с тем на ВЛ СВН иногда возникают *особые режимы*, к которым относятся, в частности, неполнофазные режимы в течение бестоковой паузы (БП) в цикле однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ) [5]. После гашения дуги подпитки ВЛ вновь, как и до короткого замыкания (КЗ), может быть представлена в виде единого многополюсника (поперечное сопротивление  $R_f$  исчезает из расчётной модели, соединяя тем самым «Левую часть ВЛ» и «Правую часть ВЛ» на рис. 1). Учитывая, что УСВИ на ВЛ СВН подключаются непосредственно к линейным измерительным трансформаторам (рис. 1), появляется возможность применения тех же методов идентификации параметров ВЛ, как и в доаварийном режиме. Весомым отличием, однако, является наличие резкой несимметрии на ВЛ, что с теоретической точки зрения благоприятствует оценке продольного сопротивления и ёмкостной проводимости нулевой последовательности.

С учетом изложенного выше, *в работе поставлена задача разработки и тестирования алгоритмов, направленных на расчет параметров прямой и нулевой последовательностей ВЛ СВН с использо-*

ванием данных СВИ в режиме БП ОАПВ после самоустранения однофазного КЗ. На первом этапе исследования в программном комплексе «MATLAB/Simulink» сформирована имитационная модель ВЛ 750 кВ, получены осциллограммы напряжений и токов, а также синхронизированные вектора по концам ВЛ. С использованием алгоритмов идентификации параметров ВЛ, описанных в [6, 7], показана принципиальная возможность оценки реактивных параметров ( $X_1$ ,  $X_0$ ,  $B_1$  и  $B_0$ ) с погрешностями 1–5 %.

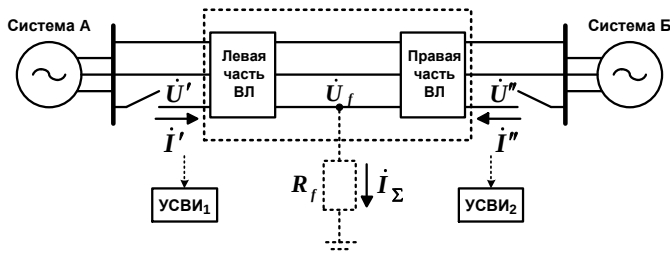


Рис. 1. Иллюстрация к организации СВИ по концам ВЛ СВН при самоустранении однофазного КЗ в течение БП ОАПВ

### Литература

1. I. Ivanov and A. Murzin, "Synchrophasor-based transmission line parameter estimation algorithm taking into account measurement errors," 2016 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe), Ljubljana, Slovenia, 2016, pp. 1-6.
2. Об утверждении требований к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики, а также к принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики. Министерство энергетики Российской Федерации, приказ № 101 от 13 февраля 2019 г.
3. P.I. Bartolomey, S.A. Eroshenko, E.M. Lebedev and A.A. Suvorov, "New information technologies for state estimation of power systems with FACTS," 2012 3rd IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT Europe), Berlin, Germany, 2012, pp. 1-8.
4. D. Shi, D.J. Tyllavsky, N. Logic and K.M. Koellner, "Identification of short transmission-line parameters from synchrophasor measurements," 2008 40th North American Power Symposium, Calgary, AB, Canada, 2008, pp. 1-8.
5. Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 488 с.: ил.
6. Иванов И.Е. Аналитическое определение параметров транспонированной линии электропередачи на базе синхронизированных векторных измерений // Вестник ИГЭУ. 2019. № 1. С. 30–42.
7. E. Satsuk, A. Zhukov, D. Dubinin, I. Ivanov and A. Murzin, "Analytical Approach to Phasor-based Line Parameter Estimation Verified Through Real PMU Data," 2022 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics (SGSMA), Split, Croatia, 2022, pp. 1-6.

УДК 621.3

И.Е. ИВАНОВ<sup>1</sup>, к.т.н.,  
А.Д. СОРОКИНА, магистрант,  
А.А. ЯБЛОКОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003 г. Иваново, ул. Рабфakovская, д. 34  
Email: igor.e.ivanov.777@gmail.com<sup>1</sup>

## **Исследование алгоритмов и сравнение результатов различных программных комплексов для расчёта установившихся электроэнергетических режимов**

*Аннотация.* Работа посвящена исследованию алгоритмов расчёта установившихся режимов (УР) электроэнергетических систем. Проанализированы различные подходы к заданию начальных приближений для расчёта УР методом Ньютона, разработана и верифицирована модель воздушной линии с распределёнными параметрами. Приведены результаты расчёта УР для отдельных схем в новом облачном сервисе «Лаборатория РЗА», а также сравнение данных, полученных с использованием нескольких программ для расчётов УР.

*Ключевые слова:* линия с распределёнными параметрами, метод Ньютона, установившийся режим, электроэнергетическая система.

I.E. IVANOV<sup>1</sup>, Ph.D.,  
A.D. SOROKINA, graduate student,  
A.A. YABLOKOV, Ph.D., Associate Prof.

Ivanovo State Power Engineering University  
34 Rabfakovskaya St., Ivanovo, 153003 Russian Federation  
Email: igor.e.ivanov.777@gmail.com<sup>1</sup>

## **Investigation of techniques for power-flow calculations in electric power systems and comparison of dedicated software results**

*Abstract.* This research is focused on the investigation of techniques used in power-flow studies. Different options are analyzed in terms of initial conditions, and a distributed parameter overhead line model is developed and successfully verified. A few power system diagrams are highlighted to show the capabilities of a new platform “LABRZA”. Finally, power-flow computation results obtained through several dedicated software tools are compared.

*Key words:* distributed parameter transmission line, Newton method, steady state, electric power system.

Расчёт установившихся режимов (УР) электроэнергетических систем (ЭЭС) является известной и нетривиальной задачей электроэнергетики, требующей, в силу нелинейности модели, итеративного решения [1]. Традиционным алгоритмом, применяемым для расчёта УР ЭЭС

в России и за рубежом, является метод Ньютона, обладающий такими характеристиками как надёжная сходимость и малое количество затрачиваемых итераций для достижения решения с желаемой точностью [2]. Несмотря на единообразие в данном аспекте, существующие подходы и реализованные на их основе программные комплексы отличаются с точки зрения организации вычислительного процесса, представления моделей элементов и особенностей интерфейса, играющих ключевую роль с точки зрения удобства использования программного продукта. В частности, можно выделить:

- особенности задания начальных приближений к искомым режимным параметрам («плоский» старт и другие опции), специфику учёта границ по реактивной мощности синхронных машин и другие особенности организации итераций по расчёту УР ЭЭС [3];
- варианты представления моделей элементов ЭЭС и реализации вычислений (в именованных величинах с точными значениями коэффициентов трансформации либо в относительных величинах, активно используемых в зарубежной литературе);
- различия между программными продуктами с точки зрения удобства описания элементов ЭЭС, в частности, возможности задания элемента ЭЭС паспортными данными либо только расчётными параметрами ( $R$ ,  $X$ ,  $B$ , коэффициент трансформации).

Очевидно, указанные выше факторы требуют от пользователя чёткого представления о специфике ввода данных в конкретную программу («СИМЭС», «Mustang», «RastrWin3» и др.); интерес представляет и сравнение результатов нескольких программ на одной и той же расчётной схеме. Отметим также, что алгоритмы расчёта УР ЭЭС, хотя и представлены достаточно подробно в [1–3], не раскрыты в полной мере, предполагают выбор отдельных опций (что практически неизбежно при итеративном численном решении задачи) и, очевидно, требуют скрупулёзной работы при программной реализации этих алгоритмов на конкретной платформе. В ИГЭУ в настоящее время разрабатывается новый облачный кроссплатформенный сервис «Лаборатория РЗА» для моделирования ЭЭС, включая элементы вторичных цепей, и различных расчётных задач в области электроэнергетики [4]. Сервис является уникальной отечественной разработкой и позволяет рассчитывать токи коротких замыканий по трёхфазным моделям элементов ЭЭС. Функционал сервиса предполагает наличие полноценного «ядра» для расчёта УР ЭЭС, что неизбежно ставит задачу разработки соответствующих алгоритмов и их верификации посредством расчёта режимов в «Лаборатории РЗА» и других отечественных программных продуктах с использованием одинакового набора схем ЭЭС.

Принимая во внимание описанную выше проблематику, в настоящем исследовании поставлены следующие основные задачи:

- разработка методологической основы для реализации расчётов УР ЭЭС на платформе «Лаборатория РЗА»;

- разработка однолинейной модели воздушной линии с распределёнными параметрами для более точного расчёта УР в электрических сетях сверхвысокого напряжения с протяжёнными электропередачами;
- исследование вариантов реализации стартовых условий для задания начальных приближений итерационного процесса по методу Ньютона;

– формирование моделей для одинакового набора схем ЭЭС в «Лаборатории РЗА» и других отечественных программных комплексах («СИМЭС», «Mustang», «RastrWin3») с целью кросс-валидации расчётных алгоритмов и выявления наибольших различий в результатах расчёта УР.

На рис. 1 изображена модель одной из схем ЭЭС, реализованная в «Лаборатории РЗА», а в табл. 1 приведено сравнение результатов вычисления напряжений в некоторых узлах этой схемы по различным программам («LABRZA» в табл. 1 соответствует «Лаборатории РЗА»).

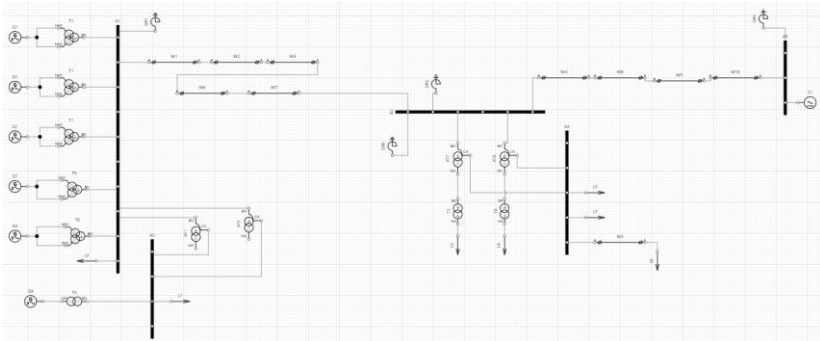


Рис. 1. Общий вид одной из моделей ЭЭС в сервисе «Лаборатория РЗА»

Таблица 1. Сравнение результатов расчёта напряжений в нескольких узлах схемы рис. 1

| № | Модули напряжений, кВ |           |          | Фазовые углы напряжений, град. |           |          |
|---|-----------------------|-----------|----------|--------------------------------|-----------|----------|
|   | «СИМЭС»               | «Mustang» | «LABRZA» | «СИМЭС»                        | «Mustang» | «LABRZA» |
| 1 | 746,47                | 748,20    | 748,57   | 15,4                           | 15,4      | 15,3     |
| 2 | 754,34                | 755,88    | 756,22   | 19,2                           | 19,3      | 19,1     |
| 3 | 335,33                | 335,74    | 335,74   | 30,2                           | 30,3      | 30,1     |
| 4 | 331,25                | 332,24    | 332,40   | 9,7                            | 9,8       | 9,6      |
| 5 | 10,41                 | 10,44     | 10,44    | 9,2                            | 9,3       | 9,2      |

#### Литература

1. Hadi Saadat. Power System Analysis. New York: WCB/McGraw-Hill, 1999.
2. Grainger J.J., Stevenson W.D., Chang G.W. Power System Analysis. New York: McGraw-Hill Education, 2016.

3. Вычислительные модели потокораспределения в электрических системах: монография / Б.И. Аюев, В.В. Давыдов, П.М. Ерохин, В.Г. Неуймин; под ред. П.И. Бартоломея. М.: Флинта: Наука, 2008. 256 с.

4. Лаборатория РЗА. URL: <https://labrza.ru/> (дата обращения: 10.04.2025).

УДК 621.321.925

Е.Н. ЕЛИСЕЕВА ст.преподаватель,  
А.И. КУЛЕШОВ, доцент,  
Н.Б. ИЛЫЧЕВ, доцент,  
В.А. СЕРОВ к.т.н., доцент,

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

### **Расчеты потокораспределения в изолированной электрической системе с учетом изменения частоты в программном комплексе СИМЭС**

*Аннотация.* В работе представлен алгоритм расчета установившегося режима электрической системы с учетом изменения частоты и действия противоаварийной частотной автоматики, реализованный в программном комплексе СИМЭС.

*Ключевые слова:* Электрическая система, установившийся режим, статизм, частота, АРЧВ, АЧР.

E.N. ELISEEVA senior lecturer,  
A.I.KULESHOV, Associate professor,  
N.B. ILYICHEV, Associate professor,  
V.A.SEROV Ph.D., Associate professor

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

### **Calculations of flow distribution in an isolated electrical network, taking into account frequency changes in the SIMES software package**

*Abstract.* The paper presents an algorithm for calculating the steady-state mode of an electrical network, taking into account the automation of frequency control, implemented in the SIMES software package.

*Key words:* Electrical network, steady state, statism, frequency, high frequency, ACR.

В работе представлена одна из возможных реализаций расчета потокораспределения в электрической сети с учетом изменения частоты

переменного тока. Предлагаемый метод использует блоки, применяемые в расчетах режимов с выделенным балансирующим узлом.

Для расчетов, кроме стандартной информации о схеме и параметрах элементов электрической сети необходимо задать дополнительную информацию :

- для источников: статизм регуляторов частоты вращения (АРЧВ) и диапазоны регулирования активной мощности;
- для нагрузок: коэффициенты статических характеристик по напряжению и частоте; распределение нагрузок по очередям АЧР-1 и АЧР-2.

Для расчета установившегося режима используются уравнения баланса мощности, записанные в полярной системе координат:

$$\varphi(\delta, U, f)_i = \bar{U}_i \cdot \operatorname{Re}(y_{i,i}) \cdot U_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \operatorname{Re}(\bar{U}_i \cdot (y_{i,j}) \cdot U_j) - P_H(U, f) + P_G(f) = 0$$

$$\psi(\delta, U, f)_i = \bar{U}_i \cdot \operatorname{Im}(y_{i,i}) \cdot U_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \operatorname{Im}(\bar{U}_i \cdot (y_{i,j}) \cdot U_j) - Q_H(U, f) + Q_G(f) = 0$$

Линеаризация этих уравнений приводит к следующей системе линеаризованных уравнений:

$$\begin{bmatrix} \frac{dP}{d\delta} & \frac{dP}{dV} & \frac{dP}{df} \\ \frac{dQ}{d\delta} & \frac{dQ}{dV} & \frac{dQ}{df} \\ \frac{dP_G}{d\delta} & \frac{dP_G}{dV} & \frac{dP_G}{df} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta V \\ \Delta f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi \\ \psi \\ \varphi_G \end{bmatrix} \quad (1)$$

Где нижняя строка матрицы Якоби соответствует базисному узлу (не путать с узлом баланса. Базисный узел - это узел, в котором параметры: модули и фазовые углы напряжений являются точкой отсчета для параметров режима остальных узлов)

Полученную систему уравнений представим в блочном виде:

$$\begin{bmatrix} J_{1,1} & J_{1,2} \\ J_{2,1} & J_{2,2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta U \\ \Delta f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi \\ \varphi_G \end{bmatrix} \quad | \quad (2)$$

Решение выполняется по следующему алгоритму:

$$\begin{aligned} J_{1,1} \cdot \Delta U + J_{1,2} \cdot \Delta f &= \varphi \\ J_{2,1} \cdot \Delta U + J_{2,2} \cdot \Delta f &= \varphi_G \\ \Delta U &= J_{1,1}^{-1} \cdot (\varphi - J_{1,2} \cdot \Delta f) \\ J_{2,1} \cdot [J_{1,1}^{-1} \cdot (\varphi - J_{1,2} \cdot \Delta f)] + J_{2,2} \cdot \Delta f &= \varphi_G \\ \Delta f &= (J_{2,2} - J_{2,1} \cdot J_{1,1}^{-1} \cdot J_{1,2})^{-1} \cdot (\varphi_G - J_{2,1} \cdot J_{1,1}^{-1} \cdot \varphi) \end{aligned}$$

Так как  $(U_{22} - J_{21} \cdot J_{11}^{-1} \cdot J_{12})$  представляет собой эквивалентный статизм системы, а  $(\varphi_6 - J_{21} \cdot J_{11}^{-1} \cdot \varphi)$  эквивалентный небаланс активной мощности, вызывающий изменение частоты, то приращение частоты, приводящее к новому установившемуся режиму, определяется отношением эквивалентного небаланса к эквивалентному статизму. Одним из мероприятий по минимизации негативных последствий снижения частоты, вследствие нарушения баланса мощности является устройства противоаварийной частотной автоматики АЧР и ЧАПВ, действующие на отключение и включение нагрузки.

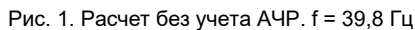
Для моделирования действия АЧР для каждой нагрузки необходимо задать номер очереди АЧР-1 (быстродействующей) и величину отключаемой нагрузки, а для АЧР-2 (медленнодействующей) так же величину отключаемой нагрузки и уставку по времени срабатывания.

Первоначально расчет УР при изменении частоты выполняется при не учете АЧР. Если расчетная частота оказывается ниже уставок срабатывания очередей АЧР-1, то последовательно выполняются расчеты при нагрузках, уменьшенных на величину отключаемой каждой очередью мощности, начиная с очереди, имеющей самую высокую уставку по частоте. При этом возможны три исхода: или частота поднимется до значения, при котором очередь к АЧР-1 работать не будет, или все очереди АЧР-1 сработают, или при отключении нагрузки какой-либо очередью частота поднимется выше уставок срабатывания АЧР.

Если в результате действия АЧР-1 частота не поднимется до требуемого уровня, то далее моделируется работа АЧР-2. Причем на данном этапе контролируются как уставки по частоте, так и уставки по времени. При этом последовательно рассчитываются режимы при отключении нагрузок от действия АЧР-2 для различных уставок по времени в порядке их возрастания. Здесь учитываются типы АЧР-2 как совмещенные с АЧР-1, так и не совмещенные.

Таким образом, рассчитывается серия установившихся режимов, в результате чего определяются значения частоты системы и всех других режимных параметров для различных этапов отработки противоаварийной частотной автоматики.

Примеры расчетов режима электрической сети с учетом частоты приведены на рис. 1–3.



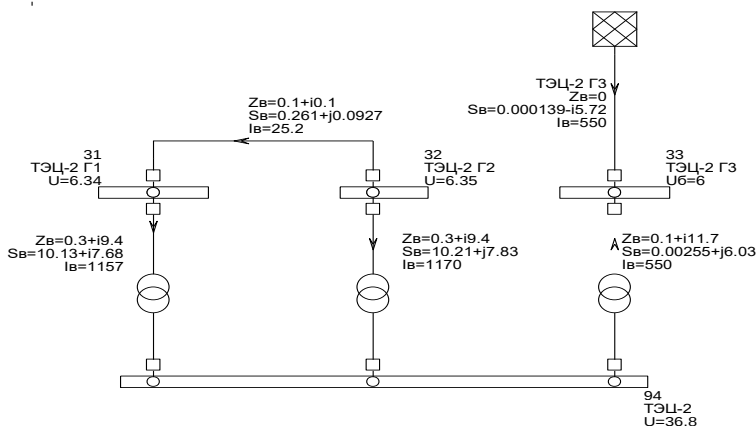


Рис.3 Расчет с учетом АЧР I и АЧР- II  $f = 49,8$  Гц



Рис.4. График изменения частоты при срабатывании АЧР-1 и АЧР-2

По результатам всех расчетов строится ступенчатый график изменения частоты для соответствующих моментов срабатывания АЧР (рис. 4). Полученные результаты позволяют определить оптимальные значения мощности потребителей, отключаемой различными очередями частотной разгрузки при возникновении дефицита мощности в электрической системе, которые обеспечат подъем частоты до требуемого уровня.

### Литература

1. Р.С.Рабинович. Автоматическая частотная разгрузка энергосистем. 2-е издание переработанное, дополненное. М.: Энергоатомиздат, 1989. 351 с.
2. А.И.Кулешов. Расчет и анализ установившихся режимов электроэнергетических систем на персональных компьютерах: Учеб.пособие. Изд. 3-е, доп. / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет». Иваново, 2019. 184 с.
3. EnergyCS - Программный комплекс для проектирования электроэнергетических систем / Ильичев Н.Б., Кулешов А.И.
4. Серов В.А. CADmaster #26/1.2005 (январь-март)

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021610410 Программный модуль СИМЭС Режим./ Е.Н.Елисеева, Н.Б.Ильичев, Кулешов А.И., В.А.Серов, К.Г.Шершнев.

УДК 621.321.925

Е.Н. ЕЛИСЕЕВА ст.преподаватель,  
А.И. КУЛЕШОВ, доцент  
Н.Б. ИЛЬИЧЕВ, доцент  
В.А. СЕРОВ к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34  
E-mail: [ilichevnb@rambler.ru](mailto:ilichevnb@rambler.ru)

## **Моделирование возобновляемых источников в расчетах установившихся режимов и токов коротких замыканий**

*Аннотация.* Разработана математическая модель и алгоритм учета подпитки от таких возобновляемых источников, как солнечные батареи и ветроэлектрогенераторы. Приведен расчет на тестовой модели с несколькими источниками, выдающими энергию через инверторы.

*Ключевые слова:* установившийся режим, ток коротких замыканий, инвертор, возобновляемые источники, солнечная батарея, ветрогенератор.

E.N. ELISEEVA senior lecturer,  
A.I.KULESHOV, Associate professor,  
N.B.ILYICHEV, Associate professor,  
V.A.SEROV Ph.D., Associate professors,

Ivanovo State Power Engineering University  
153003, Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: [ilichevnb@rambler.ru](mailto:ilichevnb@rambler.ru)

## **Modeling of renewable sources in calculations of steady-state conditions and short-circuit current**

*Abstract.* A mathematical model and an algorithm for accounting for recharge from renewable sources such as solar panels and wind turbines have been developed. The calculation is based on a test model with several sources providing energy through inverters.

*Key words:* steady state, short-circuit current, inverter, renewable sources, solar battery, wind turbine

Современное направление развития электрических сетей характеризуется активным внедрением генерирующих установок, использующих возобновляемые источники энергии, это, чаще всего, либо ветроэлектростанции (ВЭС), либо электростанции на солнечных батареях (СЭС). Оба вида электростанций предполагают примерно одну и ту же

схему выдачи электроэнергии в сеть [1,2]. Солнечная батарея вырабатывает электроэнергию постоянного тока с возможностью заряда аккумуляторной батареи, а ветроэлектрогенератор вырабатывает электроэнергию переменного тока с переменной частотой. Такой ток выпрямляется и заряжается аккумуляторная батарея. В обоих случаях электроэнергия, накопленная батареей, передается в сеть через инвертор. При этом моделирование таких источников в программных комплексах для расчета установившихся режимов и токов коротких замыканий, является актуальной задачей.

Таким образом, не важно, какой конкретно источник энергии, а важно то, что в выдаче энергии участвует инвертор, особенностью инвертора, как источника является то, что он имеет ограничения по величине выдаваемого напряжения и по величине тока.

В расчетах установившихся режимов электрических сетей, инвертор рассматриваются так же, как генераторы, с фиксированной выдачей активной и реактивной мощности, или с фиксированной выдачей активной мощности и фиксацией модуля напряжения. Моделирование таких источников в системах уравнений установившихся режимов известно и в литературе подробно описано [3,4]. В расчете установившегося режима инвертор рассматривается как генератор с фиксацией напряжения или с заданием выдачи реактивной мощности.

Сложность имеет место при расчете токов коротких замыканий (ТКЗ) с учетом подпитки от таких источников [5,6]. Особенностью инвертора как источника подпитки места КЗ является то, что у него имеется ограничение, по максимальному току. Если ток оказывается больше максимального, то заданное напряжение на его клеммах не обеспечивается, но фиксируется максимальное значение тока.

Таким образом, при коротком замыкании в сети инвертор может работать в одном из двух режимов: в режиме стабилизации напряжения или в режиме максимального тока.

Расчет ТКЗ с учетом подпитки от инверторов может быть произведен в два этапа. Сначала производится оценка тока с учетом того, что все инверторы работают в режиме стабилизации напряжения. Выполняется проверка, величины тока подпитки от каждого инвертора. На основе проверки может измениться модель учета каждого инвертора: если ток подпитки получился меньше максимального, то инвертор моделируем источником ЭДС в предположении, что ЭДС равно расчетному напряжению, иначе он моделируется источником тока равным возможному максимальному, с учетом того, что напряжение на его клеммах будет ниже номинального.

Моделирование инвертора в режиме стабилизации напряжения соответствует модели синхронного генератора в начальный момент короткого замыкания. Только вместо сверхпереходного сопротивления синхронной машины используем внутреннее сопротивление инвертора, а ЭДС считаем равным расчетному напряжению. В системе уравнений

узловых напряжений генераторы и инверторы в режиме стабилизации напряжения имеют ток подпитки, определяемый уравнением (1)

$$I_{yi} = I_{iE} = \frac{E_i - U_i}{Z_{iE}} = Y_{iE}(E_i - U_i), \quad (1)$$

где  $U_i$  – напряжение в узле с номером  $i$  подключения генератора или инвертора;  $E_i$  – величина ЭДС генератора или напряжение в режиме стабилизации напряжения инвертора  $Y_{iE}$  – проводимость ветви генератора или инвертора. Ток подпитки инвертора в режиме максимального тока определится как

$$I_{yi} = I_{iE} = J_k \quad (2)$$

где  $J_k$  – максимальный ток инвертора в узле с номером  $k$ , комплексное значение, с модулем и фазой.

Общая система уравнений узловых напряжений будет иметь вид

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} + Y_{1E} & Y_{1,2} & \dots & Y_{1,n} \\ Y_{2,1} & Y_{2,2} & \dots & Y_{2,n} \\ Y_{3,1} & Y_{3,1} & \dots & Y_{3,n} \\ Y_{n,1} & Y_{n,2} & \dots & Y_{n,n} + Y_{nE} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{1,E} E_1 \\ J_2 \\ J_3 \\ Y_{n,E} E_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Уравнение (3) решается методом Гаусса с использованием LU-разложения. В результате получаем распределение напряжений по узлам с учетом подпитки от генераторов и от возобновляемых источников, выдающих мощность через инверторы. Если окажется, что напряжение на шинах инверторов, работающих в режиме источников тока, оказалось выше заданного, то режим этого инвертора снова изменяется на режим стабилизации напряжения. В целом, такой итерационный процесс должен сходиться к определенному режиму.

Тестовый расчет выполняется на схеме, приведенной на рис. 1.

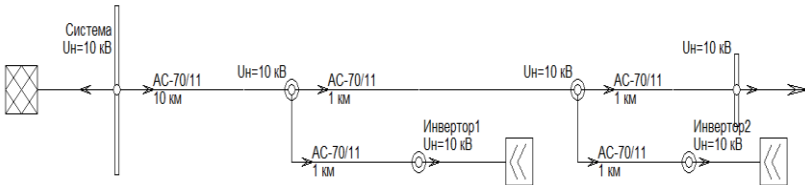


Рис. 1. Исходная схема в ПО СИМЭС для тестирования подхода

В этой схеме имеется связь с системой и 2 источника связанных с сетью через инверторы. Параметры Инвертора1 и Инвертора2 представлены в табл. 1

Таблица 1. Инверторы

| Узел подключения | Обозначение | Тип инвертора | Уном, кВ | Фиксация  U , кВ | Rг, кВт | Qг, квар | Храс, о.е. | I <sub>max</sub> , А |
|------------------|-------------|---------------|----------|------------------|---------|----------|------------|----------------------|
| Инвертор1        | Инвертор1   | Тип1          | 10       | 10               | 30      | 14.53    | 0.01       | 1000                 |
| Инвертор2        | Инвертор2   | Тип1          | 10       | 10               | 30      | 14.53    | 0.01       | 1000                 |

Первый расчет в предположении, что инверторы работают в режиме стабилизации напряжения, приведен на рис. 2.

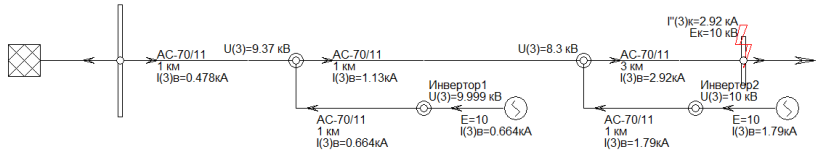


Рис. 2. Результат расчета, в предположении, что инверторы в режиме стабилизации напряжения

Из первого расчета видно, что ток подпитки от Инвертора 1 меньше максимально допустимого, а ток подпитки от инвертора 2 больше допустимого. Исходя из этого, делаем вывод, что инвертор 1 при КЗ продолжит работать в режиме стабилизации напряжения, а инвертор 2 перейдет в режим максимального тока, и должен быть представлен в модели источником максимального тока. Результаты расчета такой модели приведены на рис. 3.

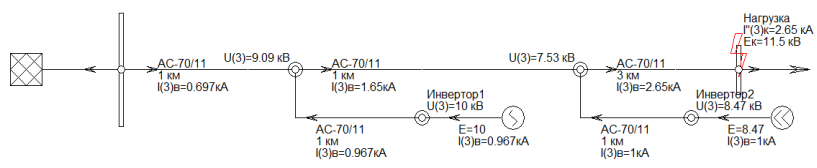


Рис. 3. Результаты расчета на второй итерации выбора режима

Из анализа результатов видно, что инвертор 1 хотя и работает, в режиме стабилизации напряжения, но его ток существенно больше, чем, в случае, когда инвертор 1 в работал в режиме стабилизации напряжения, его величина стала близка к максимальной. Поэтому можно предположить, что это не последняя итерация, и, возможно, в другом режиме есть необходимость еще одной итерации. Общее число итераций, связанных с уточнением режимов инверторов не больше их количества в модели.

Из приведенного исследования, видно, что алгоритм рабочий и будет реализован в программных комплексах СИМЭС и EnergyCS. Результаты расчета соответствуют реальному режиму.

### Литература

1. Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика / Г.Ф. Быстрицкий. Москва: Академия, 2005. 08 с.
2. Безруких П.П. Ветроэнергетика. (Справочное и методическое пособие). Москва: ЭНЕРГИЯ, 2010. 315 с.
3. Кулешов А.И., Прахин Б.Я. Расчет и анализ установившихся режимов электроэнергетических систем на персональных компьютерах: Учеб. пособие Иван. гос.энерг.ун-т. Иваново, 2001.171 с. ISBN
4. Вычислительные модели потокораспределения в электрических системах: монография/ Б.И Аюев, В.В. Давыдов и др. М. Флинта: Наука. 2008. 256 с.
5. ГОСТ 52735-2007 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1кВ»
6. РД 153-34.0-20.527-98 «Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования».

УДК 621.313

В.А. СЕРОВ, к.т.н., доцент

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина  
153003 г. Иваново, ул. Рабфаковская 3  
E-mail: serov-wa@rambler.ru

### **Уравнения переходного процесса в асинхронных двигателях при двухчастотном асинхронном режиме в энергосистеме**

*Аннотация.* Разработана математическая модель асинхронного двигателя при возникновении в энергосистеме двухчастотного асинхронного режима, которая позволяет учитывать, как электромагнитные, так и электромеханические переходные процессы в асинхронной машине, а также позволяет учитывать нелинейную зависимость момента сопротивления от скорости вращения двигателя.

*Ключевые слова:* асинхронный двигатель, двухчастотный асинхронный режим, основные частоты асинхронного режима, вынужденные колебания скорости вращения двигателя, колебания момента сопротивления

V.A. SEROV, Candidate of Engineering

Ivanovo State Power Engineering University  
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya St., 34  
E-mail: serov-wa@rambler.ru

### **Equations of the transient process in asynchronous motors under two-frequency asynchronous mode in the power system**

*Abstract.* A mathematical model of an asynchronous motor has been developed when a two-frequency asynchronous mode occurs in the power system, which allows taking into account both electromagnetic and electromechanical transients in an

asynchronous machine and also allows taking into account the nonlinear dependence of the moment of resistance on the speed of rotation of the motor.

*Key words:* asynchronous motor, two-frequency asynchronous mode, main frequencies of asynchronous mode, forced fluctuations in engine speed, fluctuations in the moment of resistance

Как известно, основную долю нагрузки в большинстве узлов электроэнергетической системы (ЭЭС) составляют асинхронные двигатели (АД), которые могут оказывать значительное влияние на режим работы и протекание различных переходных процессов в ЭЭС. В режиме асинхронного хода возможно нарушение устойчивости асинхронной нагрузки, что приводит к недопустимости данного режима в ЭЭС. Поэтому при исследовании и расчетах асинхронных режимов необходимо достаточно точное моделирование АД с учетом их динамических характеристик.

При представлении АД сверхпереходными параметрами (ЭДС и сопротивлением) уравнения переходного процесса в обобщенной системе координат в относительных единицах можно записать в виде:

$$U_B = r_1 I_B + p(x'' I_B + E_B''); \quad (1)$$

$$0 = I_B - y_0 [1 + T_p(p - j\omega)] E_B'; \quad (2)$$

$$T_J p \omega = -M_n + \operatorname{Re}(j E_B'' I_B), \quad (3)$$

где  $U_B, I_B, E_B''$  – обобщенные векторы напряжения, тока и сверхпереходной ЭДС соответственно;  $r_1, x_1, x''$  – активное и реактивное сопротивление статорной обмотки, сверхпереходное сопротивление АД;  $\omega, T_p$  – скорость вращения и постоянная времени электромагнитных процессов ротора;  $M_n$  – момент сопротивления на валу двигателя;  $T_J$  – постоянная инерции ротора двигателя;

$$y_0 = \frac{1}{x_1 - x''}$$

Постоянная времени ротора  $T_p$  и параметр  $y_0$  в общем случае зависят от скорости вращения ротора (или скольжения АД). При асинхронном режиме в ЭЭС скольжение двигателя может изменяться в ту или иную сторону, поэтому величины  $y_0$ , в общем случае, не являются постоянными. Однако при определенных условиях их можно считать неизменными.

Рассмотрим построение математической модели АД при двухчастотном асинхронном режиме в электрической системе, исходя из предположения, что напряжение на шинах примыкания двигателя к системе имеет две составляющие, соответствующие основным частотам асинхронного хода. При этом внутренние режимные параметры двигателя (ток и ЭДС) также представляются двумя частотными составляющими.

При учете только основных частотных составляющих, соответствующих средним скоростям вращения роторов асинхронно работающих

групп генераторов ЭЭС, режимные параметры АД можно представить в виде:

$$\begin{aligned} U_B &= U_{B1} + U_{B2}, U_{B\alpha} = \dot{U}_\alpha e^{j\delta_\alpha}, (\alpha = 1, 2); \\ I_B &= I_{B1} + I_{B2}, I_{B\alpha} = \dot{I}_\alpha e^{j\delta_\alpha}, (\alpha = 1, 2); \\ E_B'' &= E_{B1}'' + E_{B2}'', E_{B\alpha}'' = E_\alpha'' e^{j\delta_\alpha}, (\alpha = 1, 2), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\delta_1, \delta_2$  – углы положения осей, вращающихся со скоростью  $\omega_1$  и  $\omega_2$ .

При асинхронном режиме в ЭЭС будут наблюдаться вынужденные колебания скорости вращения АД, а при зависимости момента сопротивления на валу двигателя от скорости, и колебания момента сопротивления. В оценке по первому приближению эти колебания определяются выражениями:

$$\omega = \omega_0 + z_\omega \cos(\varphi(t) + \varphi_\omega); \quad (5)$$

$$M_H = M_{H0} + z_M \cos(\varphi(t) + \varphi_\omega), \quad (6)$$

где  $\omega_0, z_M$  – средняя составляющая и амплитуда первой гармоники колебания скорости вращения двигателя;  $M_{H0}, z_M$  – то же момента сопротивления на валу двигателя;  $\varphi_\omega$  – начальная фаза колебания скорости вращения.

Согласно определению (4), уравнение переходного процесса в статоре АД (1) для рассматриваемого режима представится двумя уравнениями, соответствующими основным частотам асинхронного хода:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= r_1 \dot{I}_1 + (p + j\omega_1)(x'' \dot{I}_1 + E_1''); \\ \dot{I}_2 &= r_1 \dot{I}_2 + (p + j\omega_2)(x'' \dot{I}_2 + E_2''), \end{aligned} \quad (7)$$

а уравнение (2) для цепи ротора, с учетом (4), (5), запишется двумя уравнениями вида:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= y_0 \{1 + T_p [p + j(\omega_1 - \omega_0)]\} - j \frac{1}{2} y_0 T_p z_\omega E_2'' e^{-j\varphi_\omega}; \\ \dot{I}_2 &= y_0 \{1 + T_p [p + j(\omega_2 - \omega_0)]\} - j \frac{1}{2} y_0 T_p z_\omega E_1'' e^{j\varphi_\omega}. \end{aligned} \quad (8)$$

В уравнениях (8) через вторые составляющие отражается взаимное влияние переходных процессов по частотам  $\omega_1$  и  $\omega_2$ . При не учете этого влияния уравнения примут вид:

$$\dot{I}_\alpha = y_0 \{1 + T_p [p + j(\omega_\alpha - \omega_0)]\}, (\alpha = 1, 2). \quad (9)$$

Такое допущение будет справедливо для ограниченных по амплитуде и частоте колебаний скорости вращения АД.

Электромагнитный момент АД в записи через сверхпереходную ЭДС, согласно (3), определяется выражением

$$M_\Sigma = \text{Re}(j E_B'' \hat{I}_B)$$

и при асинхронном режиме будет иметь две составляющие: аperiодическую –  $M_{\Sigma 0}$  и периодическую –  $M_{\Sigma \Pi}$ :

$$M_{\Sigma} = M_{\Sigma 0} + M_{\Sigma\Pi} \quad (10)$$

Апериодическая составляющая электромагнитного момента, с учетом (4), имеет вид:

$$M_{\Sigma 0} = \operatorname{Re}[j(E_1''\hat{\Gamma}_1 + E_2''\hat{\Gamma}_2)], \quad (11)$$

а периодическая составляющая –

$$\begin{aligned} M_{\Sigma\Pi} &= \operatorname{Re}[j(E_2''\hat{\Gamma}_1 - E_1''\hat{\Gamma}_2)e^{-j\varphi(t)}] = \\ &= M_1 \cos(\varphi(t) + \varphi_{\omega}) - M_2 \sin(\varphi(t) + \varphi_{\omega}), \end{aligned} \quad (12)$$

$$\text{где } M_1 + jM_2 = j(E_2''\hat{\Gamma}_1 - E_1''\hat{\Gamma}_2)e^{-j\varphi(t)}$$

Уравнение движения ротора АД (3), с учетом (5), (6) и (10), можно представить:

- уравнением усредненного движения

$$T_J p \omega_0 = -M_{\Sigma 0} + M_{\Sigma 0}; \quad (13)$$

- уравнением колебания скорости вращения

$$T_J p [z_{\omega} \cos(\varphi(t) + \varphi_{\omega})] = -z_M \cos(\varphi(t) + \varphi_{\omega}) + M_{\Sigma\Pi}. \quad (14)$$

Последнее уравнение, с учетом (12), можно записать двумя уравнениями:

$$T_J p z_{\omega} + z_M = M_1; \quad T_J z_{\omega}(s + p\varphi_{\omega}) = M_2, \quad (15)$$

где  $s = \omega_2 - \omega_1$  – скольжение между асинхронно работающими группами генераторов.

При учете зависимости момента на валу двигателя от скорости вращения в виде полинома второй степени  $M_n = m_0 + m_1\omega + m_2\omega^2$ , в выражении (6) через параметры колебания скорости вращения АД можно записать

$$\begin{aligned} M_{n0} &= m_0 + m_1\omega_0 + m_2\omega_0^2 + \frac{m_2 z_{\omega}^2}{2}; \\ z_M &= (m_1 + 2m_2\omega_0)z_{\omega}. \end{aligned} \quad (16)$$

Таким образом, системой уравнений (7), (8), (13), (15) определяется переходный процесс в асинхронной нагрузке при двухчастотном асинхронном режиме в ЭЭС. При этом отражаются как электромагнитные, так и электромеханические процессы, а также учитывается нелинейная зависимость момента сопротивления от скорости вращения двигателя. Полученная математическая модель позволяет моделировать при возникновении двухчастотного асинхронного режима в ЭЭС поведение одиночных АД, а также их поведение в составе узла комплексной нагрузки.

УДК 005.4:004

В.А. КОЧЕНКОВ, магистрант  
И.Г. КУКУКИНА, д-р экон. наук, профессор

Ивановский Государственный Энергетический Университет,  
153003 г. Иваново, Рабфаковская улица, 34  
E-mail: [priznavologia@yandex.ru](mailto:priznavologia@yandex.ru), [irina\\_kukukina@mail.ru](mailto:irina_kukukina@mail.ru)

## **Разработка и оценка проектных решений в IT-технологиях**

*Аннотация.* Роль проектного подхода в сочетании с IT-технологиями как стратегического инструмента повышения конкурентоспособности компаний в условиях глобальной конкуренции. Рассматриваются этапы разработки и внедрения IT-решений: от сбора информации о хозяйствующем субъекте до оценки эффективности выбранных методов.

*Ключевые слова:* проектный подход, IT-технологии, конкурентоспособность, анализ затрат и выгод (CBA), ROI, Agile, SWOT-анализ, метод критического пути (CPM), KPI, управление проектами.

V.A. KOCHENKOV, Master's Degree student  
I.G. KUKUKINA, Doctor of Economics, Professor

Ivanovo State Power Engineering University,  
153003 Ivanovo, Rabfakovskaya street, 34  
E-mail: [priznavologia@yandex.ru](mailto:priznavologia@yandex.ru), [irina\\_kukukina@mail.ru](mailto:irina_kukukina@mail.ru)

## **Development and evaluation of design solutions in IT-Technologies**

*Abstract.* The role of the project management approach combined with IT technologies as a strategic tool for enhancing corporate competitiveness in the context of global competition. It examines the stages of IT solution development and implementation, from gathering information about the business entity to evaluating the effectiveness of chosen methods.

*Key words:* project management approach, IT technologies, competitiveness, cost-benefit analysis (CBA), ROI, Agile, SWOT analysis, critical path method (CPM), KPI, project management.

В условиях обострения глобальной конкуренции проектный подход становится ключевой стратегией для создания новых товаров, работ и услуг. Современные компании используют его как средство для оптимизации процессов и повышения своей конкурентоспособности. Особую актуальность проектный подход приобретает в сочетании с информационными технологиями (IT), которые служат важным инструментом для реализации проектов в кратчайшие сроки и с максимальной эффективностью.

Внедрение IT-технологий в проектный подход позволяет организациям не только ускорять достижение запланированных результатов, но и обеспечивать высокое качество конечного продукта при строгом соблюдении заданных параметров и стандартов. Это особенно важно в современном динамичном рынке,

где скорость реакции на изменения и способность к адаптации становятся определяющими факторами успеха.

Для российской экономики проектный подход приобретает стратегическое значение, поскольку его применение способствует росту эффективности использования ресурсов и реализации целей модернизации. В условиях экономических изменений и трансформации, необходимость внедрения инновационных решений и их постоянной адаптации становится все более очевидной. Проектный подход на основе IT-технологий не только стимулирует инновационную направленность, но и создает основы для устойчивого развития предприятий и всей экономики в целом.

Исследование вопросов внедрения проектного подхода с использованием IT-технологий представляет собой актуальную задачу, имеющую важные последствия для повышения конкурентоспособности как отдельных организаций, так и экономики страны в целом.

Рассмотрим основные этапы разработки и внедрения IT-технологий для хозяйствующего объекта:

Сбор информации о хозяйствующем субъекте (вид деятельности, техническое задание на разработку IT-технологии).

Выбор проектного решения на основе IT-технологий для хозяйствующего субъекта (ресурсы, ТЭО).

Выбор метода разработки IT-технологии (классической ПО или ПО с функциональным блоком искусственного интеллекта).

Оценка факторов, влияющих на выбор классического ПО и ПО с функциональным блоком искусственного интеллекта, принятие решения по выбору метода IT-технологии.

Оценка эффективности выбранного метода разработки проектных решений на основе IT-технологий для хозяйствующего субъекта.

Процесс оценки IT-проектов требует комплексного подхода, объединяющего методы анализа, специализированные инструменты и четкие метрики эффективности. Среди ключевых методов выделяется анализ затрат и выгод (Cost-Benefit Analysis, CBA), который позволяет количественно оценить рентабельность проекта через сопоставление финансовых вложений и ожидаемых доходов. Например, расчет чистого приведенного дохода (NPV) формализуется известной формулой с нашей интерпретацией в отношении дифференциации групп активов, участвующих в проектах

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{R_t - C_t}{(1+r)^t}$$

где  $NPV$  – чистый приведенный доход (чистая текущая стоимость) проекта;

$R_t$  – выгоды (приток денежных средств) в соответствующей группе активов;

$C_t$  – затраты в соответствующей группе активов (отток денежных средств);

$r$  – ставка дисконта для соответствующей группы активов;

$n$  – порядковый номер соответствующей группы активов: 1 – физические или материальные активы; 2 – нематериальные активы; 3 – прочие активы.

Этот метод, согласно исследованиям Brealey et. al. (2020), снижает риски перерасхода бюджета на 22%.

SWOT-анализ дополняет метод CBA, фокусируясь на качественных аспектах: выявлении сильных сторон проекта (например, уникальность алгоритма), слабых мест (нехватка экспертизы), возможностей (рыночный спрос) и угроз (конкуренция). По данным опроса IT-менеджеров, 68% используют SWOT-анализ для оценки интеграции с устаревшими системами.

Для управления сроками применяется метод критического пути (Critical Path Method, CPM), который идентифицирует задачи, напрямую влияющие на длительность проекта. Например, при разработке ERP-системы CPM помогает выделить этапы настройки серверов и миграции данных как критически важные. В то же время Agile/Scrum предлагает гибкость: итеративная разработка с ежедневными стендапами и спринтами позволяет адаптировать продукт под меняющиеся требования. По данным Standish Group (2023), Agile-проекты на 28% чаще завершаются успешно благодаря возможности оперативных корректировок.

Инструментарий оценки включает системы управления проектами (JIRA, Trello), которые обеспечивают прозрачность workflows. JIRA, например, используется в крупных FinTech-проектах для трекинга 150+ задач параллельно, тогда как Trello подходит для малых команд благодаря интуитивному интерфейсу. Аналитические платформы (Google Analytics, Tableau) трансформируют сырые данные в инсайты: внедрение Tableau в логистической компании сократило время анализа KPI с 8 до 1,5 часов за счет визуализации данных о доставке. Инструменты прототипирования (Figma, InVision) ускоряют тестирование гипотез: в одном из кейсов использование Figma повысило NPS (индекс лояльности пользователей) с 32 до 68 баллов за счет быстрого внесения правок в интерфейс.

Ключевые показатели эффективности (KPI) варьируются в зависимости от целей проекта. Рентабельность инвестиций *ROI* (Return on Investment) остается универсальной метрикой. В нашей интерпретации

$$ROI = \frac{\text{Чистый приведенный доход}}{\text{Инвестиции}} \cdot 100\%.$$

Для SaaS-решений средний ROI достигает 140%, тогда как кастомные разработки приносят 65% (McKinsey, 2022). Производительность измеряется через скорость выполнения операций: внедрение CI/CD-пайплайнов сократило время деплоя на 40% в телеком-компании. Удовлетворенность пользователей оценивается через NPS-опросы и метрики вовлеченности (среднее время сессии, частота ошибок).

Эффективная оценка IT-проектов требует комбинации количественных методов (CBA, ROI) и гибких подходов (Agile), подкрепленных специализированными инструментами. Например, стартап может использовать связку SWOT-анализа для стратегического планирования, Trello для управления задачами и Google Analytics для отслеживания конверсий, тогда как корпоративный проект потребует JIRA, CPM и Tableau. Критически важно адаптировать метрики под этапы проекта: на старте – фокус на бюджете и сроках, на этапе внедрения — на пользовательском опыте и производительности.

### Литература

1. Кукукина И.Г. Корпоративные финансы: учеб. пособие / И.Г. Кукукина, А.В. Макарова: под ред. И.Г. Кукукиной. 2-е изд., доп. Москва: ИНФРА-М, 2023. 422 с.
2. Brealey R.A. Principles of Corporate Finance / R.A. Brealey, S.C. Myers, F. Allen. 13th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020. 1056 p.

УДК 332.62

А.А. МАТВИЕВСКИЙ, аспирант  
И.Г. КУКУКИНА, д-р экон. наук, профессор

Ивановский Государственный Энергетический Университет,  
153003 г. Иваново, Рабфаковская улица, 34  
E-mail: gray.37@mail.ru, irina\_kukukina@mail.ru

### **Моделирование стоимостной оценки специального оборудования и специальной техники**

*Аннотация.* Моделирование стоимостной оценки специального оборудования и специальной техники наиболее актуально в условиях роста производственных мощностей и обеспечения технологического суверенитета, безопасности страны и экономии ресурсов.

*Ключевые слова:* модели, стоимостная оценка, технологический суверенитет, экономическая безопасность, специальное оборудование, специальная техника, бережливое производство, цена.

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 cost estimation modeling of special equipment and special mashinery**

*Abstract.* The most cost estimation modeling of special equipment and special machinery in relevant conditions are the growth of production capacities, ensuring technological sovereignty, security of the country and saving resources

*Key words:* models, cost estimation, technological sovereignty, economic security, special equipment, special machinery, lean manufacturing, price

Экономика страны находится в условиях роста политических рисков и хеджирования валютных рисков [1], порожденных множеством санкций, процессами бифуркации на рынках основных ресурсов, национализацией и выкупом иностранных компаний после их ухода с отечественного рынка. Рост ключевой ставки и процентов по кредитам также влияет на денежные потоки оценки специального оборудования и специальной техники с учетом политических рисков и эффекта хеджирования в части риска и доходности.

Специальное оборудование и специальная техника как уникальные средства труда сегодня получили широкое применение в условиях СВО при налаживании производственных процессов в компаниях малого, среднего и крупного бизнеса. Эта ситуация также усложняет процесс ценообразования, так как материальный и, особенно, нематериальный актив (НМА) сопровождается быстрым моральным устареванием. Воз-

никает потребность в совершенствовании моделей ценообразования с учетом особенностей факторов научно-технологического и технического прогресса, индекса роста промышленного производства [2].

Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации выпустило приказ №328 от 01 июня 2025 «Об утверждении федерального стандарта оценки «Оценка стоимости машин и оборудования (ФСО № 10)». При этом стоимость нематериальных активов, непосредственно связанных с эксплуатацией этих производственных активов может учитываться отдельно или в составе стоимости отдельных машин и оборудования машиностроительного производства, а также их комплексов.

ФСО № 10 рекомендует при оценке специализированных машин и оборудования применять затратный подход, а затраты на воспроизводство определять по формуле «себестоимость плюс прибыль» либо ориентируясь на копию объекта со сходным функциональным назначением и основными техническими характеристиками. Традиционно учитывается физический износ, функциональное и экономическое устаревание с поправкой на условия эксплуатации и рыночные данные. Также актуализируется для оценки операционного устаревания и федеральный стандарт «Определение ликвидационной стоимости (ФСО №12)».

Виды стоимости специального оборудования и специальной техники дифференцируются следующим образом [3]:

- 1) рыночная стоимость;
- 2) рыночная стоимость для существующего использования;
- 3) полная стоимость воспроизводства или восстановительная стоимость – затраты на воспроизводство точной копии актива из тех же или похожих материалов в текущих ценах;
- 4) полная стоимость замещения – текущая стоимость нового аналога, эквивалентного по полезности оцениваемому объекту;
- 5) ликвидационная стоимость (плановая или при ускоренной продаже);
- 6) утилизационная стоимость, вырученная от продажи выбывших активов;
- 7) страховая стоимость (замещения или остаточная с учетом износа);
- 8) аукционная – сумма, полученная от продажи с аукциона.

Согласно Федеральному закону «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» за №135-ФЗ от 29 июля 1998 года и сложившейся международной практики потребность в оценке и виде стоимости возникает в следующих случаях:

- передача собственности – обоснованная рыночная стоимость;
- финансирование – обоснованная рыночная стоимость в использовании и перемещении или ликвидационная стоимость при плановой либо вынужденной ликвидации;

- налогообложение дохода – обоснованная рыночная стоимость в использовании, установке и перемещении;
- налогообложение имущества – обоснованная рыночная стоимость;
- налогообложение наследства – кадастровая стоимость;
- финансовое планирование – остаточная стоимость;
- страхование – полная или остаточная стоимость воспроизводства, а в ряде стран применяется обоснованная рыночная стоимость в использовании и перемещении;
- лизинг – подобно финансированию предполагает разные варианты;
- расторжение партнерства – обоснованная рыночная стоимость в использовании и перемещении;
- создание компании (вклад в уставный капитал) – обоснованная рыночная стоимость в установке и перемещении;
- оценка эффективности инвестиционных проектов;
- распределение (аллокация) покупной цены – в 90 % случаев применяется обоснованная рыночная стоимость в использовании;
- определение ставок и тарифов – полная стоимость воспроизводства, полная стоимость замещения или обоснованная рыночная стоимость в использовании;
- переоценка основных средств – восстановительная и остаточная стоимость.

Общая модель затратного подхода при оценке специального оборудования и специальной техники имеет следующий вид:

$$C_{\text{рсо}} = C_{\text{пв}} \cdot (1 - I_{\text{ф}}) \cdot (1 - I_{\text{фн}}) \cdot (1 - I_{\text{э}}).$$

где:  $C_{\text{рсо}}$  – рыночная стоимость специального оборудования и специальной техники, тыс. руб.;

$C_{\text{пв}}$  – полная восстановительная стоимость специального оборудования и специальной техники, тыс. руб.;

$I_{\text{ф}}$  – физический износ специального оборудования и специальной техники, отн. ед.;

$I_{\text{фн}}$  – функциональный износ специального оборудования и специальной техники, отн. ед.;

$I_{\text{э}}$  – экономический (внешний) износ специального оборудования и специальной техники, отн. ед.

Особое значение в условиях перехода в новый технологический уклад с технологическим суверенитетом приобретает функциональное устаревание (обесценение), обусловленное появлением новых технологий и проявлением избытка капитальных и производственных затрат. Появление новых материалов, неполная загрузка мощностей, нерациональный дизайн и эргономика, несбалансированность процессов производства (технологическое устаревание) и избыточные эксплуатационных расходы (операционное устаревание) – явные признаки функционального устаревания.

Сравнительный (рыночный) подход состоит в поиске аналога последующими поправками на качественные различия нового объекта. При этом цена аналога (однородного объекта) с учетом НДС, налога на прибыль и торговой наценки определяется следующей зависимостью

$$P_{\text{рсо}} = C_{\text{пв}} \cdot (1 + \text{НДС}) \cdot (1 + T + R).$$

где  $P_{\text{рсо}}$  – рыночная стоимость специального оборудования и специальной техники на основе метода расчета по цене однородного объекта, тыс. руб.;

$C_{\text{пв}}$  – полная восстановительная стоимость однородного объекта специального оборудования и специальной техники, тыс. руб.;

НДС – ставка налога на добавленную стоимость, отн. ед.;

$T$  – ставка налога на прибыль, отн. ед.;

$R$  – проектная норма рентабельности продаж и торговой наценки, отн. ед.

Результат обесценения от недоиспользования мощности можно определить на основе нижеприведенной модели

$$\Delta C, \% = [1 - (N_{\text{ф}}/N_{\text{н}})^n] \cdot 100\%.$$

где  $\Delta C$  – обесценение от недоиспользования мощности можно определить на основе нижеприведенной модели, %;

$N_{\text{ф}}$  – фактическая производительность объекта, ед.;

$N_{\text{н}}$  – расчетная производительность объекта, ед.;

$n$  – показатель степени, выявленный как «фактор экономии» или «коэффициент торможения цены».

Формула расчета цены единицы специального оборудования или специальной техники  $V$  при наличии аналога в общем виде дана ниже

$$V = V_{\text{ан}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_n + V_{\text{доп}}.$$

где  $V$  – цена нового объекта, тыс. руб.;

$V_{\text{ан}}$  – цена объекта-аналога, тыс. руб.;

$K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$  – поправочные коэффициенты, учитывающие отличия в значениях параметров оцениваемого объекта и аналога;

$V_{\text{доп}}$  – цена дополнительных компонентов, которые отсутствуют у аналога, тыс. руб..

Все поправки можно объединить в две большие группы:

а) на техническую сопоставимость (типоразмер по мощности, грузоподъемности или производительности, комплектация (наличие дополнительных приспособлений и устройств), возраст, качество, состояние и степень физического износа, местоположение при продаже; поправки к ценам на различие в условиях продажи;

б) к ценам на различия в условиях продажи: торг, срок поставки, дата продажи, серийность, условия платежа.

Функциональное устаревание, вызванное избыточными капитальными затратами, при отличии по мощности или производительности наиболее часто использует зависимость с коэффициентом торможения цены

$$P_1/P_2 = (N_1/N_2)^n.$$

где  $P_1$  и  $P_2$  – цены (затраты), тыс. руб.;

$N_1$  и  $N_2$  – мощность или иной параметр сопоставления машин и оборудования, ед.;

$n$  – коэффициент торможения цены, который зависит от конкретного вида технических устройств (для паротурбинных установок 0,6–0,8; для электростанций 0,65–0,8; для электродвигателей 0,7);

Функциональное устаревание при более низком коэффициенте полезного действия (КПД) у аналога может быть связано с избыточным расходом электроэнергии

$$\Delta W = \frac{\text{КПД}_1 - \text{КПД}_0}{\text{КПД}_1 \cdot \text{КПД}_0} \cdot W.$$

где  $\Delta W$  – избыточный расход электроэнергии у аналога, кВт·ч/год;

$\text{КПД}_1$  – коэффициент полезного действия у нового объекта, отн. ед.;

$\text{КПД}_0$  – коэффициент полезного действия у аналога, отн. ед.;

$W$  – расходы на электроэнергию, кВт·ч/год.

Соответственно, компания из-за операционного устаревания имеет дополнительные (избыточные) платежи за электроэнергию

$$\Delta C = \Delta W \cdot P \cdot (1 - T).$$

где  $\Delta C$  – избыточные платежи за электроэнергию у аналога, тыс.руб./год;

$\Delta W$  – избыточный расход электроэнергии из-за операционного устаревания, тыс. кВт·ч/год;

$P$  – тариф на электроэнергию, руб./кВт·ч;

$T$  – ставка налога на прибыль, отн. ед.

Операционное устаревание, связанное с избыточным трудом и обусловленное более низкой производительностью труда также приводит к дополнительным издержкам. Избыточные эксплуатационные расходы на заработную плату с отчислениями на социальные нужды

$$\Delta \text{ЗП} = \frac{\text{Кинт}_1 - \text{Кинт}_0}{\text{Кинт}_1 \cdot \text{Кинт}_0} \cdot \text{ЗП}.$$

где  $\Delta \text{ЗП}$  – избыточные расходы на заработную плату с отчислениями на социальные нужды при эксплуатации аналога, тыс. руб./год;

$\text{Кинт}_1$  – производительность труда нового объекта, тыс. руб./чел.;

$\text{Кинт}_0$  – производительность труда аналога, тыс. руб./чел.;

$\text{ЗП}$  – заработная плата с отчислениями на социальные нужды, тыс. руб./год.

Таким образом, оценка функционального устаревания из-за избыточных эксплуатационных расходов в условиях положительной динамики обеспечения технологического суверенитета может способствовать ресурсосбережению, начиная со стадии технического предложения и

заканчивая вводом в эксплуатацию нового объекта. Сбалансированности функций объекта с затратами на каждую функцию и эксплуатации этих функций помогает метод функционально-стоимостного анализа и иные аналитические инструменты для справедливого ценообразования специального оборудования и специальной техники.

В условиях высокой ключевой ставки ЦБ России особое место занимает метод дисконтирования будущих потоков в отношении расчета избыточных капитальных затрат и эксплуатационных расходов в пределах срока экономической жизни объектов.

При расчете текущей стоимости принятие той или иной ставки дисконта требует «фактора рассуждения» на перспективу. Здесь часто оказывает помощь кумулятивный метод, предполагающий сумму базовой ставки с нулевой доходностью на основе долгосрочных облигаций федерального займа, инфляционной премии и премии за риск. В случае участия инфляционной премии поправка на инфляцию осуществляется и к денежным потокам инвестиционного решения.

Расчет оставшегося срока экономической жизни объекта, подлежащего замене, может осуществляться разными способами. Можно ориентироваться на срок при определении физического износа. С другой стороны, можно ориентироваться на инвестиционную программу со сроками модернизации или полной замены оцениваемого объекта.

### 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.
2. Кукукина И.Г., Климова С.В. Методы экономической оценки устойчивости развития предприятия: научное издание. М.: ИНФРА-М, 2018. 202 с.
3. Кукукина И.Г., Мошкарina М.В. Оценка имущества: материальные и нематериальные активы, бизнес: Учеб. пособие. 2-е изд. доп. М.: ИНФРА-М, 2022. 190 с.

## АВТОРСКИЙ ИНДЕКС

### А

АГЕЕВ В.А. 12  
АНТОНОВА О.В. 125  
АНТРОПОВ В.Е. 41  
АПАЛЬКОВ Р.Г. 32

### Б

БАБИКОВА Н.Л. 211  
**БАЛАНДИН Г.А. 128**  
БАНДЮК А.И. 132  
БАРДЮКОВ Н.Е. 92  
БЕЛОНОГОВ В.Г. 22  
БЕЛТУЕВА М.С. 136  
БЕРНЕТТЕ К.П. II 214  
БОЛЬШАКОВА Н.Г. 139  
БУДНИК Г.А. 221  
БУТЫРИНА М.В. 218

### В

ВАНЮШКИН Н.В. 165  
ВЕРЕМЬЁВ О.А. 226  
ВЕРЕМЬЁВА Н.В. 226  
ВИХАРЕВ А.В. 50, 53  
ВОЛКОВ А.П. 41  
ВЫЛГИНА Ю.В. 128, 132, 139  
161, 184, 190  
198, 204

### Г

ГАЛЬЦЕВ Ю.В. 149  
ГОВОРОВ Д.А. 73  
ГОЛУБЕВ А.Н. 19  
ГОЛУБЕВА Л.В. 143, 146  
ГРУБОВ Е.О. 136, 149, 152  
181  
ГРУБОВА Ю.В. 155  
ГУ СИНЬЮАНЬ 35

### Д

ДЕРКАЧЁВ С.В. 27  
ДОЛГИХ И.Ю. 3  
ДЬЯЧКОВ А.А. 57  
ДЮПОВКИН Н.И. 159

### Е

ЕВДАКОВ А.Е. 65  
ЕЖОВ Д.А., 92  
ЕЛИСЕЕВА Е.Н. 312, 317  
ЕЛИСЕЕВА Е.Н.  
ЕМЕЛИН О.И. 190

ЕРЁМИН И.В. 108  
ЕРМАКОВ Д.А. 248

### Ж

ЖУЛИКОВ С.С. 46  
ЖУРАВЛЕВА И.В. 230

### З

ЗАХАРОВ М.А. 69  
ЗИМИН А.И. 79  
ЗОНТОВА Е.А. 161  
ЗОТОВ Д.С. 280  
ЗУБКОВ Ю.В. 16

### И

ИВАНОВ И.Е. 306, 309  
ИВАНОВА О.Е. 165  
ИЛЬИЧЕВ Н.Б. 312, 317

### К

КАРЯКИН А.М. 168  
КАШИНА А.Д. 146  
КИСЕЛЕВ М.Г. 12, 32  
КЛОЧКОВА Н.В. 172  
КЛУБКОВ А.В. 38  
КОРНЕВ С.А. 233  
КОРОЛЕВА Т.В. 221  
КОСТЕРИН А.Ю. 175, 178  
КОТЛОВА Т.Б. 221  
КОТОВА К.А. 239  
КОЧЕНКОВ В.А. 325  
КРАВЧЕНКО И.В. 89  
КРУПНОВ К.В. 181  
КРЮКОВА Т.Б. 241  
КУКУКИНА И.Г. 325, 328  
КУЛЕШОВ А.И. 312, 317  
КУЛЕШОВ А.И.

### Л

ЛАПШИН В.М. 76  
ЛЕПАНОВ М.Г. 12  
ЛИСОВА С.Ю. 239, 265  
ЛИТВИНОВ С.Н. 73

### М

МАВЛИХАНОВА Д.М. 76  
МАКАРИЧЕВ Ю.А. 25  
МАРТЫНОВ К.А. 208  
МАТВИЕВСКИЙ А.А. 328

МИНЯЕВ Д.И. 289  
 МИРОХВАТОВ Д.А. 79  
 МОРОЗОВА Е.В. 184

## Н

ИКОЛАЕВ Р.М. 175  
 НОВОСЕЛОВ Е.М. 69, 83, 89

## О

ОГАНИСЯН В.А. 190  
 ОЛЕЙНИК О.Ю. 245  
 ОЛЕЙНИК И.И. 245

## П

ПОЛКОШНИКОВ Д.А. 69, 83  
 ПОЛКОШНИКОВА М.А. 155  
 ПОЛЯНСКИЙ Е.А. 25  
 ПЫШНЕНКО Е.А. 111, 114

## Р

РАЕВА Т.Д. 187  
 РАСКУМАНДРИНА М.Е. 248  
 РЕШЕТОВ Е.А. 271  
 РОГОЖНИКОВ Ю.Ю. 117, 120  
 РОЖДЕСТВЕНСКАЯ Е.А. 83, 86  
 РОЖДЕСТВЕНСКИЙ П.А. 86  
 РОМАНОВА А.Т. 251  
 РОМАНОВА Н.Р. 254, 265

## С

САВЕЛЬЕВ В.А. 92  
 САВЕЛЬЕВ И.О. 46  
 САВЕНКО А.Е. 9  
 САВЕНКО П.С. 9  
 САЙКИН М.С. 6  
 СЕРГЕЕВА К.В. 190  
 СЕРОВ В.А. 312, 317, 321  
 СИДОРОВА А.М. 108  
 СКОРОБОГАТОВ А.А. 65, 69, 73,  
 79, 83  
 СЛОВЕСНЫЙ С.А. 50, 53  
 СМИРНОВ А.О. 57  
 СМИРНОВ Г.Д. 65  
 СМИРНОВ Д.В. 89  
 СОКОЛОВ А.М. 57

СОРОКИН А.Ф. 50, 53  
 СОРОКИНА А.Д. 309  
 СПЛЕНДЕР П.В. 6  
 СТАВРОВСКИЙ Е.С. 178  
 СТРАХОВ А.С. 69, 79, 83,  
 86

СТРОЕВ Ю.Ю. 123  
 СУСЛЯЕВ А.Д. 89

## Т

ТАЛЬЯНОВ С.Ю. 193  
 ТАНКОЙ А. 57  
 ТАРУТИН Н.А. 16  
 ТИТОВ В.А. 301  
 ТИХОВ М.Е. 50, 53  
 ТРАВИНА А.Д. 168  
 ТРАВНИКОВА Д.С. 198  
 ТУРЧЕНКО И.С. 276, 280, 285

## У

УЛЬЯНОВ В.В. 251  
 УМНОВ Я.А. 306

## Ф

ФЕДОТОВ Ю.А. 276

## Х

ХОДЫРЕВ Д.М. 285  
 ХОХЛОВ М.В. 289, 293, 296

## Ч

ЧЕРНОВ К.В. 96, 99, 102  
 ЧЕРНОПЕРОВ В.Л. 271  
 ЧЕРНЯЕВА И.И. 146

## Ш

ШАДРИКОВ Т.Е. 57  
 ШЕЛЕПИНА И.Г. 201  
 ШЕЛЫГИН Л.А. 105  
 ШИРЯЕВ Д.А. 79  
 ШТЕФАН А.И. 204

## Я

ЯБЛОКОВ А.А. 301, 309

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Секция 1. <b>ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ</b>                                                         | 3   |
| Секция 2. <b>ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА,<br/>ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА</b>                       | 35  |
| Секция 5. <b>НАДЕЖНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА<br/>ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНЦИЙ<br/>И ЭНЕРГОСИСТЕМ</b> | 62  |
| Секция 14. <b>ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЭРГЕТИКЕ:<br/>ЧЕЛОВЕК, ТЕХНИКА, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА</b>              | 96  |
| Секция 15. <b>СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА</b>                                                       | 125 |
| Секция 16. <b>ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ<br/>ОБЩЕСТВА</b>                                               | 211 |
| Секция 18. <b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ<br/>И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ</b>                                        | 276 |

## **МАТЕРИАЛЫ**

Международной научно-технической конференции  
**«СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ»**  
(XXIII Бенардосовские чтения),

*посвящается 80-летию  
Российской атомной промышленности*

*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