

## **Содержание**

*Электротехника, 2024, №8, стр. 2-7*

### **Нейросетевой контроль нестационарного режима асинхронного двигателя**

АНДРЕЕВ О.Н., СЛАВУТСКИЙ Л.А., РУССОВА Н.В. АЛЕКСЕЕВ В.В.

Аппарат искусственных нейронных сетей всё более широко используется в задачах электротехники. После обучения искусственные нейронные сети могут быть реализованы в микропроцессорном оборудовании и использоваться для вычислений в реальном времени. Тестирование таких алгоритмов на экспериментальных данных, когда структура нейронных сетей подбирается эмпирически, является актуальной задачей. В статье приводятся результаты нейросетевой обработки в реальном времени сигналов тока и напряжения в обмотках асинхронного двигателя при включении и отключении питания в течение одного периода промышленной частоты. В лабораторных условиях асинхронный двигатель включался через тиристорный регулятор, реализующий включение и отключение питания с регулируемой скважностью (начальной фазой). Таким образом, обеспечивалось изменение частоты и амплитуды тока и напряжения в течение временного интервала в доли периода питающего напряжения. Кроме того, анализировались сигналы в режиме выбега двигателя. По результатам локальной аппроксимации сигналов диапазон варьирования их частоты составил 30–50 Гц. Для нейросетевого контроля в скользящем временном окне, размеры которого не превышали единиц миллисекунд, в микропроцессорное оборудование заносилось несколько нейронных сетей прямого распространения. Каждая из нейронных сетей решала отдельную задачу: определение локальной частоты, фазы, амплитуды и момента коммутации. Показано, что предложенный подход позволяет контролировать частоту сигнала с погрешностью не более долей герц, при этом нейронные сети разной структуры дают возможность дополнять результаты друг друга и увеличить точность определения параметров сигнала.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, нестационарный режим, контроль, искусственные нейронные сети.

The apparatus of artificial neural networks is increasingly being used in electrical engineering tasks. After training, artificial neural networks can be implemented in microprocessor equipment and used for real-time computing. Testing such algorithms on experimental data, when the structure of neural networks is selected empirically, is an urgent task. The article presents the results of real-time neural network processing of current and voltage signals in the windings of an asynchronous motor when the power is turned on and off during one period of industrial frequency. In laboratory conditions, the asynchronous motor was switched on through a thyristor regulator, which implements switching on and off the power supply with an adjustable duty cycle (initial phase). Thus, a change in the frequency and amplitude of current and voltage was ensured during the time interval in a fraction of the supply voltage period. In addition, the signals in the engine run-out mode were analyzed. According to the results of local approximation of the signals, the frequency range was 30–50 Hz. For neural network control in a sliding time window, the size of which did not exceed units of milliseconds, several neural networks of direct propagation were entered into the microprocessor equipment. Each of the neural networks solved a separate task: determining the local frequency, phase, amplitude and switching moment. It is shown that the proposed approach makes it possible to control the signal frequency with an error of no more than a fraction of hertz, while neural networks of different structures make it possible to complement each other's results and increase the accuracy of determining signal parameters.

**Key words:** asynchronous motor, non-stationary mode, control, artificial neural networks.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 8-16*

### **Подтверждение конфигурации электрической сети по данным телеизмерений на основе сверточных нейронных сетей**

МЯСНИКОВ Е.Ю., АНТОНОВ В.И., СОЛДАТОВ А.В., РАЗУМОВ Р.В.

Функция достоверизации конфигурации электрической сети является важной частью систем поддержки принятия решения и повышает надежность и эффективность управления режимом работы электрической сети. Классически функция реализуется на основе метода оценки состояния и не обладает должной скоростью реакции на изменения в электрической сети, а также требует больших вычислительных ресурсов. Между тем существуют современные инструменты, обеспечивающие высокую скорость реакции благодаря исключению расчетов режима электрической сети в реальном времени управления ею. К таким инструментам относятся нейронные сети. В статье предлагается система подтверждения конфигураций электрической сети на основе сверточных нейронных сетей. Исходными данными для нейронной сети являются телеизмерения

режимных параметров, представленные в 2D-формате, а результатом являются локализованные ошибки в представлении текущей конфигурации электрической сети с оценкой уровня достоверности результата. Работа системы продемонстрирована на примере оценки конфигураций девятиузловой электрической схемы стандарта IEEE. Нейронная сеть демонстрирует высокую оперативность и точность распознавания текущей конфигурации, в том числе и в условиях искаженности и недостаточности данных телеизмерений.

**Ключевые слова:** электрические сети, телеизмерения, сверточные нейронные сети, достоверизация представления конфигурации электрической сети.

The reliability function of the electrical network configuration is an important part of decision support systems and increases the reliability and efficiency of managing the operating mode of the electrical network. Classically, the function is implemented on the basis of the condition assessment method and does not have the proper response rate to changes in the electrical network, and also requires large computing resources. Meanwhile, there are modern tools that ensure a high reaction rate due to the exclusion of calculations of the electrical network mode in real-time control of it. Such tools include neural networks. The article proposes a system for confirming electrical network configurations based on convolutional neural networks. The initial data for the neural network are tele-measurements of the operating parameters presented in 2D format, and the result is localized errors in the representation of the current configuration of the electrical network with an assessment of the level of reliability of the result. The operation of the system is demonstrated by the example of evaluating the configurations of a nine-node electrical circuit of the IEEE standard. The neural network demonstrates high efficiency and accuracy of recognition of the current configuration, including in conditions of distortion and insufficiency of tele-measurement data.

**Key words:** electrical networks, tele-measurements, convolutional neural networks, reliability of representation of the electrical network configuration.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 17-21*

**Классификация контакторов и тенденции развития электромагнитных контакторов**  
ИВАНОВ И.П., МИХАЙЛОВ А.В., ВАСИЛЬЕВ Е.Г., ПЕТРОВ В.Н., ПЕТРОВ О.А.,  
ГУРЬЕВ В.К.

Предложена общая классификация контакторов по признакам высшего и низшего уровней

в виде, удобном для оценки тенденций развития. Центральное место в такой классификации занимают наиболее распространенные электромагнитные контакторы, предназначенные для применения в общепромышленной технике, в активно развивающихся системах (объектах) с аккумуляторными источниками питания и аэрокосмической технике. Отмечены общие мировые тенденции развития электротехнической продукции, присущие также контакторам. Основные этапы развития контакторов и характерные их признаки представлены в виде диаграммы развития электромагнитных контакторов (пускателей), составленной на основе данных компании Schneider Electric. Российский рынок контакторов ввиду ряда сложностей оценивается неоднозначно и вероятнее всего в ближайшее время будет определяться решением конкретных задач обеспечения технологической независимости российской экономики, например, разработкой отдельных видов контакторов, являющихся аналогами ведущих мировых компаний.

**Ключевые слова:** контакторы, классификация, тенденции развития, мировой и российский рынок.

A general classification of contactors according to the characteristics of the highest and lowest levels is proposed in a form convenient for assessing development trends. The central place in this classification is occupied by the most common electromagnetic contactors intended for use in general industrial equipment, in actively developing systems (facilities) with battery power sources and aerospace engineering. The general global trends in the development of electrical products, which are also inherent in contactors, are noted. The main stages of contactor development and their characteristic features are presented in the form of a diagram of the development of electromagnetic contactors (starters), compiled on the basis of data from Schneider Electric. Due to a number of difficulties, the Russian contactor market is assessed ambiguously and is likely to be determined in the near future by solving specific tasks to ensure the technological independence of the Russian economy, for example, by developing certain types of contactors that are analogues of leading global companies.

**Key words:** contactors, classification, development trends, global and Russian market.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 22-30*

**Анализ резонансного преобразователя типа ЛСС в режиме непрерывного тока LC-контура**

БЕЛОВ Г.А., МАЛИНИН Г.В., МИТЯШИН Н.П.

Рассмотрен наиболее сложный трехинтервальный режим на полупериоде переключений преобразователя постоянного напряжения типа LCC. Векторно-матричным методом решены дифференциальные уравнения, описывающие процессы на трех интервалах линейности преобразователя. На этой основе получены аналитические соотношения, позволяющие рассчитывать переходные процессы методом припасовывания. Эта задача усложняется тем, что на интервале перезаряда емкости, параллельно включенной вторичной обмотке, вектор состояния отличается от векторов состояния на других двух интервалах. Аналитические соотношения позволяют определить значения вектора состояния на границах полупериодов в установившемся режиме. Это, в свою очередь, позволяет найти выражения для расчета средних значений выходного тока и выходного напряжения преобразователя в установившемся режиме. Показано, что соотношение длительностей первых двух интервалов линейности преобразователя в установившемся режиме не зависит от выходного напряжения. Предложена программа расчета характеристик установившегося режима, сравнение которых с характеристиками, полученными на имитационной модели, дало хорошее совпадение, что подтверждает правильность полученных аналитических соотношений.

**Ключевые слова:** резонансный преобразователь постоянного напряжения типа LCC, временной анализ, векторно-матричные уравнения, установившийся режим, внешняя характеристика, имитационное моделирование.

The most complex three-interval mode on the half-cycle of switching of a DC voltage converter of the LCC type is considered. The differential equations describing the processes at three linearity intervals of the converter are solved by the vector-matrix method. On this basis, analytical relations have been obtained that allow calculating transients by the method of stocking. This task is complicated by the fact that at the recharge interval of the capacitance, parallel to the secondary winding, the state vector differs from the state vectors at the other two intervals. Analytical relations make it possible to determine the values of the state vector at the boundaries of half-periods in a steady-state mode. This, in turn, allows you to find expressions for calculating the average values of the output current and output voltage of the converter in steady state. It is shown that the ratio of the durations of the first two linearity intervals of the converter in steady-state mode does not depend on the output voltage. A program for calculating the characteristics of the steady-state regime is proposed, the comparison of which with the characteristics obtained on the simulation model gave a good match, which confirms the correctness of the analytical relations obtained.

**Key words:** resonant DC voltage converter of the LCC type, time analysis, vector matrix equations, steady-state mode, external characteristics, simulation modeling.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 31-39*

### **Датчик тока с цифровым выходом по стандарту МЭК**

БУЛЫЧЕВ А.В., ГРИБКОВ М.А., ОХОТКИН Г.П., ДМИТРЕНКО А.М.

Рассмотрен датчик тока с цифровым выходом по стандарту МЭК с улучшенными характеристиками преобразования тока и расширенными функциональными возможностями. Представлены результаты исследования первичных электромагнитных преобразователей тока, используемых в датчике тока. Предложено совмещение в датчике тока функций преобразования сигналов в цифровой формат стандарта МЭК 61850 и функций токовой релейной защиты. Показаны особенности вновь разработанных датчиков, позволяющие получить существенное улучшение основных характеристик релейной защиты при их применении.

**Ключевые слова:** релейная защита, цифровой датчик тока, аналого-цифровой преобразователь, электромагнитный преобразователь тока, мультиплексор.

A current sensor with a digital output according to the IEC standard with improved current conversion characteristics and expanded functionality is considered. The results of a study of primary electromagnetic current converters used in a current sensor are presented. It is proposed that the current sensor combines the functions of converting signals into a digital format of the IEC 61850 standard and the functions of current relay protection. The features of the newly developed sensors are shown, which make it possible to obtain a significant improvement in the basic characteristics of relay protection when using them.

**Key words:** relay protection, digital current sensor, analog-to-digital converter, electromagnetic current converter, multiplexer.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 40-45*

### **Электрошлаковые технологии в решении задач ресурсо- и энергосбережения**

КОВАЛЕВ В.Г., ТАРАСОВ В.А., АФАНАСЬЕВ В.В., КУЗЬМИН М.Г.

Исследованы возможности применения электротермических технологий в электродных печах с использованием шлака в различных металлургических процессах и

электротехнологических комплексах для решения актуальных задач энергосбережения и ресурсосбережения. Анализ опыта применения электрошлаковых технологий в металлургии и машиностроении наряду с физическим и математическим моделированием электромагнитных полей показал, что эти технологии могут быть использованы не только для производства слитков и деталей сложной формы, но и для проведения окислительно-восстановительных процессов, позволяющих проводить аллотермическую газификацию углеродосодержащих топлив и переработку твердых отходов. На основе электрошлаковых технологий могут быть созданы электротехнологические комплексы с использованием любых видов твердого топлива и современных технологий генерации электрической и тепловой энергии. Электротехнологические комплексы могут быть регуляторами работы электроэнергетических систем. Определены перспективные направления развития электрошлаковых технологий для создания новых установок с высокой энергетической эффективностью и глубокой переработкой минеральной части топлив.

**Ключевые слова:** электротермические электродные установки, электротехнологические комплексы, электрошлаковые технологии, производство изделий сложной формы, электрические поля ванн, параметры схем замещения, окислительно-восстановительные процессы, аллотермическая газификация, ресурсо- и энергосбережение.

The possibilities of using electrothermal technologies in electrode furnaces using slag in various metallurgical processes and electrotechnological complexes to solve urgent problems of energy saving and resource conservation are investigated. An analysis of the experience of using electroslag technologies in metallurgy and mechanical engineering, along with physical and mathematical modeling of electromagnetic fields, has shown that these technologies can be used not only for the production of ingots and parts of complex shapes, but also for redox processes that allow allothermal gasification of carbon-containing fuels and solid waste processing. On the basis of electroslag technologies, electrotechnological complexes can be created using any types of solid fuels and modern technologies for generating electric and thermal energy.

Electrotechnological complexes can be regulators of the operation of electric power systems. Promising directions for the development of electroslag technologies for the creation of new installations with high energy efficiency and deep processing of the mineral part of fuels have been identified.

**Key words:** electrothermal electrode installations, electrotechnological complexes, electroslag technologies, production of products of complex shape, electric fields of baths, parameters of substitution schemes, redox processes, allothermal gasification, resource and energy saving.

**Переходный процесс при конечном времени коммутации: нейростевоый контроль**

СЛАВУТСКИЙ А.Л., АНДРЕЕВ О.Н., РУССОВА Н.В., ГАЛАНИНА Н.А.

Электромеханическая коммутационная аппаратура имеет конечное время срабатывания длительностью до нескольких миллисекунд. Процесс коммутации носит прерывистый характер, обусловленный дребезгом механических контактов и возникновением электрической дуги. Переходный процесс при этом сопровождается высокочастотными биениями тока и напряжения, фаза, амплитуда и спектральный состав которых в значительной степени носят случайный, зависящий от начальных условий характер. В статье приведены результаты лабораторного анализа биений сигналов при включении и выключении асинхронного однофазного двигателя. Показано, что структура высокочастотных биений определяется как паразитными параметрами коммутационного аппарата, так и электрическими контурами во внешней цепи. Приведен качественный анализ структуры сигналов на основе аналитических выражений и показана возможность контроля временных интервалов между бросками тока и напряжения при помощи нейросетевых алгоритмов. Описан алгоритм обучения нейросети на основе простейших формул и использования для этой цели элементарного персептрона. Показана возможность выделять временные участки, соответствующие дребезгу контактов, в автоматизированном режиме с максимальной задержкой в десятки микросекунд. Результаты могут быть использованы при испытаниях электромеханической коммутационной аппаратуры.

**Ключевые слова:** коммутационная аппаратура, конечное время срабатывания, переходный процесс, нейронные сети.

Electromechanical switching equipment has a finite response time of up to several milliseconds. The switching process is intermittent due to the rattling of mechanical contacts and the occurrence of an electric arc. The transient process is accompanied by high-frequency current and voltage beats, the phase, amplitude and spectral composition of which are largely random, depending on the initial conditions. The article presents the results of laboratory analysis of signal beats when an asynchronous single-phase motor is switched on and off. It is shown that the structure of high-frequency beats is determined both by the parasitic parameters of the switching device and by the electrical circuits in the external circuit. A qualitative analysis of the signal structure based on analytical expressions is given and the possibility of controlling the time intervals between current and voltage surges using neural network algorithms is shown. An



algorithm for training a neural network based on the simplest formulas and using an elementary perceptron for this purpose is described. It is shown that it is possible to allocate time sections corresponding to the contact rattle in an automated mode with a maximum delay of tens of microseconds. The results can be used in tests of electromechanical switching equipment.

**Key words:** switching equipment, finite response time, transient, neural networks.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 51-56*

### **Влияние несоосности коаксиальных электродов барьерных озонаторов на эффективность синтеза озона**

МИЛОСЕРДОВ А.И., ЛЫСОВ Н.Ю., ДМИТРИЕВ Д.Д., КЛУБКОВ А.В.

Представлены результаты численного моделирования влияния неоднородности разрядного промежутка барьерного генератора озона на его работу. Рассмотрен генератор озона с цилиндрической формой электродов, неоднородность задаётся смещением осей электродов друг относительно друга. Получены распределения объёмного расхода рабочего газа и активной мощности барьерного разряда по поперечному сечению генератора озона для нескольких значений неоднородности, показана их сильная неравномерность. Выявлен взаимоусиливающийся отрицательный эффект полученных распределений на синтез озона.

**Ключевые слова:** генератор озона, барьерный разряд, моделирование, неоднородный зазор, объёмный расход, активная мощность,

The results of numerical simulation of the effect of the inhomogeneity of the discharge gap of the ozone barrier generator on its operation are presented. An ozone generator with a cylindrical shape of the electrodes is considered, the inhomogeneity is determined by the displacement of the axes of the electrodes relative to each other. The distributions of the volumetric flow rate of the working gas and the active power of the barrier discharge over the cross section of the ozone generator for several values of heterogeneity are obtained, and their strong unevenness is shown. The mutually reinforcing negative effect of the obtained distributions on ozone synthesis has been revealed.

**Key words:** ozone generator, barrier discharge, modeling, inhomogeneous gap, volumetric flow rate, active power.

**Распределение магнитного поля, создаваемого токопроводом 20 кВ с твердой полимерной изоляцией**

ГОЛУБЕВ Д.В., КОВАЛЕВ Д.И., ВАРИВодОВ В.Н., ЖУЛИКОВ С.С., ЕЛФИМОВ С.А.

Приведены результаты исследования распределения магнитного поля промышленной частоты (МППЧ) в полимерной изоляции токопровода напряжением 20 кВ на основе численного моделирования. Предварительно установлены основные этапы расчета и определены наиболее сложные для вычислений области конструкции токопровода. Разработана математическая модель и проведен упрощенный расчет распределения напряженности МППЧ внутри полимерной изоляции. Определен характер изменения напряженности МППЧ в изоляционном слое токопровода и получены максимальные ее значения. Сделаны выводы о соответствии конструкции токопровода требованиям электромагнитной совместимости и электромагнитной безопасности при его эксплуатации на объектах энергетики.

**Ключевые слова:** токопроводы, полимерная изоляция, магнитное поле промышленной частоты, распределение магнитного поля, математическая модель, электромагнитная совместимость, электромагнитная безопасность, предельно допустимый уровень.

The results of a study of the distribution of the industrial frequency magnetic field (MPPF) in the polymer insulation of a 20 kV current line based on numerical modeling are presented. The main calculation stages have been preliminarily established and the most difficult areas of the current pipeline design have been determined. A mathematical model has been developed and a simplified calculation of the intensity distribution of the MPPF inside the polymer insulation has been carried out. The nature of the change in the MPPF intensity in the insulating layer of the current line is determined and its maximum values are obtained. Conclusions are drawn about the compliance of the current pipeline design with the requirements of electromagnetic compatibility and electromagnetic safety during its operation at energy facilities.

**Key words:** current pipelines, polymer insulation, industrial frequency magnetic field, magnetic field distribution, mathematical model, electromagnetic compatibility, electromagnetic safety, maximum permissible level.

**Влияние высоты заземленного электрода на характеристики главной стадии разряда из искусственной грозовой ячейки**

ТЕМНИКОВ А.Г., БЕЛОВА О.С., КИВШАР Т.К., ЛЫСОВ Н.Ю., МИРЗАБЕКЯН Г.З., СЕРГЕЕВА А.Э., ЧЕРНЕНСКИЙ Л.Л.

Рассмотрено влияние высоты заземленного стержневого электрода на характеристики главной стадии разряда из искусственной грозовой ячейкой (ИГЯ) отрицательной полярности. Показано, что параметры импульса тока главной стадии зависят от характера формирования разряда в промежутке между ИГЯ и землей. Установлено, что с увеличением высоты заземленного электрода амплитуда и крутизна импульса тока главной стадии уменьшаются, особенно при моделировании высотных объектов.

Установлено, что при формировании двух ударных разрядов параметры первого импульса тока главной стадии зависят от высоты сосредоточенного объекта аналогичным образом.

Выявленные зависимости параметров импульсов тока главной стадии от высоты заземленного объекта связаны с существенным влиянием на нее восходящих и встречных положительных лидеров; эти зависимости соответствуют наблюдениям для природных молний и должны учитываться при оценке последствий от поражения молнией наземных объектов различной высоты.

**Ключевые слова:** молния, физическое моделирование, искусственная грозовая ячейка, главная стадия разряда, модель сосредоточенного объекта.

The influence of the height of the grounded rod electrode on the characteristics of the main stage of discharge from an artificial lightning cell (ALC) of negative polarity is considered. It is shown that the parameters of the current pulse of the main stage depend on the nature of the discharge formation in the interval between the ALC and the ground. It has been found that with increasing height of the grounded electrode, the amplitude and steepness of the current pulse of the main stage decrease, especially when modeling high-rise objects. It is established that when two shock discharges are formed, the parameters of the first pulse of the main stage current depend on the height of the concentrated object in a similar way. The revealed dependences of the parameters of the main stage current pulses on the height of the grounded object are associated with the significant influence of ascending and counter positive leaders on it; these dependences correspond to observations for natural lightning and should be taken into account when assessing the consequences of lightning striking ground objects of various heights.

**Key words:** lightning, physical modeling, artificial thunderstorm cell, main stage of discharge, concentrated object model.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 68-74*

### **О применении твердой полимерной изоляции для высоковольтного оборудования внутренней установки**

ВАРИВодов В.Н., КОВАЛЕВ Д.И., ЖУЛИКОВ С.С., ГОЛУБЕВ Д.В., НЕСТЕРЕНКО А.А.

Приведена классификация изоляционных полимерных материалов, дан анализ их ключевых характеристик. Проведено сравнение преимуществ и недостатков различных полимерных изоляционных материалов, в частности, полиэтилена и этилен-пропиленового каучука, а также эпоксидных компаундов. Рассмотрены современные технологии изготовления твердой полимерной изоляции (ТПИ) и их влияние на электрическую прочность и надежность изоляционных систем. Показано, что газовые включения и внутренние напряжения существенно снижают электрическую прочность ТПИ, что требует строгого соблюдения технологических норм в процессе производства. Рассмотрены способы предотвращения образования дефектов ТПИ и улучшения ее эксплуатационных свойств.

**Ключевые слова:** высоковольтное электрооборудование внутренней установки, твердая полимерная изоляция, эксплуатационные свойства, технологические нормы.

The classification of insulating polymer materials is given, and an analysis of their key characteristics is given. The advantages and disadvantages of various polymer insulating materials, in particular, polyethylene and ethylene-propylene rubber, as well as epoxy compounds, are compared. Modern technologies for the manufacture of solid polymer insulation (SPI) and their effect on the electrical strength and reliability of insulation systems are considered. Studies have shown that gas inclusions and internal stresses significantly reduce the electrical strength of SPI, which requires strict compliance with technological standards in the production process. The methods of preventing the formation of defects in SPI and improving its operational properties are considered.

**Key words:** high-voltage electrical equipment of an indoor installation, solid polymer insulation, operational properties, technological standards.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 75-79*

### **О воздействии однородного электрического поля на волоконно-оптические линии**

## **СВЯЗИ**

БЕЛОВА О.С., КАЗАНЦЕВ С.Ю., БОЛОТОВ Д.В., ТЕМНИКОВ А.Г., ЛЫСОВ Н.Ю.,  
ЧЕРНЕНСКИЙ Л.Л., КИВШАР Т.К., СЕМЕНОВА В.Д.

Представлены результаты исследования влияния электрического однородного поля, которое можем возникнуть при грозовом фронте, на поляризацию сигнала, передаваемого по полностью диэлектрическому оптическому кабелю. В ходе эксперимента на волоконно-оптическую линию связи воздействовало однородное электрическое поле напряженностью до 3 кВ/см. Результаты исследования показали, что кабели длиной от нескольких километров чувствительны к внешним электрическим полям. При таких длинах кабеля изменяется угол эллиптичности сигнала, передаваемого по кабелю.

**Ключевые слова:** волоконно-оптический кабель, состояние поляризации, молния, электрическое поле, параметры Стокса, сфера Пуанкаре, эффект Керра.

The results of a study of the effect of an electric homogeneous field, which can occur during a thunderstorm front, on the polarization of a signal transmitted over a fully dielectric optical cable are presented. During the experiment, a homogeneous electric field of up to 3 kV/cm was applied to the fiber-optic communication line. The results of the study showed that cables with a length of several kilometers are sensitive to external electric fields. With such cable lengths, the elliptical angle of the signal transmitted over the cable changes.

**Key words:** fiber optic cable, polarization state, lightning, electric field, Stokes parameters, Poincare sphere, Kerr effect.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 80-86*

## **Электрофизические характеристики литых полимерных материалов для внутренних электроизоляционных конструкций первичного энергетического оборудования**

КОВАЛЕВ Д.И., ВАРИВодОВ В.Н., ЖУЛИКОВ С.С., ГОЛУБЕВ Д.В., ЕЛФИМОВ С.А.

Выполнен анализ основных характеристик литой полимерной изоляции, выявлены факторы, влияющие на ее электрическую прочность, даны рекомендации по оптимизации изоляционных систем для повышения их надежности и долговечности. Рассмотрено влияние основных конструктивных и эксплуатационных факторов на электрическую прочность изоляции. Проведен анализ закономерностей влияния основных эксплуатационных факторов на характеристики эпоксидных компаундов, применяемых в высоковольтных силовых и измерительных трансформаторах, распределительных устройствах и токопроводах.

**Ключевые слова:** энергетическое оборудование, полимерные материалы, литая полимерная изоляция, физико-химические свойства.

The analysis of the main characteristics of cast polymer insulation, the identified factors affecting its electrical strength, and recommendations for optimizing insulation systems to increase their reliability and durability are given. The influence of the main structural and operational factors on the electrical insulation strength is considered. The analysis of the patterns of influence of the main operational factors on the characteristics of epoxy compounds used in high-voltage power and measuring transformers, switchgears and current pipelines is carried out.

**Key words:** power equipment, polymer materials, cast polymer insulation, physico-chemical properties.

*Электротехника, 2024, №8, стр. 87-89*

**Авторы номера**

*Электротехника, 2024, №8, стр. 90-90*

**Павел Анфимович Бутырин**

(К 75-летию со дня рождения)