

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Администрация Правительства Кузбасса
Администрация г. Новокузнецка
Институт проблем управления им. Трапезникова РАН
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2022**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)**

15-16 декабря 2022 г.

**Новокузнецк
2022**

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия:

д.т.н., проф. В.В. Зимин (ответственный редактор),
д.т.н., проф. С.М. Кулаков, д.т.н., проф. В.Ю. Островляничик,
д.т.н., проф. Л.Д. Павлова, д.т.н., доц. И.А. Рыбенко,
к.т.н., доц. В.И. Кожемяченко (технический редактор).

С 409 Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) AS'2022: труды Всероссийской научно–практической конференции (с международным участием), 15-16 декабря 2022 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В.В. Зимина. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2022. – 632 с.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам в области современных систем автоматизации и информатизации учебных, исследовательских и производственных процессов. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры.

УДК 658.011.56

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

ской метрологии (теории измерений), а гармонизация параметров измерительных каналов [8] в измерительных системах.

Заключение

В данной работе рассмотрены понятия «цифровой метрологии» и приведено определение цифровой метрологии в связи с другими стандартами.

Библиографический список

1. Гуртовцев А. Метрология цифровых измерений, СТА 2 2008 с.80-88
2. Миронов Д.Е., Горбачев П.А., «Цифровая метрология: особенности и терминология» [Электронный ресурс] URL: <https://metro.ru/html/Stat/staty/cifr-metr.html> (дата обращения: 8.11.2022)
3. S. Eichstadt et al. «Metrology for the digital age», Measurement: Sensors 18 (2021), p.18-21
4. T. Mustapaa, J. Autiosalo, P. Nikander, J.E. Siegel, R. Viitala, Digital metrology for the internet of Things, in: 2020 Global Internet of Things Summit (GloTS), Dublin, Ireland, 2020, pp. 1–6,
5. РМГ 29-2013 ГСИ Метрология Основные термины и определения (2016) // Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Москва: Стандартинформ
6. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
7. ISO 29053 Automation systems and integration – Quality information framework (QIF) – An integrated model for manufacturing quality information
8. ГОСТ Р 8.596-2002 Метрологическое обеспечение измерительных систем (2003) // Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Москва: Стандартинформ.

УДК 621.391.823

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЙ МОЛНИИ НА НИЗКОВОЛЬТНЫЕ СИСТЕМЫ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ 110 КВ

Романова В.А., Дробышев В.К., Титова Т.К., Поползин И.Ю.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, romanovaviktoria2908@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты исследований влияний молнии на низковольтные системы высоковольтных электрических подстанций с открытыми распределительными устройствами 110 кВ. Актуальность исследований обусловлена широким распространением таких подстанций, высокими требованиями к надежности их работы, а также повсеместным распространением и высокой вероятностью ударов молнии в подстанции или вблизи них. Для установленного перечня опасных влияний на основе физических процессов молнии разработаны адекватные физико-математические модели. В статье приводятся результаты критического обзора литературных источников, физико-математического моделирования влияний молнии, а также их функциональный анализ, результаты натурных измерений, инженерных расчетов и расчетов по специализированным компьютерным программам. Изучены факторы, входящие в состав моделей, определены их природа (естественный или искусственный) и диапазон возможных значений в условиях подстанции, рассчитаны коэффициенты эластичности. Полученные результаты позволяют установить вклад фактора во влияние молнии и возможность управления фактором.

Ключевые слова: низковольтные системы, низковольтные электрические подстанции, молния, распределительное устройство, помехоустойчивость, электромагнитная обстановка.

Abstract. The article presents the results of studies of the effects of lightning on low voltage systems of high voltage electrical substations with outdoor switchgears of 110 kV. The topicality of research is associated with a wide spreading of such substations as well as with a high reliability requirements of their work and with their widespread distribution and high probability of lightning strikes to the substation or around it. Adequate physical models were developed for the list of hazardous effects based on physical processes of lightning. A model of each effect was studied on the basis of the sensitivity theory. The factors that had been included in the models were studied and were defined in accordance with their nature (natural or artificial), the range of possible values in a substation was determined; the coefficients of elasticity were calculated. The obtained results enable to ascertain the contribution of the factor in the effect of lightning and the ability to control the factor.

Keywords: low voltage systems, high voltage electric substations, lightning, switchgear, noise immunity, electromagnetic environment.

Вопросы влияния ударов молний на низковольтные системы высоковольтных электрических подстанций (ПС) с открытыми распределительными устройствами 110 кВ (далее – ОРУ 110 кВ) является сложными актуальным, поскольку подстанции данного типа распространены в Российской Федерации, России и являются важнейшими составляющими системы передачи и распределения электрической энергии. Настоящая статья продолжает исследования, начатые в [1].

ПС с ОРУ 110 кВ занимают большую площадь, высота расположенных на них сооружений составляет 11 м и более, что определяет высокую вероятность их поражения прямыми ударами молнии. Также высока вероятность попадания тока молнии на подстанцию по грозозащитным тросам воздушных линий электропередачи. Кроме того, на ПС с ОРУ 110 кВ широко используются различные низковольтные системы (устройства релейной защиты и автоматики, система собственных нужд, система постоянного оперативного тока, связь и т. п.) с малым уровнем помехоустойчивости. Большинство низковольтных систем выполняют ответственные функции, и сбой в их работе может привести к тяжелым последствиям. Для исключения подобных сбоев должны предусматриваться мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости оборудования, в частности защита систем от электромагнитных влияний молнии [2].

Влияние молнии на оборудование можно представить в виде схемы, показанной на рисунке 1. Объекты влияния – это низковольтные системы электрических ПС: устройства релейной защиты и автоматики, устройства системы собственных нужд, устройства системы постоянного оперативного тока, связь, приборы регистрации и измерения и т.п.



Рисунок 1 – Структура влияния молнии

Вопросы влияния молнии на электрооборудование и механизмы связи являются предметом исследований. Анализ показал, что влияние молнии на низковольтные системы ПС с ОРУ 110 кВ с наибольшей вероятностью происходят при ее ударе в молниеотводы подстанции и грозозащитные тросы высоковольтных линий электропередачи. По данным анализа литературы и из практического опыта установлено, что в результате названных событий возникают следующие последствия:

1. перенапряжения на заземлителе молниеотвода при стекании с него тока молнии;
2. искровой пробой при стекании тока молнии с заземлителя;
3. перенапряжения на конструкции пораженного молнией объекта;
4. перенапряжения между двумя объектами, один из которых поражен молнией;
5. перенапряжения на металлических оболочках при протекании по ним тока молнии;
6. перенапряжения на проводниках, прокладываемых для дополнительной защиты вдоль кабельных трасс;

7. напряжения и токи в петлях проводников, которые возникают при дистанционных влияниях молнии.

Модель влияния молнии может быть представлена в виде функции Y из n переменных $(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$ [3]:

$$Y = f(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n), \quad (1)$$

где $x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$ – факторы, определяющие величину влияния молнии.

Для оценки влияния фактора x_j на величину Y вычисляется коэффициент чувствительности s_j :

$$s_j = \frac{\partial Y}{\partial x_j}. \quad (2)$$

Максимальное приращение значения ΔY при изменении исследуемого фактора на величину Δx_j определяется следующим образом:

$$\Delta Y = \sum_{j=1}^n s_j \Delta x_j. \quad (3)$$

Оценка вклада x_j величину влияния Y выполняется на основании коэффициентов эластичности:

$$\delta_j = \frac{\partial Y}{\partial x_j} \cdot \frac{x_j}{Y} = s_j \cdot \frac{x_j}{Y}. \quad (4)$$

Коэффициент эластичности δ_j показывает, на сколько процентов изменится функция Y при изменении факторной переменной на 1 %. В связи с тем, что приведенные функции нелинейны, величина коэффициента эластичности не имеет определенного значения. Поэтому его расчет выполняется для всей области возможных значений фактора, что позволяет построить функциональные зависимости изменения коэффициента эластичности. Полученные зависимости дают возможность оценить вклад фактора в величину влияния Y в любой области значений фактора или влияния.

Приведем пример влияния, вызванного перенапряжениями на заземлителе молниеотвода, возникающими при ударе молнии в молниеотвод. Такие перенапряжения появляются вследствие наличия сопротивления, которое встречает ток молнии при стекании с заземлителя в грунт. При этом поведение заземлителя при стекании с него мощного импульсного тока молнии имеет ряд отличительных особенностей, в частности, возникновение ионизации, индуктивные и емкостные связи, которые необходимо учитывать при анализе.

Указанные процессы могут быть описаны следующей функцией:

$$U_{\text{имп}} = f(I_{\text{м(з)}}, \alpha_{\text{и}}, R_n), \quad (5)$$

где $I_{\text{м(з)}}$ – ток молнии, стекающий с заземлителя молниеотвода в грунт, А;

$\alpha_{\text{и}}$ – импульсный коэффициент, учитывающий особенности поведения заземлителя при протекании по нему тока молнии;

R_n – сопротивление заземлителя молниеотвода постоянному току, Ом.

Составляющие функции (5) также являются зависимыми переменными и имеют вид:

$$I_{\text{м(з)}} = f(I_{\text{м}}, n_{\text{т}}); \quad (6)$$

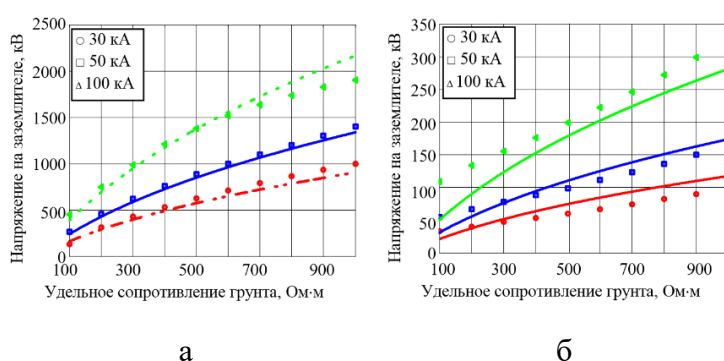
$$\alpha_{\text{и}} = f(\rho, I_{\text{м}}); \quad (7)$$

$$R_{\text{п}} = f(\rho, L, n, S, d_1, d_2, H, l), \quad (8)$$

где $n_{\text{т}}$ – число токоотводов молниеотвода, шт.;
 $I_{\text{м}}$ – ток молнии, кА;
 S_3 – площадь заземлителя молниеотвода, м²;
 ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м;
 L – суммарная длина горизонтальных заземлителей, м;
 H – глубина прокладки горизонтальных заземлителей, м;
 n – число вертикальных заземлителей, шт.;
 l – длина одного вертикального заземлителя, м;
 d_1, d_2 – диаметр горизонтального и вертикального заземлителя соответственно, м.

Проверка адекватности анализируемой модели выполнена путем сопоставления ручных расчетов и по специализированной программе «ОРУ-М». Расчеты проведены для различных значений удельного сопротивления грунта (от 100 до 1000 Ом·м), тока молнии (30, 50, 100 кА), для заземлителей следующего вида: простой заземлитель молниеотвода с конфигурацией по требованиям: четырехлучевой заземлитель с длиной каждого луча 3 м, на концах лучей – электроды длиной 3 м, глубина прокладки заземлителей 0,7 м, материал – сталь круглая диаметром 12 мм; сложный заземлитель молниеотвода, совмещенный с сетчатым заземляющим устройством подстанции площадью 100×100 м² с шагом сетки 20×20 м.

Полученные функциональные зависимости импульсного сопротивления от величины удельного сопротивления грунта для токов молнии 30, 50, 100 кА показаны на рисунке 2.



а – простая модель; б – сложная модель; знаками $\circ$, $\square$, Δ отмечены результаты расчетов по компьютерной программе при токах 30, 50, 100 кА соответственно; сплошные линии – результаты расчетов по принятой модели

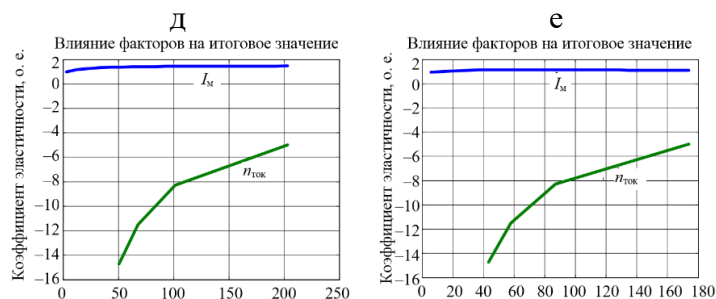
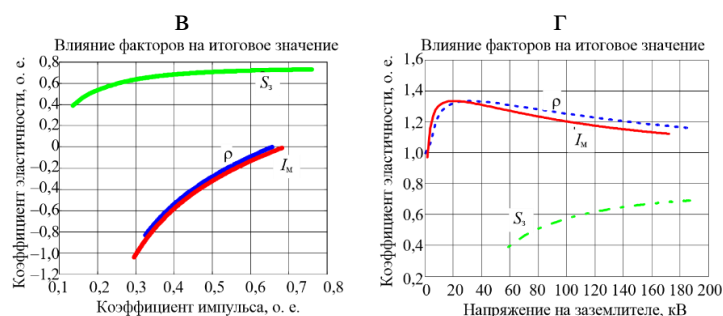
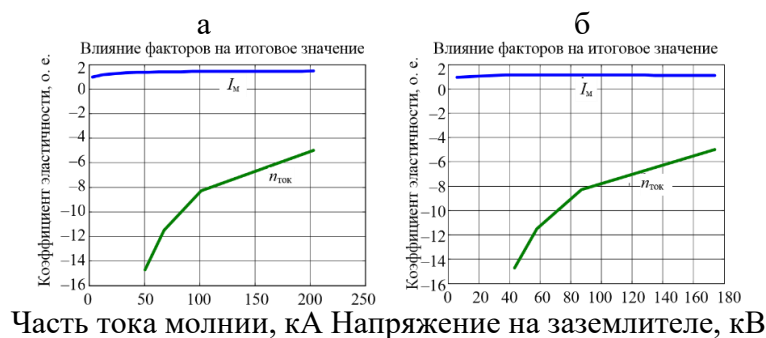
Рисунок 2 – Зависимость напряжения на заземлителе от удельного сопротивления грунта при разных значениях тока молнии (инженерный и компьютерный расчеты)

Анализ расчетов показал, что импульсное напряжение имеет одинаковый тренд при изменении удельного сопротивления грунта и тока молнии, максимальная разность полученных значений составляет 18 и 14 % для простого и сложного заземлителей соответственно. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что исследуемая модель адекватно и с достаточной точностью отражает рассмотренный процесс.

На следующем этапе проанализированы факторы, составляющие модель, изучена их природа (искусственная или естественная). Искусственными факторами можно управлять (параметры заземлителей, конфигурация и т. п.), естественные факторы можно толь-

ко учитывать (величина тока молнии, удельное сопротивление грунта и т. п.). Определен диапазон возможных значений факторов в условиях высоковольтной подстанции на основании практического опыта и анализа литературных источников [4,5].

Рассчитаны коэффициенты эластичности факторов и построены графические зависимости коэффициентов эластичности от изменения факторов и величины рассматриваемого влияния. Пример названных графических зависимостей факторов функции (5) от изменения $U_{\text{имп}}$, $I_{\text{м(з)}}$, $\alpha_{\text{и}}$ показан на рисунке 3.



Сопrotивление заземляющего устройства, Ом Напряжение на заземлителе, кВ

а – $I_{\text{м(з)}}$; б, в, г – $U_{\text{имп}}$; д – $\alpha_{\text{и}}$; е – $R_{\text{ст}}$

Рисунок 3 – Коэффициенты эластичности факторов функции (5)

Кроме приведенного выше, выполнена систематизация факторов функции (5) по степени их влияния на модель и по их природе [6,7], а именно:

- природные факторы, которые необходимо контролировать: ток молнии, удельное сопротивление грунта;
- искусственные факторы, которыми возможно управлять: число токоотводов, площадь заземляющего устройства подстанции, площадь заземляющего устройства молниеотвода, суммарная длина горизонтальных заземлителей, глубина погружения горизонтальных заземлителей, диаметр горизонтального заземлителя, диаметр вертикального заземлителя, длина вертикального заземлителя, число вертикальных заземлителей.

Аналогичным образом проведены исследования прочих влияний молнии:

– искровой пробой при стекании тока молнии с заземлителя (модель описывается функцией $r_{\text{и}}$ радиуса искровой зоны):

$$r_{\text{и}} = f(I_{\text{м}}, n_{\text{т}}, l, \rho, E_{\text{пр}}), \quad (9)$$

где l – длина заземлителя, м;

$E_{\text{пр}}$ – пробивная напряженность грунта, В/м;

– перенапряжения на конструкции пораженного молнией объекта (модель процесса описывается функцией магнитной составляющей индуктированного напряжения $U_{\text{м}}$, электрической составляющей индуктированного напряжения $U_{\text{эи}}$, составляющей падения электрического напряжения $U_{\text{э}}$):

$$U_{\text{м}} = f(a, h, h', r_{\text{э}}, v_{\text{т}}, t); \quad (10)$$

$$U_{\text{эи}} = f(a, h, h', r_{\text{э}}, v_{\text{т}}, t), \quad (11)$$

где a – скорость изменения тока молнии, А/с;

h – высота рассматриваемого объекта, м;

h' – высота точки, для которой рассчитывается перенапряжение, м;

$r_{\text{э}}$ – эквивалентный радиус токопровода, м;

$v_{\text{т}}$ – скорость перемещения прямоугольной волны заряда вдоль канала молнии, м/с;

t – длительность разряда, с;

– перенапряжения между двумя объектами, один из которых поражен молнией (модель процесса описывается магнитной $U_{\text{м2}}$ и электрической $U_{\text{э2}}$ функциями, электростатической составляющей напряжения $U_{\text{э.ст}}$):

$$U_{\text{м2}} = f(h_{\text{об}}, \partial i, \partial t, d, r_{\text{т}}); \quad (12)$$

$$U_{\text{э2}} = f(R_{\text{вз}}, I_{\text{м(2)}}); \quad (13)$$

$$U_{\text{э.ст}} = f(C, R_{\text{з}}, h, I_{\text{м}}, d), \quad (14)$$

где ∂i – величина импульса тока фронта молнии, А;

∂t – длительность фронта импульса, с;

$h_{\text{об}}$ – высота непораженного объекта, м;

d – расстояние между объектами, м;

$r_{\text{т}}$ – усредненный радиус непораженного объекта, м;

$R_{\text{вз}}$ – сопротивление заземления между объектом и молниеотводом, Ом;

$I_{\text{м(2)}}$ – часть тока молнии, протекающего по заземлителю, кА;

C – емкость объекта, пФ;

$R_{\text{з}}$ – сопротивление заземления объекта, Ом;

h – высота рассматриваемого объекта, м;

d – расстояние от точки удара до объекта, м;

– перенапряжения на металлических оболочках $U_{\text{обол}}$ при протекании по ним тока молнии:

$$U_{\text{обол}} = f(R_0, I_{\text{м}}, \rho, \tau_{\text{в}}), \quad (15)$$

где R_0 – удельное сопротивление экрана, Ом/м;

$\tau_{\text{в}}$ – время спада импульса тока молнии до половины амплитуды, мкс;

– перенапряжения на проводниках $U_{\text{пзп}}$, прокладываемых для дополнительной защиты вдоль кабельных трасс:

$$U_{\text{пзп}} = f(R_0, I_{\text{м}}, \rho); \quad (16)$$

– напряжения $U_{\text{оп}}$ и токи $I_{\text{эл}}$ в петлях проводников, которые возникают при дистанционных влияниях молнии:

$$U_{\text{оп}} = f(I_{\text{м}}, T_1, h_{\text{в}}, e, f, d_{\text{в}}, \eta, K_{\text{с}}, K_{\text{с}}, r); \quad (17)$$

$$I_{\text{эл}} = f(I_{\text{м}}, T_1, h_{\text{в}}, e, f, d_{\text{в}}, \eta, K_{\text{с}}, K_{\text{с}}, r); \quad (18)$$

где $h_{\text{в}}$ – ширина или высота витка, м;
 e – длина витка, м;
 f – расстояние от канала разряда до стены сооружения, м;
 $d_{\text{в}}$ – расстояние от витка до стены сооружения, м;
 η – коэффициент экранирования для экрана сооружения (экран LPZ 1);
 $K_{\text{с}}$ – коэффициент экранирования, учитывающий экранирующий эффект экрана кабеля;
 $K_{\text{с}}$ – коэффициент, который учитывает распределение тока между идущими вниз проводниками;
 r – радиус проводника в витке, м.

Выводы. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. представлены результаты исследований влияний молнии на низковольтные системы высоковольтных электрических подстанций с открытыми распределительными устройствами 110 кВ;
2. разработаны, верифицированы и проанализированы физико-математические модели следующих влияний молнии: перенапряжения на заземлителе молниеотвода при стекании с него тока молнии; искровой пробой при стекании тока молнии с заземлителя; перенапряжения на конструкции пораженного молнией объекта; перенапряжения между двумя объектами, один из которых поражен молнией; перенапряжения на металлических оболочках при протекании по ним тока молнии; перенапряжения на проводниках, прокладываемых для дополнительной защиты вдоль кабельных трасс; напряжения и токи в петлях проводников, которые возникают при дистанционных влияниях молнии;
3. изучены факторы моделей (определена природа: естественный или искусственный; диапазон возможных изменений), рассчитаны коэффициенты эластичности для каждого входящего в модель фактора; выполнена систематизация результатов исследований в виде графов, отражающих взаимосвязь между факторами и влияниями молнии;
4. полученная информация систематизирована в виде контрольных перечней, которые применяются при сборе исходной информации для разработки молниезащиты подстанции, обследования существующей молниезащиты подстанции, расследования аварийных ситуаций, связанных с ударами молнии;
5. результаты исследований рекомендуются к применению в следующей практической деятельности: при предпроектных обследованиях подстанций для сбора информации о текущем состоянии молниезащиты, разработке задания на проектирование, проектировании молниезащиты подстанции, приемосдаточных испытаниях молниезащиты и ее периодической инспекции.

Библиографический список

1. Проблемы обеспечения электромагнитной обстановки вторичного оборудования на электрических подстанциях для питания угольных шахт / В. А. Романова [и др.] // Наукоемкие технологии разработки использования минеральных ресурсов. – 2022. - №8. – С. 265-272.
2. Базелян, Э. М. Физика молнии и молниезащиты / Э. М. Базелян, Ю. П. Райзен. М.: Физматлит, 2001. 320 с.
3. Базелян, Э. М. Физические и инженерные основы молниезащиты / Э. М. Базелян, Б. Н. Горин, В. И. Левитов. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 223 с.
4. Криксин, П. В. Оценка электромагнитных влияний на подстанции / П. В. Криксин, М. И. Фурсанов // 65-я науч.-техн. конф. проф.-препод. состава, науч. работников, докторантов и аспирантов Белорус. нац. техн. ун-та. Минск, 2012.
5. Криксин, П. В. Моделирование и анализ процессов, происходящих при стекании тока молнии в грунт / П. В. Криксин // Энергия и Менеджмент. 2012.
6. IEC 62305-1:2010. Protection Against Lightning. Part 1: General Principles. 137 p.
7. VDB Blitzschutz Montage-Handbuch Online. Verband Deutscher Blitzschutzfirmen [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.vdb.blitzschutz.com.

УДК 004.75

DATA MINING В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Пермякова Е.П., Бочаров Вик.В., Бочаров Вяч.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, permyakova-ep@yandex.ru; bocharov.vitya@gmail.com;
privateinslava@gmail.com

Аннотация. Анализ данных в реальном времени является одной из самых популярны проблем в сфере обслуживания потребителя, от того насколько точно и актуально система выдаст ответ или рекомендацию, зависит успешность приложения, следовательно, и прибыль разработчика. Идеальное представление такой системы может звучать так, на основе текущих потребностей пользователя выдать ему рекомендацию, в которой он точно заинтересуется. Основной целью представленной статьи является анализ вопросов, касающихся использования средств и методов реализации алгоритмов Data Mining в реальном времени.

Ключевые слова: оптимизация, моделирование, классификация, система, поведение пользователя или системы, рекомендательная система.

Abstract. Real-time data analysis is one of the most popular problems in the consumer service industry, the success of the application, and therefore the profit of the developer, depends on how accurately and up-to-date the system will give an answer or recommendation. The ideal representation of such a system may sound like this, based on the current needs of the user, give him a recommendation in which he will definitely be interested. The main purpose of this article is to analyze issues related to the use of tools and methods for real-time implementation of Data Mining algorithms.

Keywords: optimization, modeling, classification, system, user or system behavior, recommender system.

Интеллектуальный анализ данных и машинное обучение прибывают наиболее выразительной областью исследований и приложений. Все приложения реального времени напрямую либо косвенно зависят от интеллектуального анализа данных и машинного обучения. Так же имеется множество примеров применения Data Mining в реальном времени не только в потребительских системах, но и в других, таких как анализ данных в сфере финансов, розничной торговли, телекоммуникаций, анализ биологических данных и иные научные применения. Вот лишь несколько примеров, где его возможно использовать. Наиболее выразительной сферой исследований и приложений является интеллектуальный анализ данных и машинное обучение.

<i>Гайнутдинов Л.Н.</i> Роль и место информационных технологий в инвестициях.....	320
<i>Тагильцев-Галета К.В., Лактионов С.А.</i> Цифровая метрология: определение и ее место в моделировании систем	322
<i>Романова В.А., Дробышев В.К., Титова Т.К., Поползин И.Ю.</i> Исследования влияний молнии на низковольтные системы высоковольтных электрических подстанций 110 кВ.....	325
<i>Пермякова Е.П., Бочаров Вик.В., Бочаров Вяч.В.</i> Data Mining в реальном времени	332
<i>Кузнецова Е.С., Дурнев А.А., Пестрецов А.Е., Арбузов И.С., Полосухин А.Е.</i> Имитационное моделирование подстанции в среде «MATLAB – SIMULINK».....	336
<i>Рыбенко И.А., Белавенцева Д.Ю., Гасымов Р.Р., Качалкова К.И.</i> Методика расчёта материального баланса кислородно-конвертерного процесса.....	341
<i>Полещенко Д.А., Петров В.А., Михайлов И.С.</i> Использование YOLOv5 для определения густоты всходов подсолнечника.....	345
<i>Гурин И.А., Лавров В.В., Спиринов Н.А.</i> Программные средства решения задач оптимизации в информационно-моделирующих системах	348
<i>Костылева Л.Ю.</i> Моделирование теплового состояния многослойных биметаллических пластин.....	354
<i>Зеркаль С.М., Пешков А.В.</i> Численное исследование томографической разрешимости специальной задачи дефектоскопии	360
<i>Филипас А.А., Рябов А.В.</i> Система технического зрения для условий плохой видимости в воздушной среде	365
<i>Рыбенко И.А., Roos K.</i> Анализ критериев оптимизации и способов решения оптимизационных задач в металлургии	368
<i>Сёмина В.В.</i> Декомпозиция и агрегирование слабосвязанных окрестностных систем.....	372
<i>Кузнецова Е.С., Дробышев В.К., Романова В.А.</i> Моделирование и оптимизация системы электроснабжения теплосиловой установки с применением альтернативного источника топлива	377
<i>Губанов К.Н., Калашиников С.Н.</i> Основы алгоритмизации для разработки мобильного приложения с целью распознавания кодов Data Matrix.....	382
<i>Перевалова О.С., Баркалов С.А., Мажарова Л.А.</i> Моделирование процесса внедрения системы наставничества в организационных системах.....	385