

Международный журнал
информационных технологий
и энергоэффективности |



Том 7 Номер 3 (25)



2022



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

1.	Зинина С.А., Попов А.И., Брагин Д.М., Еремин А.В. Исследование температурного состояния плоского тепловыделяющего элемента с внутренним тепловыделением	4
	Zinina S.A., Popov A.I., Bragin D.M., Eremin A.V. Investigation of the temperature state of a flat heat-generating element with internal heat dissipation	
2.	Егорова И.В., Петренко Н.В., Чайка Д.С. Организационные основы безопасности работ при монтаже групповых осветительных щитков и светильников	11
	Egorova I.V., Petrenko N.V., Chaika D.S. Organizational basis of work safety during the installation of group lighting boards and luminaires	
3.	Липкович И.Э., Егорова И.В., Блынский Е.А. Организационные основы безопасности работ при монтаже воздушных линий электропередачи	19
	Lipkovich I.E., Egorova I.V., Blynsky E.A. organizational bases of work safety during installation of overhead power lines	
4.	Бордюг А.С. Применение малой авиации для ремонта, технического обслуживания электрооборудования в труднодоступных и отдаленных районах. технические и экономические аспекты реализации проекта мобильной электролаборатории	34
	Bordyug A.S. Application of small aviation for repair, maintenance of electrical equipment in hard-to-reach and remote areas. technical and economic aspects of the mobile electric laboratory project implementation	
5.	Канарейкин А.И. Процесс охлаждения бесконечной прямоугольной пластины при граничных условиях второго и третьего рода	40
	Kanareykin A. I. The cooling process of an infinite rectangular plate under boundary conditions of the second and third kind	
6.	Липкович И.Э., Петренко Н.В., Блынский Е.А. Организационные основы безопасности ремонтных работ при эксплуатации электрооборудования	46
	Lipkovich I.E., Petrenko N.V., Blynsky E.A. Organizational bases of repair work safety during operation of electrical equipment	
7.	Агеев В. А., Репьев Д. С., Каргин Д. Н. Потери электроэнергии. методы расчета технических потерь электроэнергии	55
	Ageev V.A., Repiev D. S., Kargin D.N. Loss of electric power. methods for calculating technical power losses	

8.	Попов А.И., Брагин Д.М., Зинина С.А., Еремин А.В., Олатуйи О.Д Определение эффективного коэффициента теплопроводности пористого материала с упорядоченной структурой, основанной на тпмп i-wp	61
	Popov A.I., Bragin D.M., Zinina S.A., Eremin A.V., Olatuyi O.J. Determination of the effective thermal conductivity of a porous material with an ordered structure based on i-wp tpms	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ		
9.	Агеев Н.А., Пастернак А.В. Google Knowledge Graph API как инструмент SEO	68
	Ageev N.A., Pasternak A V. Google knowledge Graph API as an SEO tool	
10.	Балашов О.В., Букачев Д.С. Координация мероприятий плана в автоматизированных системах планирования	75
	Balashov O.V., Bukachev D.S. Coordination of plan activities in automated planning systems	
11.	Белоусов А.В. Технологии информационного моделирования в строительстве крупного промышленного объекта	82
	Belousov A.V. Technologies of information modeling in the construction of a large industrial facility	
12.	Вивас Т. К. К., Рохас С.М., Матиас М. Эволюция международной валютной системы, криптовалюта - следующее изменение?	88
	Vivawith T.K.K., Rojas S.M., Mathias M. The evolution of the international monetary system, cryptocurrency – the next change?	
13.	Синогеев И.С. Информационные технологии в распознавании лиц	99
	Sinogeev I.S. Information technologies in face recognition	
14.	Иванова Е.Д., Шарыпова Т.Н. Современные аспекты защиты информации	105
	Ivanova E.D., Sharypova T.N. Modern aspects of information protection	



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 536.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОСКОГО ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА С ВНУТРЕННИМ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕМ

¹ Зинина С.А., ² Попов А.И., Брагин Д.М., Еремин А.В.

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, Самара, Россия (443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244), e-mail: ¹ sofazinina4@gmail.com, ² pixinot@icloud.com

В данной статье численным методом решена задача теплопроводности в плоском тепловыделяющем элементе (ТВЭЛ) с внутренними источниками теплоты. Внутренний источник теплоты в данной задаче изменяется по линейному закону. Решение осуществлялось путем реализации метода конечных разностей в ПО Mathcad. Суть метода конечных разностей заключается в замене имеющихся дифференциальных уравнений разностными схемами. В данном решении применялась явная разностная схема.

Ключевые слова: метод конечных разностей, тепловыделяющий элемент, критерий Померанцева, внутренний источник, граничные условия первого рода.

INVESTIGATION OF THE TEMPERATURE STATE OF A FLAT HEAT-GENERATING ELEMENT WITH INTERNAL HEAT DISSIPATION

¹ Zinina S.A., ² Popov A.I., Bragin D.M., Eremin A.V.

Samara State Technical University, Samara, Russia (443100, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244), e-mail: ¹ sofazinina4@gmail.com, ² pixinot@icloud.com

In this article, the problem of thermal conductivity in a flat fuel element with internal heat sources is solved numerically. The internal heat source in this problem varies according to a linear law. The solution was implemented by implementing the finite difference method in Mathcad software. The essence of the finite difference method is to replace the existing differential equations with difference schemes. In this solution, an explicit difference scheme was used.

Keywords: finite difference method, fuel element, Pomerantsev criterion, internal source, boundary conditions of the first kind.

Введение

Исследование тепловых процессов в телах с внутренним тепловыделением имеет большое прикладное значение. Выделение теплоты может происходить вследствие протекания электрического тока по проводникам, индукционном нагреве, при реакциях ядерного деления в тепловыделяющих элементах (ТВЭЛ). Например в ТВЭЛ гетерогенных ядерных реакторов, от температурного режима зависят прочностные свойства конструктивных элементов, скорость протекания реакции и другие режимные параметры. Экспериментальное изучение тепловых процессов в телах с внутренним тепловыделением

представляет серьезные трудности, а наибольшее распространение получили теоретические методы их исследования (численные и аналитические). С использованием математической модели могут быть изучены закономерности протекания реальных процессов. Так, например, в работе М. В. Васильевой, Д. А. Стальнова «Математическое моделирование термомеханического состояния тепловыделяющего элемента» [1] рассматривается численное моделирование термического состояния ТВЭЛ. В основе их работы лежит метод конечных элементов с использованием программного пакета FEniCS. Моделирование теплопереноса осуществлялось с учетом внутреннего источника теплоты, представленного параболическим уравнением, для аппроксимации которого применялась неявная разностная схема по времени. В работе [2] проводилось исследование нелинейной задачи теплообмена в конструкции, состоящей из источника тепла, газового зазора и оболочки. Решение отыскивалось в двумерной и трехмерной областях при наличии внутренних источников энергии. Численное решение основано на применении метода конечных элементов. В работах [3 – 7] приводятся результаты теоретических исследований температурного состояния твердых тел с внутренними источниками тепла. В работах [8 – 10] излагаются инженерные методы построения решений задач стационарной и нестационарной теплопроводности. С помощью интегрального метода теплового баланса на основе введения фронта температурного возмущения и при использовании дополнительных граничных условий авторами были получены аналитические решения задач теплопроводности с переменными начальными условиями, с переменными во времени граничными условиями и внутренними источниками теплоты. С использованием теории обобщенных функций рассмотрены методы получения линейных и нелинейных задач теплопроводности для многослойных конструкций с внутренними источниками теплоты. В работе [11] на основе систем из тождественных равенств, образованных $2n$ – кратными интегралами от искомой температурной функции и интегральными граничными характеристиками, получены аналитические решения краевой задачи нестационарной теплопроводности для регулярного и нерегулярного режимов процесса нагрева (охлаждения) пластины с граничным условием первого рода.

В настоящей работе использован метод, согласно которому численное решение задачи осуществляется путем замены дифференциальных уравнений разностными схемами. Метод конечных разностей представляет собой сеточный метод, в качестве разностной схемы принята явная схема решения.

Постановка задачи

Уравнение теплового баланса в одномерном виде с внутренними источниками имеет вид [12]:

$$c\rho \frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = -\operatorname{div} \vec{q} + q_0, \quad (1)$$

где c – теплоемкость; ρ – плотность; T – температура; t – время; x – пространственная координата; q_0 – мощность внутренних источников.

Закон Фурье имеет вид:

$$\vec{q} = -\lambda \operatorname{grad} T. \quad (2)$$

При постоянных теплофизических свойствах ($\lambda = \text{const}$) справедлива запись:

$$c_p \frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = -\lambda \operatorname{div}(\operatorname{grad}T) + q_0. \quad (3)$$

Учитывая, что $\operatorname{div}(\operatorname{grad}T) = \Delta T = \nabla^2 T$, то уравнение (3) примет вид:

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = a \Delta T + \frac{q_v}{c_p}, \quad (4)$$

где a – температуропроводность.

Записывая уравнение (4) в декартовой системе координатах, получим:

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2} + \frac{q_0}{c_p}. \quad (5)$$

Согласно принятой схеме теплообмена (рис.1) краевые условия имеют вид:

$$T(x,0) = T_0; \quad (6)$$

$$\frac{\partial T(l,t)}{\partial x} = 0; \quad (7)$$

$$T(0,t) = T_{\text{ст}}. \quad (8)$$

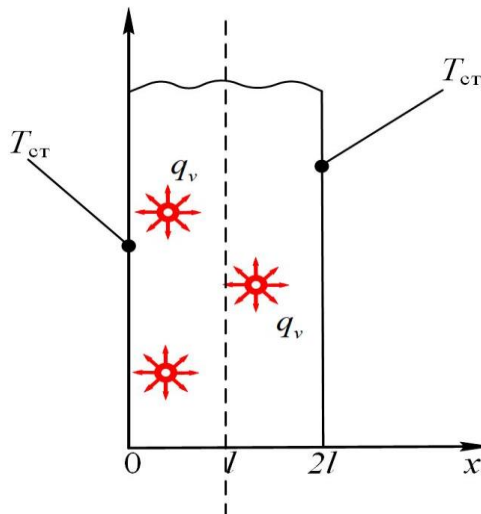


Рисунок 1 – Схема теплообмена

Согласно условиям задачи, мощность внутреннего источника теплоты изменяется по линейному закону.

Введем безразмерные параметры:

$$\Theta = \frac{T - T_0}{T_{\text{ст}} - T_0}; \quad \xi = \frac{x}{l}; \quad \text{Fo} = \frac{at}{l^2}; \quad \text{Po} = \frac{q_0 l^2}{\lambda(T_{\text{ст}} - T_0)}. \quad (9)$$

Тогда задача (5) – (8) с учетом безразмерных параметров примет вид:

$$\frac{\partial \Theta(\xi, \text{Fo})}{\partial \text{Fo}} = \frac{\partial^2 \Theta(\xi, \text{Fo})}{\partial \xi^2} + \text{Po}(1 - \xi) \quad (0 < \text{Fo} < \text{Fo}_1; \quad 0 < \xi < q(\text{Fo})); \quad (10)$$

$$\Theta(0, \text{Fo}) = 1; \quad (11)$$

$$\frac{\partial \Theta(1, \text{Fo})}{\partial \xi} = 0; \quad (12)$$

$$\Theta(\xi, 0) = 0. \quad (13)$$

Численное решение

Решение задачи (5) – (8) осуществляется методом конечных разностей [13,14]. Основой данного метода является введение пространственно – временной сетки с шагами по пространственной координате $\Delta\xi$ и по времени ΔFo . Принимается следующая сетка:

$$\xi_i = i\Delta\xi, \quad i = \overline{0, I}; \quad Fo_k = k\Delta Fo, \quad k = \overline{0, K}, \quad (14)$$

где I, K – число шагов по координатам ξ, Fo .

Согласно выбранному методу на (14) вводятся сеточные функции $\Theta_i^k = \Theta(\xi_i, Fo_k)$. Приняв явную разностную схему решения для задачи (5) – (8), математическая постановка примет вид:

$$\frac{\Theta_i^{k+1} - \Theta_i^k}{\Delta Fo} = \frac{\Theta_{i-1}^k - 2\Theta_i^k + \Theta_{i+1}^k}{\Delta\xi^2} + Po(1 - \xi_i); \quad (15)$$

$$\Theta_0^k = 1; \quad (16)$$

$$\frac{\Theta_I^k - \Theta_{I-1}^k}{\Delta\xi} = 0; \quad (17)$$

$$\Theta_i^0 = 0. \quad (18)$$

Результаты

На Рисунке 2 – представлена зависимость распределения безразмерной температуры вдоль пространственной координаты ξ . Из анализа данной зависимости видно, что с течением времени в следствие действия линейного внутреннего источника значение температуры возрастает.

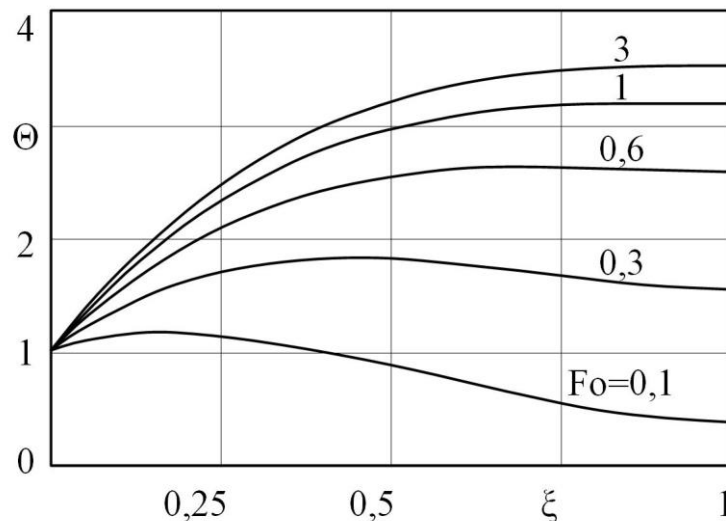


Рисунок 2 – Распределение температуры по координате ξ при значении внутреннего источника $Po = 15$

На Рисунке 3 представлено распределение температуры Θ в зависимости от безразмерного времени Fo . С течением времени наблюдается выход безразмерной температуры на стационарное значение.

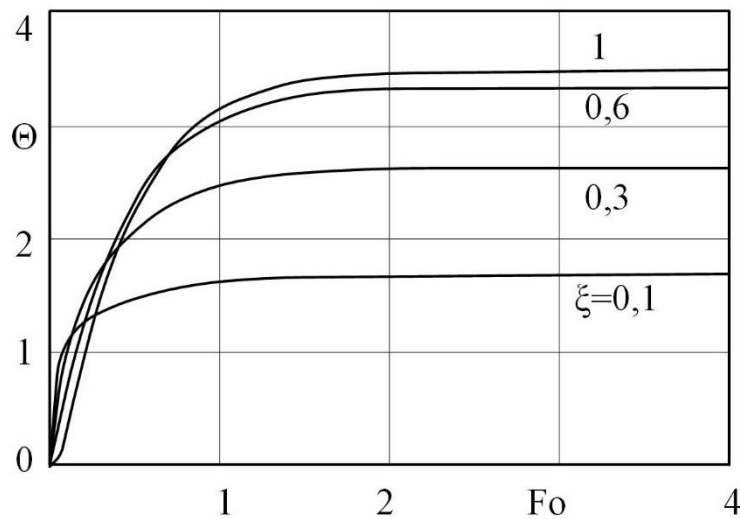


Рисунок 3 – Распределение температуры во времени при значении внутреннего источника $Po = 15$.

На Рисунке 4 представлено изменение безразмерной температуры по толщине пластины при значениях критерия Померанцева $Po = 5...20$ и постоянном значении $Fo = 0,5$. Критерий Померанцева характеризует мощность внутреннего источника теплоты. С увеличением Po наблюдается возрастание значения безразмерной температуры Θ . Так, при одинаковых значениях $\xi = 0,5$ и $Fo = 0,5$, значение безразмерной температуры при $Po = 5$ и $Po = 10$ соответственно равны $\Theta = 1,274$ и $\Theta = 1,81$.

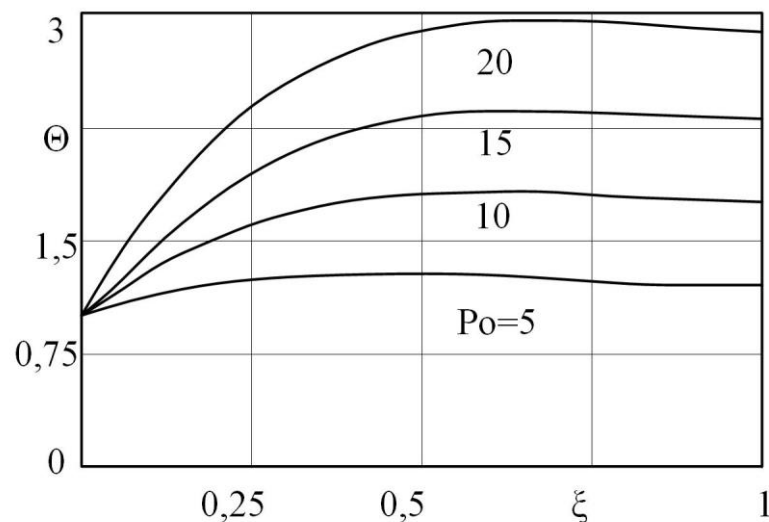


Рисунок 4 – Распределение температуры по толщине пластины при различных значениях критерия Померанцева

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 21-79-00047, <https://rscf.ru/project/21-79-00047/>)

Список литературы

1. Васильева М. В., Стальнов Д. А. Математическое моделирование термомеханического состояния тепловыделяющего элемента / ЖУРНАЛ Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, 2016. С. 45-59.
2. М. В. Васильева, П. Е. Захаров, П. В. Сивцев, Д. А. Спиридонов. Численное моделирование задач термоупругости для конструкции с внутренним источником, Математические заметки СВФУ, 2017, том 24, выпуск 3, С. 52–64.
3. Амосова Е.В., Шишкин А.В. Численный расчет распределения температурного поля в цилиндрическом твэле с учетом эксцентриситета топливной таблетки и переменных теплофизических характеристик материалов // Международная мультikonференция по промышленной инженерии и современным технологиям 2020 г. (FarEastCon). - IEEE, 2020. - С. 1-5.
4. R.K.Abdul Razak, Asif Afzal, A.D.Mohammed Samee, M.K.Ramis. Effect of cladding on thermal behavior of nuclear fuel element with non-uniform heat generation // Progress in Nuclear Energy. – 2019. – Vol. 111. – С. 1-14.
5. N. Massarotti, P. Nithiarasu, Pradip Dutta and C. Ranganyakalu. «EFFECT OF VARIABLE THERMAL CONDUCTIVITY ON HEAT TRANSFER CHARACTERISTICS OF A NUCLEAR FUEL ELEMENT». Fifth International Conference on Computational Methods for Thermal Problems. THERMACOMP, 2018, INDIA.
6. Supriyo Bhattacharya, Souvik Nani, Sunando DasGupta Sirshendu De. Analytical solution of transient heat transfer with variable source for applications in nuclear reactors // International Communications in Heat and Mass Transfer. Volume 28, № 7, 2001, pp. 1005-1013.
7. M.G. Sobamowo. Analysis of convective longitudinal fin with temperature-dependent thermal conductivity and internal heat generation //Alexandria Engineering Journal. – 2017. – Vol. 56. – №. 1. – pp. 1-11.
8. Кудинов В.А., Кудинов И.В. Методы решения параболических и гиперболических уравнений/ Под ред. Э.М. Карташова. - М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2012.-280 с.
9. Eremin, A. V., Gubareva, K. V., Pyasov, A. A., Trubitsyn, K. V., Iglin, P. V. (2020, March). The study of the heat transfer process in bodies with internal heat sources of variable power. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 791, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
10. Kudinov I. V., Kotova E. V., Kudinov V. A. A method for obtaining analytical solutions to boundary value problems by defining additional boundary conditions and additional sought-for functions //Numerical Analysis and Applications. – 2019. – Vol. 12. – №. 2. – pp. 126-136.
11. Кот В. А. Метод граничных характеристик в задачах теплопроводности на основе интеграла теплового баланса //Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. – 2016. – №. 2. – С. 54-65.
12. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высш. Школа, 1967.
13. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченлова Н.В. Вычислительные методы для инженеров: Учеб. пособие. — М.: Высш. шк., 1994. — 544 с.
14. Гадиева С. С., Гахраманов П. Ф. Применение методов конечных разностей для решения модельных уравнений тепломассопереноса //Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. – 2017. – Т. 32. – №. 4. – С. 38-46.

References

1. Vasil'eva M. V., Stal'nov D. A. Matematicheskoe modelirovanie termomekhanicheskogo sostoyaniya teplovydelyayushchego elementa / ZHURNAL Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M. K. Ammosova, 2016.pp 45-59 .
2. M. V. Vasil'eva, P. E. Zaharov, P. V. Sivcev, D. A. Spiridonov. CHislennoe modelirovanie zadach termouprugosti dlya konstrukcii s vnutrennim istochnikom, Matematicheskie zametki SVFU, 2017, tom 24, vypusk 3,pp 52–64.
3. Amosova E.V., SHishkin A.V. CHislennyj raschet raspredeleniya temperaturnogo polya v cilindricheskom tvele s uchetom ekscentrisiteta toplivnoj tabletki i peremennyh teplofizicheskikh karakteristik materialov // Mezhdunarodnaya mul'tikonferenciya po promyshlennoj inzhenerii i sovremennym tekhnologiyam 2020 g. (FarEastCon). - IEEE, 2020. - pp. 1-5.
4. R.K.Abdul Razak, Asif Afzal, A.D.Mohammed Samee, M.K.Ramis. Effect of cladding on thermal behavior of nuclear fuel element with non-uniform heat generation // Progress in Nuclear Energy. – 2019. – Vol. 111. – pp 1-14.
5. N. Massarotti, P. Nithiarasu, Pradip Dutta and C. Ranganyakalu. «EFFECT OF VARIABLE THERMAL CONDUCTIVITY ON HEAT TRANSFER CHARACTERISTICS OF A NUCLEAR FUEL ELEMENT». Fifth International Conference on Computational Methods for Thermal Problems. THERMACOMP, 2018, INDIA.
6. Supriyo Bhattacharya, Souvik Nani, Sunando DasGupta Sirshendu De. Analytical solution of transient heat transfer with variable source for applications in nuclear reactors // International Communications in Heat and Mass Transfer. Volume 28, № 7, 2001, pp. 1005-1013.
7. M.G. Sobamowo. Analysis of convective longitudinal fin with temperature-dependent thermal conductivity and internal heat generation //Alexandria Engineering Journal. – 2017. – Vol. 56. – №. 1. – pp. 1-11.
8. Kudinov V.A., Kudinov I.V. Metody resheniya parabolicheskikh i giperbolicheskikh uravnenij/ Pod red. E.M. Kartashova. - M.: Knizhnyj dom «LIBRIKOM», 2012.-280 P.
9. Eremin, A. V., Gubareva, K. V., Ilyasov, A. A., Trubitsyn, K. V., Iglin, P. V. (2020, March). The study of the heat transfer process in bodies with internal heat sources of variable power. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 791, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
10. Kudinov I. V., Kotova E. V., Kudinov V. A. A method for obtaining analytical solutions to boundary value problems by defining additional boundary conditions and additional sought-for functions //Numerical Analysis and Applications. – 2019. – Vol. 12. – №. 2. – pp. 126-136.
11. Kot V. A. Metod granichnyh karakteristik v zadachah teploprovodnosti na osnove integrala teplovogo balansa //Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Seriya fiziko-tekhnicheskikh nauk. – 2016. – №. 2. – pp. 54-65.
12. Lykov A.V. Teoriya teploprovodnosti. M. : Vyssh. SHkola, 1967.
13. Amosov A.A., Dubinskij YU.A., Kopchenova N.V. Vychislitel'nye metody dlya inzhenerov: Ucheb. posobie. — M.: Vyssh. shk., 1994. — 544 P.
14. Gadieva S. S., Gahramanov P. F. Primenenie metodov konechnyh raznostej dlya resheniya model'nyh uravnenij teplomassoperenosa //Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 1: Estestvennye nauki. – 2017. – Т. 32. – №. 4. – pp. 38-46.



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ ГРУППОВЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЩИТКОВ И СВЕТИЛЬНИКОВ

Егорова И.В., Петренко Н.В., Чайка Д.С.

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, Россия (347740, г. Зерноград, Ростовская область, ул. Советская, 21), e-mail: petrenko.new@mail.ru

В статье рассмотрен монтаж осветительных щитов и светильников. Этот процесс является достаточно часто осуществляющимся, так как освещение необходимо в любом производственном и складском помещении и, поэтому, в большинстве случаев операции по монтажу могут выполнять сотрудники не всегда подготовленными на необходимом уровне. От инженерно-технических работников требуется организовать непрерывный контроль за выполнением данной операции.

Ключевые слова: безопасность; контроль; монтаж; осветительные щитки; светильники.

ORGANIZATIONAL BASIS OF WORK SAFETY DURING THE INSTALLATION OF GROUP LIGHTING BOARDS AND LUMINAIRES

Egorova I.V., Petrenko N.V., Chaika D.S.

Azov-Chernomorsk Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University in Zernograd, Russia (347740, Zernograd, Rostov region, ul. Sovetskaya St., 21,), e-mail: petrenko.new@mail.ru

The article considers the installation of lighting panels and lamps. This process is quite often carried out, since lighting is necessary in any production and storage room and, therefore, in most cases, installation operations can be performed by employees who are not always trained at the required level. Engineering and technical workers are required to organize continuous monitoring of the implementation of this operation.

Keywords: safety; control; installation; lighting panels; lamps.

Установки электроосвещения различных видов выполняют согласно СП 76.13330.2016, ГОСТ Р 55710 – 2013, СП 52.13330.2016 во всех производственных и бытовых помещениях, в общественных, жилых и других зданиях, на улицах, площадях, дорогах, проездах. Кроме установок общего применения имеются специальные, например, для облучения растений в сельском хозяйстве, регулирования и управления движением на транспорте и технологическими процессами на производстве и т.д.

Специальные устройства электроосвещения называют осветительными установками. В состав осветительной электроустановки входят источники света, осветительные арматуры, пускорегулирующие устройства, электропроводки, электроустановочные изделия и приборы, щиты, щитки и распределительные устройства. В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) различают освещение общее, местное, аварийное и охранное [1].

Общим освещением называют освещение всего или части помещения; местным – освещение рабочих мест, предметов, поверхностей (ГОСТ Р 56228 - 2014); комбинированным – сочетание общего освещения с местным, создающим повышенную освещённость непосредственно на рабочих местах.

Общее освещение может быть равномерным и локализованным, когда светильники размещают так, чтобы на основных рабочих местах создавалась повышенная освещённость.

Основным видом освещения для обеспечения нормальной деятельности во всех помещениях и на открытых участках, где в темное время суток производятся работы или происходит движение транспорта и людей, является рабочее.

При его нарушении используется аварийное освещение (ГОСТ Р 55842 - 2013 (ИСО 30061: 2007)), обеспечивающее временно продолжение работы или эвакуацию людей. Охранное освещение является составной частью рабочего и устанавливается вдоль границ охраняемой территории. К рабочему освещению относят ремонтное (переносное) и светоограждающее для дымовых труб и других особо высоких сооружений.

Для питания светильников общего освещения применяют напряжение не свыше 380/220 В переменного тока при заземленной нейтрали и не свыше 200 В переменного тока при изолированной нейтрали. В помещениях без повышенной опасности указанное напряжение допускается для всех стационарных светильников вне зависимости от высоты их установки [2].

Питание специальных ламп (ксеноновых, ДРЛ, ДРИ, натриевых, рассчитанных на напряжение 380 В) и пускорегулирующих аппаратов (ПРА) для газоразрядных ламп, имеющих специальные схемы (например, трехфазные) с последовательным соединением ламп, применяют напряжение не свыше 380 В, включая и фазное напряжение системы 660/380 В с заземленной нейтралью. Ввод в светильник и пускорегулирующую аппаратуру выполняют проводом или кабелем с медными жилами и изоляцией, рассчитанной на напряжение не менее 660 В; при этом обеспечивается одновременное отключение всех фазных проводов, вводимых в светильник [2, 3].

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных ввод в светильник двух или трех проводов разных фаз системы 660/380 В не допускается. В таких помещениях светильники общего освещения с любыми лампами при высоте установки над полом или площадкой обслуживания менее 2,5 м применяют такой конструкции, при которой доступ к лампе без применения инструмента невозможен. Ввод в светильник выполняется в металлических трубах, металлорукавах или в защитных оболочках проводов и кабелей, либо для питания светильников применяют лампы накаливания на напряжение не свыше 42 В.

Это требование не распространяется на светильники в электропомещениях, а также на светильники, обслуживаемые с кранов или площадок, посещаемых только квалифицированным персоналом. При этом расстояние от светильников до настила тележки крана должно быть не менее 1,8 м или светильники должны быть подвешены не ниже нижнего пояса ферм перекрытия, а обслуживание этих светильников с кранов должно выполняться с соблюдением требований техники безопасности [4].

Светильники с люминесцентными лампами на напряжение 127–220 В допускается устанавливать на высоте менее 2,5 м от пола при условии недоступности их токоведущих частей для случайных прикосновений. В виде исключения групповые линии рабочего и

аварийного освещения прокладывают проводами и кабелями с изоляцией на напряжение не ниже 660 В в одном коробе, используемом для установки светильников с люминесцентными лампами; при этом не допускается возможность их взаимного соприкосновения и крепление к общему тросу с расстоянием между ними в свету не менее 20 мм.

В двухпроводных линиях четырехпроводных систем с заземленной нейтралью выключатели устанавливаются только в цепи фазного провода. Установка предохранителей, автоматов, выключателей в нулевых рабочих проводах запрещается.

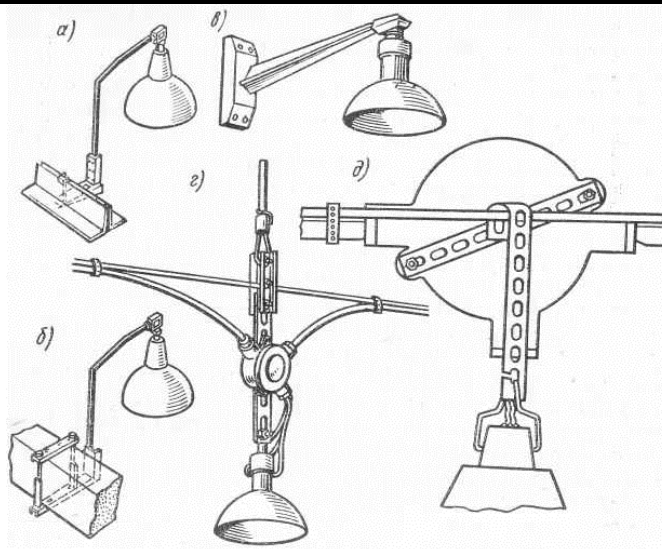
Заземление или зануление корпусов светильников общего освещения с лампами накаливания и с лампами ДРЛ, ДРИ, натриевыми и люминесцентными (с встроенными внутрь светильника пускорегулирующими аппаратами) делают в сетях с заземленной нейтралью при вводе в светильник кабеля, защищенного провода, незащищенных проводов в трубе или металлорукаве. Заземление можно выполнять также скрыто без труб как исключение, а также ответвлением от нулевого рабочего провода внутри светильника, а при вводе в светильник открытых незащищенных проводов – гибким изолированным проводом, присоединяемым к заземляющему винту корпуса светильника и к рабочему нулевому проводу у ближайшей к светильнику неподвижной опоры или коробки.

Заземление или зануление корпуса светильников общего освещения с лампами ДРЛ, ДРИ, натриевыми и люминесцентными (с вынесенными пускорегулирующими аппаратами) осуществляют с помощью перемычки между заземляющим винтом заземленного (зануленного) пускорегулирующего аппарата и заземляющим винтом светильника [5, 6].

Металлические отражатели светильников, укрепленные на корпусах из изолирующих материалов, заземлять или занулять не требуется. Для облегчения монтажа осветительных установок заводы изготовляют электромонтажные изделия, позволяющие свести работы по монтажу выключателей, штепсельных розеток и светильников лишь к креплению готовых конструкций к строительным элементам зданий.

При строительстве зданий, особенно крупнопанельных, в них, как правило, предусматривают все отверстия, ниши и закладные части для установки осветительного оборудования и прокладки осветительных сетей. Так, выключатели и штепсельные розетки при скрытой проводке устанавливают в готовых нишах, коробах или стаканах, с креплением с помощью шурупов, винтов или имеющихся на них распорных лапок. Надплинтусные штепсельные розетки и потолочные выключатели имеют металлические основания, их устанавливают непосредственно на стене. Выключатели и штепсельные розетки для открытой проводки, потолочные и настенные ламповые патроны, а также потолочные и настенные светильники с лампами накаливания (за исключением имеющих специальные основания) устанавливают на деревянных розетках с помощью шурупов.

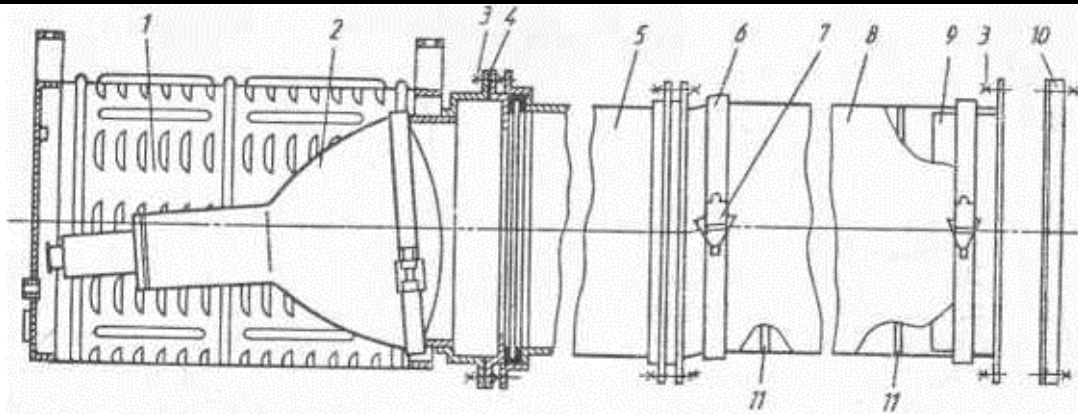
Подвесные светильники укрепляют к перекрытиям на крюках. В соответствии с требованиями правил к подвеске светильников с металлическими корпусами в жилых и общественных зданиях конец крюков изолируют. К стенам, колоннам и фермам подвесные светильники крепят с помощью различного вида кронштейнов, стоек, обхватов и подвесов (Рисунок 1) [7].



*а – на металлической ферме; б – на железобетонной ферме; в – на стене;
г – подвеска на тросе; д – на тросовой проводке*
Рисунок 1 – Варианты крепления светильников

При однорядном и двухрядном подвесе люминесцентных светильников на тросах, под перекрытиями и у стен для прокладки проводов применяют стальные короба. Двухметровые секции коробов соединяют между собой в непрерывную линию и крепят к перекрытию, стене или к тросу с помощью кронштейнов, скоб и подвесов.

В последние годы для освещения производственных помещений стали применять комплектные осветительные устройства со щелевыми световодами (КОУ). Они состоят из щелевого световода (ЩС), камеры с источниками света, пускорегулирующего аппарата (ПРА), торцового переходного элемента. Щелевой световод (рисунок 2) представляет собой цилиндрическую трубу, внутренняя поверхность которой по всей длине покрыта зеркально отражающим слоем, и оптическую щель, через которую световой поток выходит наружу. КОУ изготавливают для производственных помещений с тяжелыми условиями среды (пыль, влага). Во взрывоопасных зонах классов В-Іб и ВІа камеры устанавливают непосредственно в освещаемом помещении; в производственных помещениях со взрывоопасными зонами классов В-І, В-Іа и В-ІІ камеры выносят за пределы помещений и соединяют с помощью герметизированных переходных элементов со световодами. Таким образом, КОУ обеспечивают создание высококачественного и безопасного освещения, прежде всего во взрыво- и пожароопасных помещениях, а также целый ряд экономических и эксплуатационных преимуществ [1, 3, 8].



1 – камера; 2 – кассета; 3 – болты; 4 – прокладка; 5 – переходный элемент;
6 – хомут; 7 – замок; 8 – целевой световод; 9 – торцовое устройство; 10 – фланец;
11 – пружинное кольцо

Рисунок 2 – Комплектное осветительное устройство

Монтаж КОУ сводится к подвеске световода и установке камеры с источниками света и ПРА на стене или конструкциях. Во взрывоопасных помещениях камеры с источником света и ПРА устанавливаются вне этих помещений и соединяются со ЩС переходным элементом так, чтобы была исключена возможность попадания взрывоопасных смесей в камеру с источниками света, в ту ее часть, где возможно искрообразование. Так как КОУ в настоящее время находится в процессе внедрения, работы эти следует выполнять в строгом соответствии с действующими временными инструкциями [7, 8, 9].

Осветительные щиты и щитки, вводные шкафы и распределительные пункты представляют собой законченное комплексное устройство, монтаж которого сводится лишь к установке их на соответствующее место. Собранные в мастерских блоки щитков поступают на монтажную площадку в полностью законченном виде: окрашенные, с надписями и укомплектованные вспомогательными материалами.

Монтаж распределительных устройств, щитов или шкафов состоит из разметки, установки и выверки рамы, установки на раму блоков щита, состоящего из отдельных панелей или секций, соединения блоков между собой и закрепления их на раме, подключения проводов и кабелей и заземления.

Щиты, вводные устройства и щитки устанавливают по отвесу или уровню строго вертикально. Расстояние от трубопроводов должно быть не менее 0,5 м. При установке в нишах этажные и квартирные щитки закрепляют распорными болтами, предусмотренными конструкцией щитков, или на закладных деталях. При установке щитков выдерживают расстояние от оголенных, находящихся под напряжением частей, до заземленных металлических нетоковедущих частей не менее чем 20 мм по поверхности изоляции и 12 мм по воздуху. Щитки и пункты снабжают надписями, указывающими номер щитка, назначение и номер каждой линии в соответствии со схемой и планом электрической сети. Щитки, на которых размещают приборы и провода, принадлежащие к установкам переменного и постоянного токов или разных напряжений, должны иметь четкие надписи и расцветку, обеспечивающие возможность легкого распознавания их принадлежности к этим установкам [8, 10].

Таким образом, можно заключить, что монтаж осветительных щитов и светильников является достаточно часто осуществляющимся процессом, так как освещение необходимо в любом производственном и складском помещении и, поэтому, в большинстве случаев операции по монтажу могут выполнять сотрудники не всегда подготовленными на необходимом уровне. В свою очередь, этот факт требует от инженерно-технических работников организовать непрерывный контроль за выполнением данной операции и проведения инструктажа на рабочем месте, а также потребовать неукоснительное соблюдение правил техники безопасности.

Кроме общих правил для всех работ при монтаже проводок соблюдают следующие требования техники безопасности.

Борозды, отверстия и проемы в кирпичных и бетонных конструкциях пробивают в предохранительных очках. При этом необходимо принять меры против возможного поражения осколками проходящих мимо людей. При пробивке нельзя применять неисправные ручные и механизированные инструменты, работать с приставных лестниц, а также натягивать с приставных и раздвижных лестниц в горизонтальном направлении провода сечением более 4 мм². Сквозные отверстия пробивают рабочим инструментом, длина которого превышает на 200 мм толщину стены или перекрытия.

Выполнять работы по монтажу освещения цеха с крана можно только тогда, когда краном не поднимают и не перемещают грузы. Монтаж с крана допустим лишь при наличии ограждений крановых троллеев и других открытых токоведущих деталей крана, находящихся под напряжением. К работе с монтажным пистолетом допускается только специально обученный персонал [7, 11].

При работе в помещениях без повышенной опасности применяют электрифицированный инструмент на напряжение 220/127 В при условии надежного заземления корпуса электроинструмента и применения резиновых перчаток и диэлектрических галош. В помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, а также вне помещений работать с электроинструментом напряжением свыше 36 В нельзя, если он не имеет двойной изоляции или не включен в сеть через разделяющий трансформатор, или не имеет защитного отключения [7, 8, 12].

В последние годы наметилась тенденция к росту мощностей единичных потребителей электроэнергии, широкому применению в промышленности мощных выпрямительных агрегатов, мощной сварочной аппаратуры и других приёмников электроэнергии, характеризующихся резко переменным графиком электрических нагрузок. Всё это приводит к не стабильности напряжения на шинах трансформаторных подстанций и в цеховых сетях, а, следовательно, при совмещённом питании и на зажимах осветительных ламп. Нестабильность напряжения приводит к многочисленным отказам в работе осветительных установок.

Список литературы

1. Правила устройства электроустановок ПУЭ. Издание 7, Министерство энергетики РФ. - Москва, 2017. - 513с.
2. ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений», Национальный стандарт РФ: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РФ. - М: ФГУП «Стандартинформ», 2014. - 18с.

3. ГОСТ Р 55842 - 2013 (ИСО 30061: 2007) «Освещение аварийное. Классификация и нормы», Национальный стандарт РФ: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. - М: ФГУП «Стандартинформ», 2014. - 7с.
4. ГОСТ Р 56228 - 2014 «Освещение искусственное. Термины и определения», Национальный стандарт РФ: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РФ. - М: ФГУП «Стандартинформ», 2015. - 15с.
5. Свод правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-0595*. - М: НИИ СФ РААСН и ООО «ЦЕРЕРА-ЭКСПЕРТ», 2017. - 136с
6. Гвоздев СМ. Энергоэффективное электрическое освещение. Учебное пособие. / С.М. Гвоздев, Д.И. Панфилов, В.Д. Поляков, Т.К. Романова, И.П. Шестопалова, А.С. Шевченко, В.А. Хухтикова; под ред. Л.П. Варфоломеева. - М: Издательский дом МЭИ, 2018. - 288с.
7. Петренко, Н.В. Производственная санитария и гигиена труда. Организация рабочих мест и моделирование системы освещения: методические указания к курсовому проекту / Н.В. Петренко, М.Г. Федорищенко, М.В. Жолобова. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016. – 70 с.
8. Электробезопасность в сельскохозяйственном производстве: монография / И.Э. Липкович, М.М. Украинцев, И.В. Егорова, С.М. Пятикопов, М.В. Жолобова, Н.В. Петренко, С.В. Панченко, А.Н. Токарева, Ж.В. Матвейкина, А.С. Гайда. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2022. – 244 с.
9. Организационные основы безопасности при ремонте электрических двигателей в условиях предприятия АПК / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
10. Основы безопасности при монтаже электропроводок во взрывоопасной среде / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В, Головинов В.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
11. Стратегия повышения безопасности электроснабжения предприятий АПК / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Пятикопов С.М., Егорова И.В., Поляков В.Н // Вестник аграрной науки Дона. 2020. № 2 (50). С. 74-83.
12. Липкович И.Э. Персонал электроустановок АПК / Липкович И.Э., Егорова И.В., Пятикопов С.М. // АгроЭкоИнфо. 2018. № 1 (31). С. 38.

References

1. Rules for the installation of electrical installations PUE. Edition 7, Ministry of Energy of the Russian Federation. - Moscow, 2017. – 513p.
2. GOST R 55710-2013 “Lighting of workplaces inside buildings. Norms and Methods of Measurements”, National Standard of the Russian Federation: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of the Russian Federation. - M: FSUE "Standartinform", 2014. – 18p.

3. GOST R 55842 - 2013 (ISO 30061: 2007) "Emergency lighting. Classification and Norms", National Standard of the Russian Federation: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. - M: FSUE "Standartinform", 2014. - 7p.
 4. GOST R 56228 - 2014 "Artificial lighting. Terms and definitions", National Standard of the Russian Federation: Federal Agency for technical regulation and metrology of the Russian Federation. - M: FSUE "Standartinform", 2015. - 15p.
 5. Code of rules SP 52.13330.2016 "Natural and artificial lighting". Updated edition of SNiP 23-0595*. - M: NII SF RAASN and LLC "CERERA-EXPERT", 2017. – 136p.
 6. Gvozdev SM. Energy efficient electric lighting. Tutorial. / CM. Gvozdev, D.I. Panfilov, V.D. Polyakov, T.K. Romanova, I.P. Shestopalova, A.S. Shevchenko, V.A. Khukhtikov; ed. L.P. Varfolomeev. - M: MPEI Publishing House, 2018. – 288p.
 7. Petrenko, N.V. Industrial sanitation and occupational health. Organization of workplaces and modeling of the lighting system: guidelines for the course project / N.V. Petrenko, M.G. Fedorishchenko, M.V. Zholobov. - Zernograd: Azov-Chernomorsk Engineering Institute of FGBOU VO Donskoy GAU, 2016. - 70 p.
 8. Electrical safety in agricultural production: monograph / I.E. Lipkovich, M.M. Ukraintsev, I.V. Egorova, S.M. Pyatikopov, M.V. Zholobova, N.V. Petrenko, S.V. Panchenko, A.N. Tokareva, Zh.V. Matveikina, A.S. Guide. - Zernograd: Azov-Chernomorsk Engineering Institute of FGBOU VO Donskoy GAU, 2022. - 244 p.
 9. Organizational bases of safety in the repair of electric motors in the conditions of the agricultural enterprise / Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V. // AgroEcoInfo. 2022. No. 3 (51).
 10. Safety fundamentals during the installation of electrical wiring in an explosive environment / Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V., Golovinov V.V. // AgroEcoInfo. 2022. No. 3 (51).
 11. Strategy for improving the security of power supply of agricultural enterprises /Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Pyatikopov S.M., Egorova I.V., Polyakov V.N. //Herald of agrarian science of the Don. 2020. No. 2 (50). With.pp 74-83.
 12. Lipkovich I.E. Personnel of electrical installations of the agro-industrial complex / Lipkovich I.E., Egorova I.V., Pyatikopov S.M. // AgroEcoInfo. 2018. No. 1 (31). With.pp 38.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Липкович И.Э., Егорова И.В., Блынский Е.А.

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, Россия (347740, г. Зерноград, Ростовская область, ул. Советская ул., 21.), e-mail: lipkovich012@yandex.ru

В статье рассмотрен монтаж линий электропередач, являющийся распространенным процессом в электроэнергетике, так как количество объектов, потребляющих электроэнергию, постоянно увеличивается. В то же время рассматриваемый процесс является достаточно трудоемким и сопровождается большим количеством вредных и опасных производственных факторов.

Ключевые слова: безопасность, контроль, монтаж, воздушные линии электропередач.

ORGANIZATIONAL BASES OF WORK SAFETY DURING INSTALLATION OF OVERHEAD POWER LINES

Lipkovich I.E., Egorova I.V., Blynsky E.A.

Azov-Chernomorsk Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University in Zernograd, Russia (347740, Zernograd, Rostov region, ul. Sovetskaya St., 21.), e-mail: lipkovich012@yandex.ru

The article considers the installation of power lines, which is a common process in the electric power industry, since the number of objects consuming electricity is constantly increasing. At the same time, the process under consideration is quite laborious and is accompanied by a large number of harmful and dangerous production factors.

Keywords: safety, control, installation, overhead power lines.

Линия электропередачи (ЛЭП) – один из компонентов электрической сети, система энергетического оборудования, предназначенная для передачи электроэнергии посредством электрического тока. Также электрическая линия в составе такой системы, выходящая за пределы электростанции или подстанции.

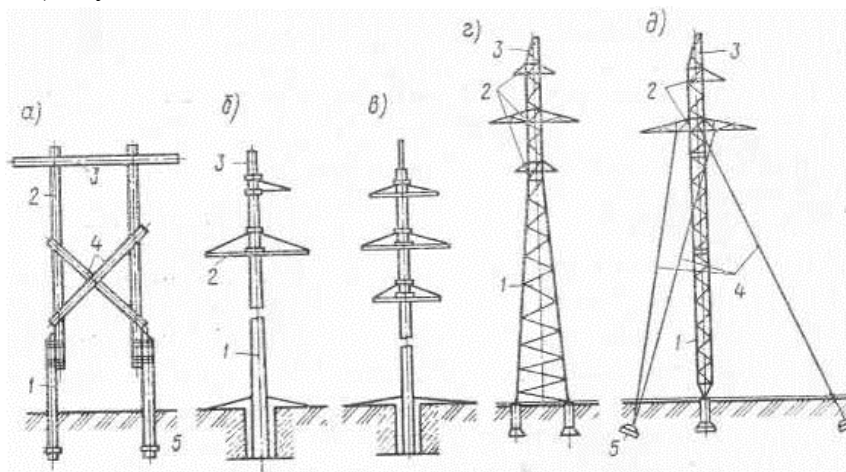
Воздушной линией электропередачи (ВЛ) называют устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т. п.).

Конструкция ВЛ, её проектирование и строительство регулируются Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и Строительными нормами и правилами (СНИП) (ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 26522-85, ГОСТ Р 53311–2009, СП 76.13330.2016).

За начало и конец ВЛ принимают линейные порталы или линейные вводы распределительных устройств, а для ответвлений – ответвительную опору и линейный портал распределительного устройства. По рабочему напряжению их делят на ВЛ до 1 кВ и ВЛ свыше 1 кВ. Воздушные линии свыше 1 кВ в России строят на напряжения 3, 6, 10, 35, 110 кВ и более.

Для различной местности к ВЛ предъявляются различные требования с точки зрения надежности крепления проводов и защитных тросов, расстояний от земли и окружающих предметов и т. п. В соответствии с ПУЭ местность разделяют на населенную, ненаселенную, труднодоступную и застроенную. Полосу местности, по которой проходит ВЛ, называют *трассой линии* [1].

Провода и защитные тросы через изоляторы или гирлянды изоляторов подвешивают на опорах: промежуточных, угловых, анкерных, концевых, транспозиционных, усиленных (противоветровых и опор больших переходов). Их выполняют свободностоящими или с оттяжками – деревянными, железобетонными или металлическими, одноцепными, двухцепными и т. п. (Рисунок 1).



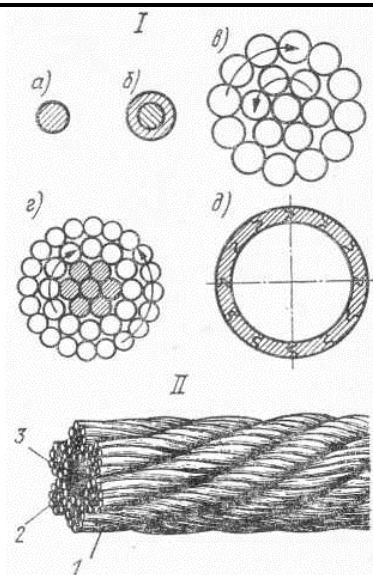
а – П-образная деревянная опора ВЛ напряжением 35–110 кВ: 1 – пасынок; 2 – стойка; 3 – траверса 4 – раскосы; 5 – ригель; б – железобетонная опора ВЛ напряжением 35–220 кВ; 1 – стойка 2 – траверса; 3 – тросостойка; в – железобетонная двухцепная опора ВЛ напряжением 35–110 кВ; г, д – двухцепная и одноцепная металлические опоры: 1 – ствол; 2 – траверса; 3 – тросостойка; 4 – оттяжка; 5 – анкерная плита

Рисунок 1 – Типы промежуточных опор

Для линий электропередачи применяют неизолированные однопроволочные, многопроволочные (из одного металла или комбинированные из двух металлов), а также пустотелые, или голые, провода и тросы.

Однопроволочные медные провода изготавливают сечением от 4 до 10 мм², стальные – сечением от 10 до 28 мм – (диаметром 3,5–6 мм), а биметаллические – из стальной проволоки, покрытой слоем меди или алюминия, сечением от 10 до 25 мм² (Рисунок 2 а, б).

Многопроволочные провода из одного металла (Рисунок 2 в) изготавливают скруткой отдельных проволок в определенном порядке [1, 2].



I – неизолированных проводов: а – однопроволочного; б – однопроволочного биметаллического; в – многопроволочного; г – многопроволочного комбинированного; д – полового;

II – трос: 1 – прядь; 2 – проволока; 3 – пеньковый сердечник

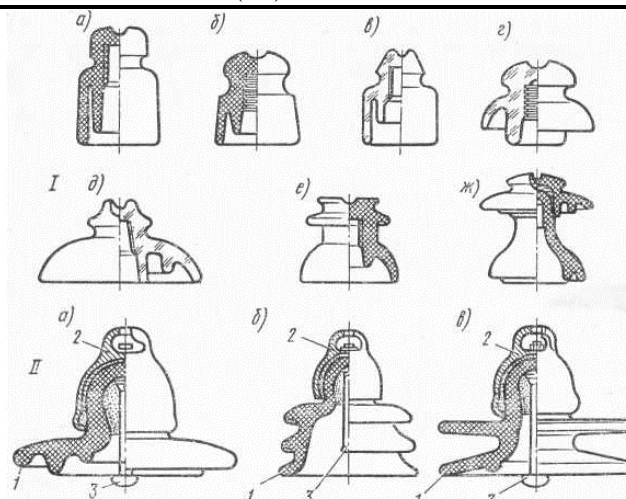
Рисунок 2– Конструкция неизолированных проводов и тросов

Как правило, провод имеет одну центральную проволоку и последующие повивы (ряды) проволок. В первый, повив укладывается обычно шесть проволок, а в каждый последующий – на шесть проволок больше. Таким образом, провод с одним повивом имеет 7 проволок, с двумя – 19 и т. д.

Трос (Рисунок 2, II) состоит из проволочных прядей, свитых вокруг пенькового сердечника. Проволоки внутри прядей также перевиты между собой. В маркировке троса указывается количество прядей и число проволок в каждой из них.

Для ВЛ напряжением до 110 кВ применяют провода: медные, марки М – однопроволочные и многопроволочные, алюминиевые марок А и АКП – многопроволочные соответственно с междупроволочным пространством, защищенным или незащищенным нейтральной смазкой; ПС – стальные многопроволочные; АС – сталеалюминиевые со стальным сердечником; АСК – сталеалюминиевые, с сердечником, покрытым пленкой; АСКС – сталеалюминиевые, защищенные нейтральной смазкой; АСКП – сталеалюминиевые с сердечником, защищенным пленкой и междупроволочным пространством, защищенным нейтральной смазкой.

Для изоляции проводов и тросов от земли и крепления их к опорам служат изоляторы, изготавливаемые из фарфора и стекла, В зависимости от способа крепления на опоре изоляторы разделяют на штыревые, которые крепят на крюках или штырях, и подвесные, которые собирают в гирлянды и крепят к опоре с помощью специальной арматуры (Рисунок 3) [3].



I – штыревые: а – ТФ; б – ШФН; в – НС; г – ШС-10А; д – ШС-10В; е – ШФ-ЮГ; ж – ШФ-35Б; II – подвесные: а – нормальный (ПФ6-А); б, в – для загрязненных районов (ПР-3,5 и ПФГ6-А); 1 – изолирующая деталь; 2 – шапка; 3 – стержень

Рисунок 3 – Изоляторы для ВЛ

Штыревые изоляторы применяют на ВЛ напряжением до 35 кВ. На ВЛ напряжением 0,4 кВ применяют штыревые изоляторы ТФ, ШФН, РФО и НС, а на ВЛ 6–10 кВ – изоляторы ШС-10А, ШС-10В, ШФ-10Г. Штыревые изоляторы для ВЛ 20 и 35 кВ имеют сложную конструкцию и состоят из двух частей, соединяемых цементной связкой.

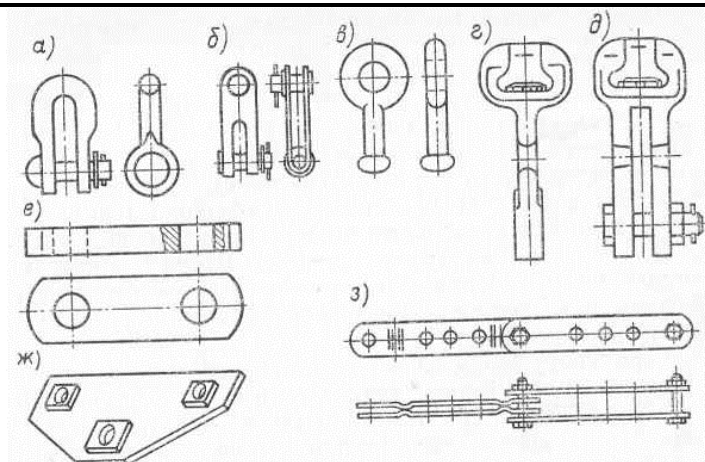
Подвесные изоляторы применяют на ВЛ напряжением 35 кВ и выше, а также на ВЛ напряжением 6 – 10 кВ, если требуются изоляторы повышенной механической прочности.

На ВЛ напряжением свыше 35 кВ подвесные изоляторы с помощью сцепной арматуры (рисунок 4) комплектуют в гирлянды (рисунок 5) [4].

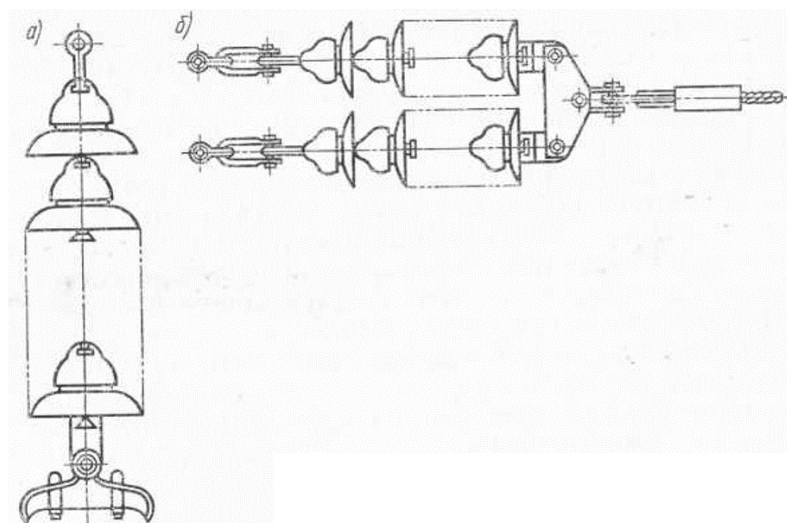
Комплекс работ по сооружению ВЛ включает в себя подготовительные, строительные, монтажные и пусконаладочные работы и сдачу линии в эксплуатацию.

Такая технология строительства ВЛ обеспечивает высокую производительность труда, удешевляет стоимость и сокращает сроки сооружения линии. Нарушение технологии ведет к излишним затратам и задерживает производство работ.

Каждый вид работ (технологическую операцию) по сооружению ВЛ выполняют последовательно на определенных участках трассы ВЛ, называемых участками *фронта работ*. Фронт работ должен быть не менее длины анкерного пролета, чтобы такие важные работы, как подъем и натягивание проводов, могли быть полностью закончены.



а – скоба; б – двойная скоба; в – серьга; г – однолапчатое ушко; д – двухлапчатое ушко; е – промежуточное звено; ж – коромысло, з – регулируемое промежуточное звено
Рисунок 4 – Сцепная арматура



а – одиночная подвесная;
б – сдвоенная натяжная

Рисунок 5 – Гирлянда изоляторов в сборе

По мере сооружения линии электропередачи фронт работ перемещается вместе с работающей на ней специализированной бригадой или звеном рабочих. Многолетняя практика строительства линий электропередачи выявила наиболее целесообразную организацию ведения работ, получившую название *поточного метода*. При организации строительства ВЛ поточным методом каждый вид работ поручают специализированному прорабскому пункту или специализированной бригаде рабочих. Трассу линии разбивают на несколько участков фронта работ. Сначала на первом участке приступает к работе один прорабский пункт (обычно по подготовке трассы). По окончании его работы на первом участке работу начинает второй прорабский пункт (например, по транспортировке

материалов), а прорабский пункт по подготовке трассы переходит на следующий участок фронта работ. Затем включается в работу прорабский пункт по сооружению фундаментов и т. д. По мере выполнения работ прорабские пункты последовательно перемещаются по трассе ВЛ с одного участка на другой.

Таким образом, непрерывная последовательная работа сменяющих друг друга прорабских участков образует поточное выполнение строительно-монтажных работ. Обычно организуют два потока, направленных навстречу друг другу или от середины линии к концам. При небольшом объеме работ поток, может быть, организован в составе одного прорабского пункта со специализацией бригад рабочих или отдельных звеньев.

При малом объеме или незначительном фронте работ сооружение линии электропередачи или ее отдельного участка выполняют *комплексным методом*. Комплексный метод заключается в выполнении всех технологических операций одной комплексной бригадой. Этим методом выполняют сопутствующие и специальные работы, увязанные по срокам с графиком работ основного потока [1, 4].

Подготовительные и строительно-монтажные работы. В подготовительный период строительства ВЛ обеспечивают бесперебойное и рационально организованное выполнение работ по устройству фундаментов, установке опор и натяжке проводов. К подготовительным относят следующие работы: устройство подъездов к трассе ВЛ и временных полигонов для изготовления и сборки деревянных опор, рубку просеки и очистку трассы от пней и кустарника, размещение заказов на изготовление деталей, комплектацию материалов, оборудования, механизмов, инструмента, приспособлений, комплектацию бригад, составление графиков производства работ.

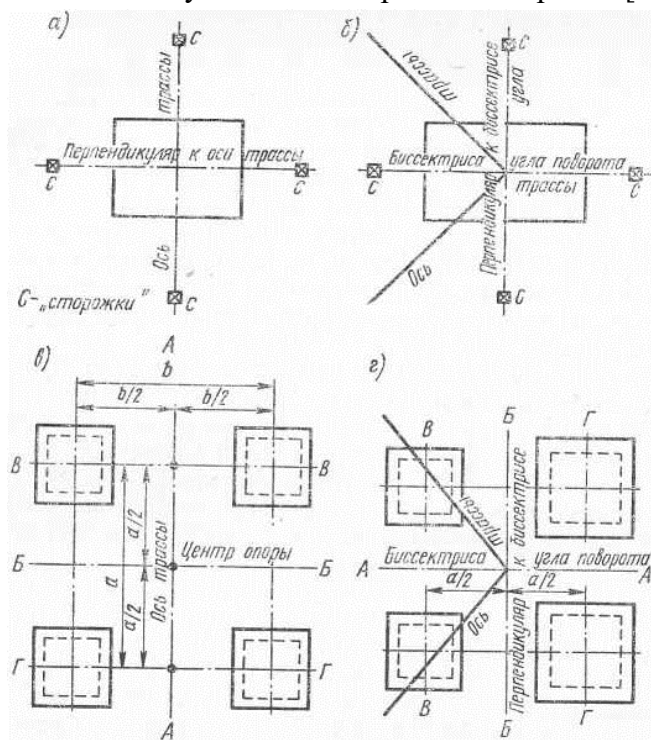
Работы непосредственно на трассе начинают с приемки от проектной организации и заказчика производственного пикетажа трассы ВЛ, т. е. с разметки расположения всех опор на местности. Затем прорубают просеку. Ширину просеки между кронами деревьев в лесных массивах и зеленых насаждениях принимают в зависимости от высоты деревьев, напряжения ВЛ, рельефа местности.

Все деревья, находящиеся внутри границ просеки, вырубает так, чтобы высота пня была не более их диаметра. Для проезда транспорта и механизмов по середине просеки на ширине не менее 2,5 м деревья вырубает вровень с землей. Зимой при рубке леса снег вокруг каждого дерева расчищают до уровня земли. Древесину, получаемую при рубке деревьев, сортируют, разделяют и укладывают в штабеля вдоль просеки; сучья складывают в кучи для вывоза.

Основные строительно-монтажные работы при сооружении ВЛ включают в себя изготовление деревянных опор, развозку опор или деталей опор по трассе, разбивку мест рытья котлованов под опоры, рытье котлованов, сборку и установку опор, развозку проводов и других материалов по трассе, монтаж проводов и защитного заземления, установку трубчатых разрядников и плакатов, фазировку, нумерацию опор и др.

Разбивку одиночных котлованов под одностоечные деревянные и железобетонные опоры начинают с определения оси трассы ВЛ с помощью геодезических инструментов (теодолиты, буссоли и др.). Затем размечают линии, перпендикулярные оси трассы в точках установки опор. На обеих этих линиях (рисунок 6, а) на расстоянии 5–6 м от центра пикетного

столба опоры забивают контрольные колышки «сторожки», по которым разбивают котлован, а в дальнейшем выверяют точность установки опоры по оси трассы [5].



а – одиночный котлован; б – под А-образную угловую опору; в – под фундаменты четырехстоечной опоры; г – то же, "угловой опоры

Рисунок 6 – Схема разбивки котлованов под установку опор

При разбивке двух котлованов под анкерные А-образные опоры от центра пикетного столба опоры в обе стороны вдоль оси трассы размечают оси котлованов, а затем и контуры котлованов. Для разбивки двух котлованов под угловую А-образную опору в точке поворота трассы с помощью геодезического инструмента восстанавливают биссектрису угла этого поворота и линию, ей перпендикулярную (Рисунок 6, б), и вдоль линии биссектрисы по обе стороны от указанного перпендикуляра размечают оси котлованов, а затем и сами котлованы. Аналогично делают разметку под опоры с оттяжками и подкосами, а также под узкобазные и широкобазные металлические опоры (Рисунок 6 в, г).

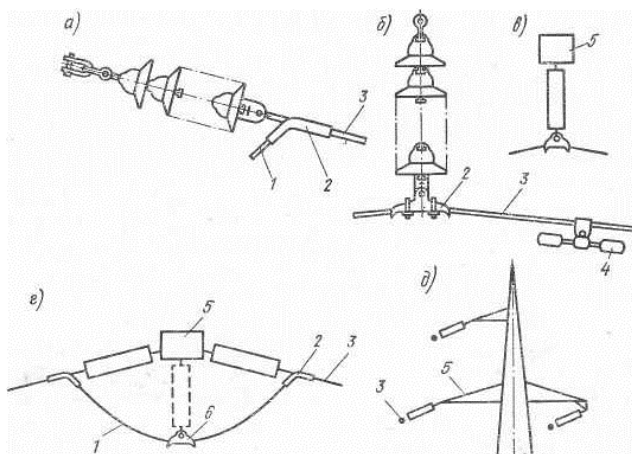
При рытье котлованов бурильными машинами вместо разметки котлованов производят только разбивку их центров. Котлованы роют землеройными механизмами или одноковшовыми экскаваторами, а в скальных породах грунт вынимают с помощью взрыва. Вручную грунт вынимают только в исключительных случаях, где по условиям местности на пикет не может подойти землеройный механизм. В мерзлых грунтах котлованы бурят с помощью бурильных головок особой конструкции, на режущие кромки которых наварены пластины из твердых сплавов. Глубина котлованов для установки опор в зависимости от грунта и механических нагрузок на опоры определяется проектом. Железобетонные и металлические опоры изготавливают на заводах и в собранном виде или частями развозят по трассе к местам установки, где их собирают.

Заготовленные и собранные на полигоне или в мастерских монтажного заготовительного участка одностоечные опоры с навернутыми крючьями или штырями и закрепленными на них

изоляторами развозят по трассе.

Арматуру и изоляторы перед вывозкой на трассу тщательно проверяют, комплектуют для каждой опоры, в мастерских собирают в гирлянды и доставляют в контейнерах на трассу. Количество изоляторов в гирлянде монтируют в зависимости от напряжения линии и типа изоляторов. Так, для ВЛ напряжением 110 кВ необходимо семь изоляторов, для ВЛ 35 кВ – три изолятора.

Схема подвески гирлянды на опорах представлена на Рисунок 7. Если механическая прочность одиночной гирлянды оказывается недостаточной, применяют двойные гирлянды [1, 3].

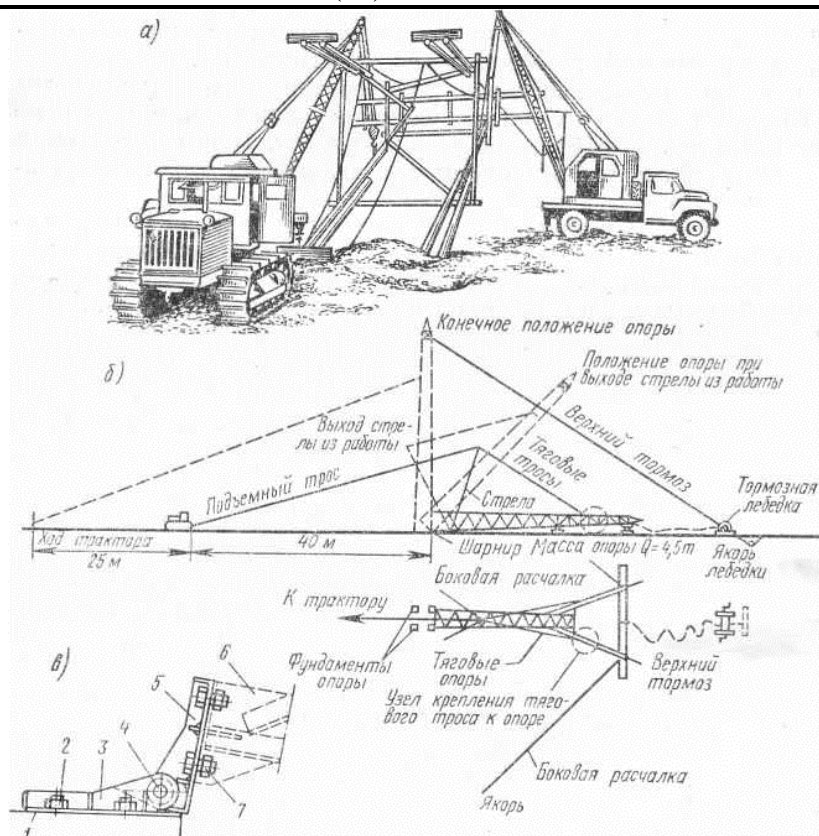


*а – натяжная гирлянда; б – поддерживающая гирлянда; гирлянды на опорах:
в – промежуточная; г – анкерно-угловая;
д – промежуточно-угловая; 1 – петля провода; 2 – натяжной зажим; 3 – провод;
4 – гаситель вибрации; 5 – траверса опоры; 6 – поддерживающий зажим*

Рисунок 7 – Крепление к опорам гирлянд

Для подъема и установки опоры кран устанавливают у котлована на расстоянии 3–4 м от оси трассы, а опору в собранном виде укладывают над котлованом или фундаментом с таким расчетом, чтобы центр тяжести ее находился над центром котлована. Затем опору поднимают до вертикального положения и опускают «пасынками» или стойками в котлован или на фундамент. Опору устанавливают так, чтобы оси траверс опоры были расположены перпендикулярно оси трассы; при этом проверяют, чтобы ось опоры была строго вертикальна и совпадала с осью трассы; затем засыпают котлован грунтом или закрепляют опору на фундаменте. Только после этого снимают стропы, кран освобождают и переводят для установки следующей опоры. В жестких узлах опоры захватывают такелажными тросами, причем у стоек железобетонных опор захват производят в двух местах.

Тяжелые и сложные опоры ВЛ напряжением 110 кВ устанавливают с помощью кранов с использованием тракторов в качестве тягового механизма или с падающей стрелой (Рисунок 8). К ВЛ напряжением 110 кВ и выше в любое время года обеспечивается подъезд на возможно близкое расстояние, но не далее чем на 0,5 км от трассы ВЛ.



а – установка сложной деревянной опоры с помощью крана и трактора; б – установка одностоечной опоры с помощью падающей стрелы и трактора; в – шарнир для установки свободно стоящей металлической опоры; 1 – подножник; 2 – анкерный болт; 3 и 5 – нижняя и верхняя пластины шарнира; 4 – ось шарнира; 6 – плита опоры; 7 – болты крепления опоры к шарниру

Рисунок 8 – Варианты способов установки опор

Соединение и ремонт проводов и тросов. Одновременно с раскаткой производят соединение проводов и тросов, а также ремонт обнаруженных на них повреждений. Соединение и ремонт проводов являются наиболее ответственными операциями в комплексе монтажных работ, так как от качества их выполнения зависят эксплуатационные показатели сооружаемой линии.

Для надежного электрического и механического соединения проводов алюминиевые проволоки проводов и внутреннюю поверхность алюминиевой части соединителя тщательно очищают от пленки окиси (оксида) алюминия, которая имеет большое электрическое сопротивление. Учитывая способность алюминия быстро окисляться, подготовку проводов и соединителя, а также соединение проводов необходимо выполнять быстро.

Алюминиевые и сталеалюминиевые провода соединяют с помощью термитной сварки с дополнительной установкой овальных соединителей для разгрузки сварного соединения от механических напряжений, если соединение проводов сделано в пролете. Стальные многопроволочные провода соединяют с помощью овальных соединителей путем их обжатия специальными клещами, стальные однопроволочные провода сваривают электросваркой или с помощью термитных патронов [4, 5].

При монтаже проводов на анкерных и транспозиционных опорах петли применяют как неразъемные (без разрезания провода), так и разъемные, если при эксплуатации необходимо иметь соединение разъемным. Такие соединения выполняют с помощью прессуемых зажимов типа ПАС или плашечных зажимов (на малоответственных ВЛ).

Для восстановления проводов, применяют ремонтные зажимы типа РАС, монтируемые опрессованием с помощью гидравлических прессов. В зависимости от числа поврежденных проволок применяют короткие и длинные зажимы. Если число оборванных проволок превышает допускаемое нормами, участок провода заменяется новым.

Натяжка и закрепление проводов. После окончания работ по раскатке, соединению и ремонту на участке ВЛ, ограниченном анкерными или угловыми опорами, провода и трос поднимают и натягивают. Направление натяжения должно совпадать с направлением трассы. Если из-за рельефа местности это условие выполнить трудно, то натяжку производят через добавочные отводные ролики.

Натяжение проводов и тросов обычно выполняется трактором. Необходимое значение тяжения контролируется по размеру стрелы провеса провода или троса. Стрелу провеса проводов устанавливают непосредственным визированием. Для этого на соседних опорах прикрепляют визирные рейки таким образом, чтобы отметки на этих рейках, соответствующие размеру стрелы провеса, находились бы на одной горизонтальной линии. При визировании необходимо подняться на одну из опор и, пользуясь биноклем, определить момент, когда натяжку провода следует прекратить. Если натяжение провода отрегулировано правильно, то низшая точка провеса находится на прямой, соединяющей обе визирные точки. Провод при регулировке натяжения под линию визирования не снизу, а сверху. Команда о прекращении натяжки подается в тот момент, когда наблюдается перетяжка подается в тот момент, когда наблюдается перетяжка провода на 0,3–0,5 м. После того как провод находится в это, положении 3–5 мин, его опускают до линии визирования.

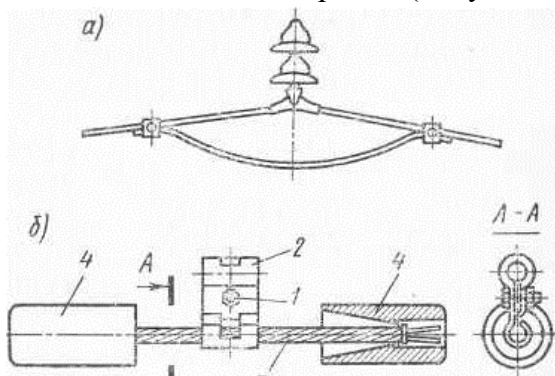
К проекту ВЛ прилагают кривые монтажных стрел провеса проводов, а также ведомость пролетов, в соответствии с которыми визируют провода. Если отсутствует ведомость визируемых пролетов или длина пролета по местным условиям существенно (более 5–7 м) отличается от запроектированной, то стрела провеса (м) составит $f_x = (l_x/l)^2 f$, где l_x – фактическая длина визируемого пролета, м; f и l – соответственно стрела провеса и длина пролета по таблицам или кривым монтажных стрел провеса, м [3].

После того как отрегулированы стрелы провеса, провода крени к изоляторам сначала на анкерных, а затем на промежуточных опорах. Величина стрелы провеса после закрепления провода на анкерных опорах не должна отличаться от проектной больше чем на $\pm 5\%$, а расстояние проводов и тросов относительно друг друга не должны отличаться более чем на 10 % от проектных расстояний между ними.

На деревянных опорах рекомендуется визировать стрелу провеса среднего провода.

На анкерных и угловых опорах провода крепят с помощью натяжных зажимов. Провода и грозозащитные тросы на промежуточных опорах, как правило, лежат в раскаточных роликах. Поэтому после натяжки на промежуточных опорах необходимо переложить их в поддерживающие зажимы [3, 5].

Ветер, дующий длительное время с небольшой скоростью без порывов, может вызвать колебание провода в виде неподвижных вертикальных волн, расположенных равномерно по длине провода. Такая вибрация вызывает повреждение проводов в местах выхода их из зажимов. Для гашения вибрации на провода у их выхода из зажимов одновременно с перекладкой проводов устанавливают гасители вибрации (Рисунок 9) [5].



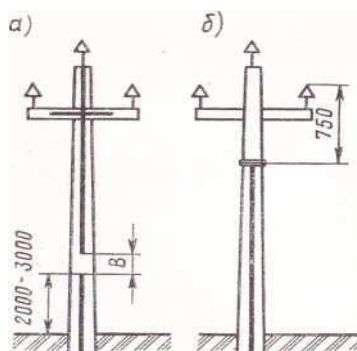
а – петлевого типа; б – типовой; 1 – болт; 2 – захват; 3 – трос; 4 – грузы

Рисунок 9 – Гаситель вибрации

Монтаж проводов в пролетах, пересекающих инженерные сооружения, выполняют в зависимости от местных условий с отключением пересекаемых линий и прекращением движения по дорогам, каналам или без отключения и прекращения движения. Если переход монтируют без отключения напряжения на пересекаемых линиях или без прекращения движения по дорогам и каналам, то сооружают защиту перехода в виде временных стоек или П-образных опор, на которые укладывают разматываемый провод, не касаясь пересекаемых ВЛ и не препятствуя движению транспорта. Монтаж проводов на переходе можно выполнять и без сооружения специальных защит – с помощью легких стальных, а лучше нейлоновых или иных непроводящих канатов или веревок.

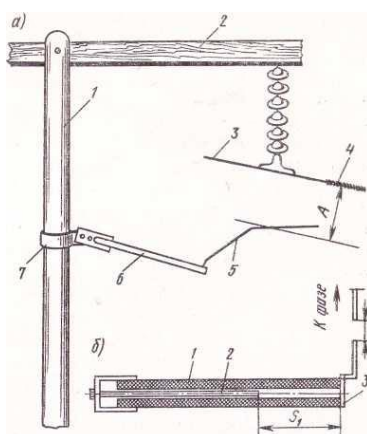
Сроки монтажа переходов очень короткие, поэтому важно, чтобы организация работ была хорошо продумана. Расстояние между проводами, а также от проводов до опор и окружающих объектов определяют по данным проекта согласно требованиям ПУЭ [1, 3, 5].

Защита воздушных линий от перенапряжений, заземление. Воздушные линии напряжением 110 кВ на металлических, железобетонных опорах, как правило, защищают от прямых попаданий ударов молний тросами по всей длине. ВЛ напряжением 110 кВ на деревянных опорах и ВЛ напряжением до 35 кВ такой защиты не требуют. Единичные металлические и железобетонные опоры и другие места с ослабленной изоляцией на ВЛ напряжением 35 кВ с деревянными опорами защищают трубчатыми разрядниками или при наличии АПВ защитными промежутками (рисунок 10), а на ВЛ напряжением 110–220 кВ – трубчатыми разрядниками (рисунок 11) [3, 6].



а – первый тип; б – второй тип

Рисунок 10 – Защитные промежутки



а – положение разрядника на опоре; 1 – стойка; 2 – траверса; 3 – провод; 4 – подмотка; 5 – электрод внешнего искрового промежутка; б – разрядник; 7 – хомут для крепления разрядника; А – внешний искровой промежуток; б – трубчатый разрядник: 1 – трубка из газогенерирующего материала; 2 – стержневой электрод; 3 – кольцевой электрод

Рисунок 11 – Установка трубчатого разрядника на промежуточной деревянной опоре ВЛ напряжением 110 кВ

Трубчатый разрядник представляет собой фибровую трубку, покрытую бакелизированной бумагой. Внутри трубки расположены стержневой и плоский электроды, разделенные промежутком. При возникновении электрической дуги фибра выделяет газы, которые гасят дугу. Трубчатые разрядники включают между проводом и заземляющим устройством и их крепят на опоре с помощью хомутов и планок за любой конец трубки на высоте не менее 3 м от земли. Разрядники типа РТФ лучше закреплять за закрытый конец. Трубчатый разрядник размещают на опоре так, чтобы его выхлопные газы не вызвали междуфазовых пробоев и зоны выхлопов различных разрядников не перекрывали друг друга. В зону выхлопа также не должны попадать элементы опоры, имеющие потенциал иной, чем открытый конец трубки разрядника в момент гашения дуги.

При отсутствии трубчатых разрядников напряжением 110–220 кВ необходимых параметров вместо них допускается устанавливать защитные промежутки. На кабельные

вставки ВЛ при длине менее 1,5 км по обоим концам кабеля, на переходах ВЛ через реки и ущелья при высоте опор более 40 м, а также при отсутствии защитного троса также устанавливают трубчатые разрядники.

Опоры, имеющие грозозащитный трос или другие устройства грозозащиты, железобетонные и металлические опоры напряжением 3-35 кВ, опоры, на которых установлены силовые или измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители или другие аппараты, а также металлические и железобетонные опоры ВЛ напряжением 110–500 кВ без тросов и других устройств грозозащиты, если это необходимо по условиям обеспечения надежной работы релейной защиты и автоматики, должны быть заземлены. При этом величину сопротивления заземляющих устройств принимают в соответствии с ПУЭ.

Для заземления железобетонных опор в качестве заземляющих проводников используют элементы продольной арматуры стоек, которые металлически соединены между собой и могут присоединяться к заземлителю. Оттяжки железобетонных опор используют в качестве заземляющих проводников дополнительно к арматуре. При этом свободный конец тросов оттяжек присоединяют к рабочей части оттяжек с помощью специального зажима.

Тросы и детали крепления изоляторов к траверсе железобетонных опор металлически соединяют с заземляющим спуском или заземленной арматурой. Сечение каждого из заземляющих спусков на опоре ВЛ принимают не менее 35 мм², а для однопроволочных – диаметр не менее 10 мм. Допускается применение стальных оцинкованных однопроволочных спусков диаметром не менее 6 мм.

На ВЛ с деревянными опорами рекомендуется болтовое соединение заземляющих спусков; на металлических и железобетонных опорах соединение заземляющих спусков может быть выполнено как сварным, так и болтовым.

Заземлители ВЛ заглубляют на глубину не менее 0,5 м, а в пахотной земле – на 1 м. В случае установки опор в скальных грунтах допускается прокладка лучевых заземлителей непосредственно под разборным слоем над скальными породами при толщине слоя не менее 0,1 м. При меньшей толщине этого слоя или его отсутствии рекомендуется прокладка заземлителей по поверхности скалы с заливкой их цементным раствором [3, 5, 7].

Особенности монтажа воздушных линий напряжением до 1000 В. Для воздушных линий напряжением до 1000 В применяют одно- и многопроволочные провода: применение расплетенных проводов не допускается. По условиям механической прочности применяют провода сечением, не менее: алюминиевые – 16 мм², сталеалюминиевые и биметаллические – 10 мм², стальные многопроволочные – 25 мм², стальные однопроволочные – 4 мм.

Применение однопроволочных стальных проводов диаметром более 5 мм и однопроволочных биметаллических проводов диаметром более 6,5 мм не допускается. В районах с одноэтажной застройкой ответвления от ВЛ к вводам выполняют проводами с атмосферостойкой изоляцией. Длина ответвления от ВЛ к вводу должна быть не более 25 м.

Провода соединяют с помощью соединительных зажимов или сваркой (в том числе термитной). Сварка встык однопроволочных проводов не допускается. Однопроволочные провода можно соединять путем скрутки с последующей пайкой.

Расположение фазных проводов на опорах может быть любое. Нулевой провод располагают ниже фазных проводов, а провода наружного освещения – ниже нулевого

провода. Провода крепят на опоре на штыревых изоляторах. Устанавливаемые на опорах плавкие предохранители, а также защитные, секционирующие и другие устройства размещают ниже проводов ВЛ [7].

Расстояния между проводами на опоре и в пролете при наибольшей стреле провеса до 1,2 м по условиям их сближения в пролете устанавливают, не менее: 40 см – в I, II и III районах и 60 см – в IV и особом районах гололедности. При наибольшей стреле провеса более 1,2 м указанные расстояния должны быть увеличены пропорционально отношению фактической наибольшей стрелы провеса к стреле провеса, равной 1,2 м. Расстояние между изоляторами ввода по осям принимают не менее 20 см. Расстояние по горизонтали между проводами при спусках на опоре должно составлять не менее 15 см, от провода до поверхности опоры, траверсы или других элементов не менее 5 см.

В населенной местности с одно- и двухэтажной застройкой ВЛ, не защищенные высокими деревьями, зданиями, промышленными дымовыми и другими трубами и т. п., заземляют для защиты от грозových перенапряжений.

Вводы в помещения через стены выполняют изолированными проводами, для чего в стенах пробивают или высверливают отверстия. Через кирпичные, железобетонные и подобные стены провода вводят в помещение через одно общее отверстие, но каждый провод заключают в отдельную изоляционную трубку. Через деревянные стены каждый провод вводят в отдельное отверстие. На концах изоляционных трубок снаружи зданий устанавливают фарфоровые воронки, а внутри – изоляционные втулки. Выходные отверстия воронок уплотняют битумной массой. Если здание имеет небольшую высоту, то провода вводят в него через крышу.

Если трасса ВЛ проходит по лесистой местности, то вырубка просеки не обязательна; необходимо только, чтобы горизонтальное и вертикальное расстояния от крайнего провода до кроны деревьев и кустов были не менее 1 м.

После окончания строительно-монтажных работ ВЛ предъявляется заказчику для приемки ее в эксплуатацию. Приемка ВЛ осуществляется в соответствии с требованиями «Приемка в эксплуатацию законченных строительством предприятий, зданий и сооружений. Основные положения», «Электротехнические устройства» и ПУЭ.

Линия под напряжение включается эксплуатационным персоналом после письменного уведомления строительной организацией о том, что ее работники с линии сняты и предупреждены о предстоящем включении.

При бесперебойной нормальной работе линии электропередачи в течение суток после включения Государственная приемочная комиссия оформляет акт передачи линии в эксплуатацию [5, 8].

Монтаж линий электропередач, является распространенным процессом в электроэнергетике, так как количество объектов, потребляющих электроэнергию, постоянно увеличивается. В тоже время рассматриваемый процесс является достаточно трудоемким и сопровождается большим количеством вредных и опасных производственных факторов, что, в свою очередь, делает необходимым высокую квалификацию персонала и жесткий контроль со стороны службы охраны труда.

Список литературы

1. Стратегия повышения безопасности электроснабжения предприятий АПК / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Пятикопов С.М., Егорова И.В., Поляков В.Н // Вестник аграрной науки Дона. 2020. № 2 (50). с. 74-83.
2. Липкович И.Э. Персонал электроустановок АПК / Липкович И.Э., Егорова И.В., Пятикопов С.М. // АгроЭкоИнфо. 2018. № 1 (31).38 с.
3. Электробезопасность в сельскохозяйственном производстве: монография / И.Э. Липкович, М.М. Украинцев, И.В. Егорова, С.М. Пятикопов, М.В. Жолобова, Н.В. Петренко, С.В. Панченко, А.Н. Токарева, Ж.В. Матвейкина, А.С. Гайда. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2022. – 244 с.
4. Арматура и изоляторы: отраслевой каталог. – М.: АО «Информ-энерго», 2001.
5. Арматура для воздушных линий электропередачи 6–20 кВ. – М.: ЗАО «Электрополис»; ЗАО «МАИЗ». 2009.
6. Виноградов Д.Е. Строительство линий электропередачи 35– 500 кВ с тяжелыми трассами. – Л.: Энергоатомиздат, 2003.
7. Ведомственные строительные нормы по разработке проектов организации строительства (электроэнергетика) ВСН 33–82. – М.: Минэнерго РФ, 2009.
8. Глазов А.А., Монаков И.А., Понкратов А.В. Строительная, дорожная и специальная техника: краткий справочник. – М.: АО «Профтехника», 2008.

References

1. Strategy for improving the security of power supply of agricultural enterprises /Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Pyatikopov S.M., Egorova I.V., Polyakov V.N. //Herald of agrarian science of the Don. 2020. No. 2 (50). With.pp.74-83.
 2. Lipkovich I.E. Personnel of electrical installations of the agro-industrial complex / Lipkovich I.E., Egorova I.V., Pyatikopov S.M. // AgroEcoInfo. 2018. No. 1 (31). With. 383p.
 3. Electrical safety in agricultural production: monograph / I.E. Lipkovich, M.M. Ukraintsev, I.V. Egorova, S.M. Pyatikopov, M.V. Zholobova, N.V. Petrenko, S.V. Panchenko, A.N. Tokareva, Zh.V. Matveikina, A.S. Guide. - Zernograd: Azov-Chernomorsk Engineering Institute of FGBOU VO Donskoy GAU, 2022. - 244 p.
 4. Fittings and insulators: industry catalog. - M .: JSC "Inform-energo", 2001.
 5. Fittings for overhead power lines 6–20 kV. - M .: CJSC "Electro-polis"; CJSC "MAIZ" 2009.
 6. Vinogradov D.E. Construction of power transmission lines 35–500 kV with heavy routes. - L .: Energoatomizdat, 2003.
 7. Departmental building codes for the development of projects for the organization of construction (electric power industry) VSN 33–82. - M .: Ministry of Energy of the Russian Federation, 2009.
 8. Glazov A.A., Monakov I.A., Ponkratov A.V. Construction, road and special equipment: a brief guide. - M .: JSC "Proftechnika", 2008.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОЙ АВИАЦИИ ДЛЯ РЕМОНТА, ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ И ОТДАЛЕННЫХ РАЙОНАХ. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА МОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЛАБОРАТОРИИ.

Бордюг А.С.

ООО «Инженерно-технический центр Константа»,

Россия (350088, г. Краснодар, ул. Сормовская 17), e-mail: basshev5111@yandex.ru

В настоящей статье рассматриваются технико-экономические составляющие проекта мобильной электролаборатории на базе вертолета МИ-2. Данная лаборатория представляет из себя комплекс технических средств, предназначенных для оперативного ремонта, обслуживания и диагностики объектов энергоструктуры (линий электропередач, трансформаторных подстанций и т.д.) расположенных в труднодоступных районах. Помимо основных задач, в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, возможно оказание содействия подразделениям МЧС в проведении воздушной разведки, эвакуации пострадавших и иных сходных задач.

Разработана структурная схема организации пункта базирования, компоновочная схема размещения оборудования и порядок выполнения рабочих и смежных задач.

Экономический эффект заключается в минимизации убытков от нештатных и аварийных ситуаций на предприятиях потребителей, для которых критически важно стабильное энергоснабжение (горно-обогатительные комбинаты, объекты инфраструктуры, объекты оборонного комплекса) за счет оперативного устранения неисправностей, что влечет за собой исключение либо минимизацию простоев.

Ключевые слова: мобильная электролаборатория, издержки, отдаленные и труднодоступные места, экономическая эффективность, предприятие

APPLICATION OF SMALL AVIATION FOR REPAIR, MAINTENANCE OF ELECTRICAL EQUIPMENT IN HARD-TO-REACH AND REMOTE AREAS. TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE MOBILE ELECTRIC LABORATORY PROJECT IMPLEMENTATION

Bordyug A.S.

LLC "Engineering and Technical Center Constanta",

Russia (350088, Krasnodar, Sormovskaya st. 17), e-mail: basshev5111@yandex.ru

This article discusses the technical and economic components of the project of a mobile electrical laboratory based on the MI-2 helicopter. This laboratory is a set of technical means designed for prompt repair, maintenance and diagnostics of power structure facilities (power lines, transformer substations, etc.) located in hard-to-reach areas. In addition to the main tasks, in case of emergencies, it is possible to assist the units of the Ministry of Emergency Situations in conducting aerial reconnaissance, evacuating victims and other similar tasks.

A block diagram of the organization of the basing point, a layout diagram for the placement of equipment and the procedure for performing work and related tasks have been developed.

The economic effect is to minimize losses from emergency and emergency situations at consumer enterprises for which a stable energy supply is critical (mining and processing plants, infrastructure facilities, defense complex facilities) due to prompt troubleshooting, which entails the elimination or minimization of downtime.

Keywords: mobile electrical laboratory, costs, remote and hard-to-reach places, economic efficiency, enterprise.

В данном исследовании предлагается внедрить проект по созданию мобильной электролаборатории на базе малой авиации, а именно вертолета МИ-2.

Схема размещения оборудования лаборатории в грузовой кабине вертолета приведена на Рисунке 1 [3].

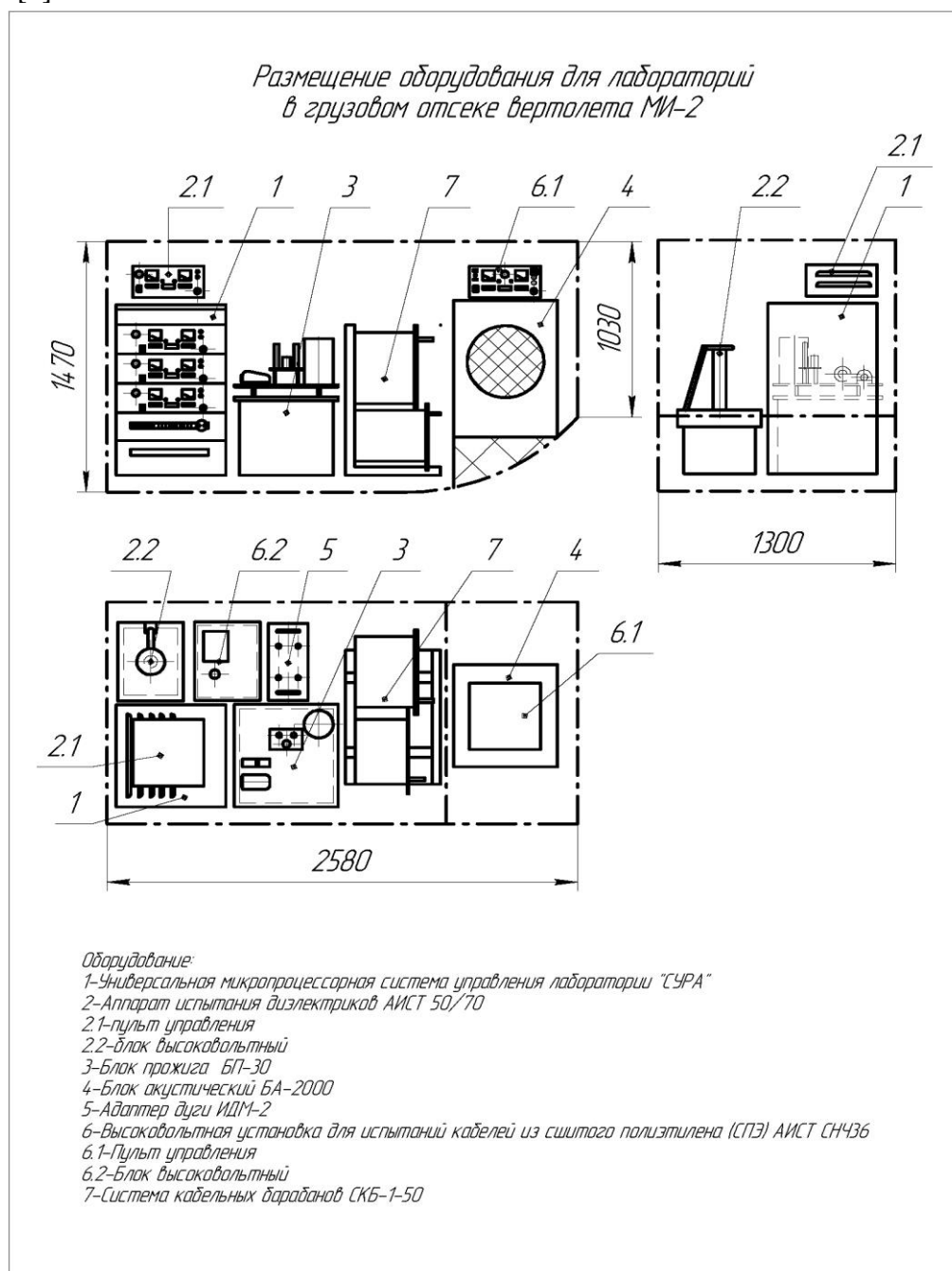


Рисунок 1 – Схема размещения оборудования лаборатории в грузовой кабине вертолета МИ-2

Более наглядно размещение оборудования в грузовом отсеке вертолета МИ-2 представлено на Рисунке 2.



Рисунок 2 – Размещение оборудования в грузовом отсеке вертолета МИ-2

Оборудование электролаборатории размещается в грузовом отсеке вертолета МИ-2, для чего он дополнительно оснащается грузоподъемным устройством и модифицированной внешней подвеской для крепления грузовой тележки.

После транспортировки в район выполнения работ, производится выгрузка оборудования и установка его на гусеничную грузовую тележку с электроприводом (см. Рисунок 3). Источником питания для нее и оборудования лаборатории является электрогенератор либо блок аккумуляторных батарей.

В случае возможности посадки вертолета в непосредственной близости от объекта, компоновка позволяет выполнять работы не выгружая оборудование с борта вертолета.

Электролаборатория выполняет следующие задачи:

- диагностировать работоспособность оборудования, целостность электропроводки, дефекты оборудования, изоляции и средств индивидуальной защиты;
- обнаружение мест обрыва силовых кабелей и т.д.

Так же персонал лаборатории может осуществлять текущий ремонт и пусконаладочные работы.

В случае стихийных бедствий, таких как оползни, наводнения, сход лавин либо других чрезвычайных ситуаций воздушное судно может оказывать содействие МЧС осуществляя разведку с воздуха либо эвакуацию пострадавших.

Прежде, чем оценить эффективность проекта, необходимо определить, будет ли он интересен для заказчика.



Рисунок 3 – Подготовка к выполнению работ

В Российской Федерации нефть и газ можно назвать первыми среди основных видов сырьевых ресурсов. Нефтегазовая промышленность играет важнейшую роль среди всех отраслей экономики страны, являясь основой экономики страны, создавая единое экономическое пространство. При этом добыча нефти и газа имеет постоянную тенденцию к увеличению.

Россия, занимая большую территорию, имеет крупные месторождения нефти и газа. Не стоит забывать, что эти месторождения в основном находятся в труднодоступных и отдаленных районах, вдали от районов промышленного и энергетического развития.

Большинство промышленных объектов и объектов инфраструктуры являются потребителями первой категории, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения [2].

Для решения этой проблемы необходимо обеспечить бесперебойную работу электрической сети и как можно быстрее решать аварийные ситуации, так как предприятия нефтегазовой отрасли несут потери при простоях, снижающие их доходы и прибыль.

Потери при простоях в связи с отсутствием энергоресурсов включают в себя:

- потери в результате снижения объемов продукции (сокращение прибыли);
 - оплату труда персонала за время простоя;
 - расходы на техническое обслуживание простаивающего исправного оборудования;
 - расходы на запуск производства после простоя (прогрев, очистка, охлаждение и др.)
- [1].

Ниже приведен пример, когда предприятие несет незапланированные затраты в результате аварии энергосистемы.

Так, к примеру, в результате аварии энергосистемы на Приобском месторождении ООО «XXX», предприятие понесло ущерб в виде затрат на простой оборудования и персонала. Сумма затрат составила 14073 тыс.руб. Время простоя составило 2 дня.

Ввиду того, что данный объект расположен в труднодоступной местности, для которой характерна слаборазвитая дорожная сеть, что значительно осложняет применение наземных транспортных средств, для минимизации убытков вызванных от сбоя в технологических процессах вплоть до выхода из строя оборудования, с непрерывным циклом производства, необходимо в максимально короткие сроки обеспечить решение вышеописанных данной проблемы.

Для этого предлагается использовать мобильную электролабораторию на базе малой авиации, а именно вертолета МИ-2. В результате применения данной лаборатории затраты на простой можно было бы сократить в 2 раза за счет сокращения времени простоя оборудования и персонала. Таким образом, для предприятий, находящихся в отдаленных и труднодоступных местах, данная лаборатория является востребованной.

Экономическая эффективность разработки электролаборатории заключается в предоставлении данной лаборатории для ремонта сетей и устранения аварий, понесших за собой отключение электричества для предприятий, находящихся в отдаленных и труднодоступных местах.

В таблице 1 представлены затраты на создание электролаборатории.

Таблица 1 – Затраты на создание электролаборатории

Потери	Сумма, руб.
Универсальная микропроцессорная система управления лабораторией «XXX»	271550
Аппарат испытания диэлектриков АИСТ 50/70	430000
Блок прожига БП - 30	514800
Блок акустический БА - 2000	716280
Адаптер дуги ИДМ - 2	196320
Высоковольтная установка для испытания кабелей АИСТ СНЧ 36	1443600
Система кабельных барабанов СКБ – 1 – 50	527200
Итого	4099750

Таким образом, затраты составят 4099750 руб.

Результатом реализации данного проекта мобильной электролаборатории будет являться оперативные решения ремонтных и эксплуатационных задач на значительной площади в максимально короткие сроки и снижение затрат на простой оборудования и персонала, за счет минимизации издержек.

Список литературы

1. Акуленко, Н. Б. Экономический анализ : учебное пособие / Н. Б. Акуленко, В. Ю. Гарнова, В. А. Колоколов ; под ред. Н. Б. Акуленко, В. Ю. Гарновой. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 157 с.
2. Бордюг А.С. Применение малой авиации для ремонта, технического обслуживания электрооборудования в труднодоступных и отдаленных районах. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022 - № 8-2. - С. 25-27. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-8-2-25-27
3. Бордюг А.С. Применение малой авиации для ремонта, технического обслуживания электрооборудования в труднодоступных и отдаленных районах. Технические аспекты реализации проекта. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022 - № 8-2. - С. 28-30. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-8-2-28-30
4. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования : учебное пособие / Н.В. Грунтович. — Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2021. — 271 с.
5. Организация эксплуатации воздушного пространства : монография / А.Р. Бестугин, И.А. Киршина, А.Д. Филин, В.П. Рачков ; под науч. ред. А.Р. Бестугина. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 256 с.

References

1. Akulenko, N. B. Economic analysis: textbook / N. B. Akulenko, V. Yu. Garnova, V. A. Kolokolov; ed. N. B. Akulenko, V. Yu. Garnova. - Moscow: NITs INFRA-M, 2019. - 157 p.
 2. Bordyug A.S. The use of small aircraft for the repair and maintenance of electrical equipment in hard-to-reach and remote areas. // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2022 - No. 8-2. - pp. 25-27. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-8-2-25-27
 3. Bordyug A.S. The use of small aircraft for the repair and maintenance of electrical equipment in hard-to-reach and remote areas. Technical aspects of project implementation. // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2022 - No. 8-2. - pp. 28-30. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-8-2-28-30
 4. Gruntovich, N.V. Installation, adjustment and operation of electrical equipment: textbook / N.V. Gruntovich. - Minsk: New knowledge; Moscow: INFRA-M, 2021. - 271 p.
 5. Organization of air space operation: monograph / A.R. Bestugin, I.A. Kirshina, A.D. Filin, V.P. Rachkov; under scientific ed. A.R. Bestugin. - Moscow: INFRA-M, 2022. - 256 p.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 536.2

ПРОЦЕСС ОХЛАЖДЕНИЯ БЕСКОНЕЧНОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВТОРОГО И ТРЕТЬЕГО РОДА

Канарейкин А.И.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе Россия (117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая ул., 23), e-mail: kanareykins@mail.ru

Работа посвящена нестационарному процессу теплопроводности. В данной статье рассматривается вопрос о нахождении закона изменения температурного поля от времени в прямоугольной пластине при граничных условиях второго и третьего рода, заданных одновременно на стенках пластины. Само решение получено на основе метода Фурье в виде ряда, содержащего тригонометрические и экспоненциальные функции. Также были рассмотрены частные случаи. Достоверность полученного результата подтверждается тем, что один из частных случаев приводит поставленную задачу к задаче с граничными условиями первого рода, когда температура поверхности постоянна.

Ключевые слова: теплообмен, теплопроводность, уравнение теплопроводности, закон распределения температуры, температурное поле, граничные условия второго рода, граничные условия третьего рода, нестационарный теплообмен.

THE COOLING PROCESS OF AN INFINITE RECTANGULAR PLATE UNDER BOUNDARY CONDITIONS OF THE SECOND AND THIRD KIND

Kanareykin A. I.

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Russia (117485, Moscow, Miklukho-Maklaya st.), e-mail: kanareykins@mail.ru

The work is devoted to the non-stationary process of thermal conductivity. In this article, the question of finding the law of temperature field change from time in a straight-carbon plate under boundary conditions of the second and third kind, set simultaneously on the plate walls, is considered. The solution itself is obtained on the basis of the Fourier method in the form of a series containing trigonometric and exponential functions. Special cases were also considered. The reliability of the obtained result is confirmed by the fact that one of the special cases leads the problem to a problem with boundary conditions of the first kind, when the surface temperature is constant.

Keywords: heat exchange, thermal conductivity, heat equation, temperature distribution law, heat exchange, temperature field, boundary conditions of the second kind, boundary conditions of the third kind, non-stationary heat exchange.

Как известно процессы теплообмена играют исключительную роль как в природе, так и в технике [1-4]. Особый научный интерес представляют работы, описывающие нестационарный теплообмен в современных теплообменных элементах теплообменного оборудования [5, 6]. При этом вопросам расчета температурных полей при наличии адиабатической изоляции посвящено несколько работ [7, 8].

Рассмотрим однородную пластину толщиной δ с постоянными физическими характеристиками (рис. 1). При этом в начальный момент времени $t = 0$ температура в пластине распределена равномерно и равна T_0 . Необходимо найти закон распределения температурного поля в пластине в виде следующей функции: $T = f(x, t)$.

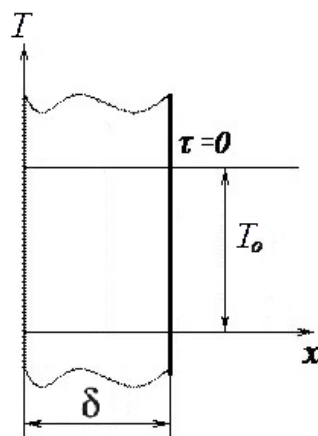


Рисунок 1 – Прямоугольная пластина с заданными начальными условиями¹

Для нахождения решения задачи необходимо решить одномерное дифференциальное уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{c\rho} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (1)$$

удовлетворяющее следующим условиям: начальному

$$T|_{t=0} = T_0 \quad (2)$$

и граничным: справа есть теплообмен

$$\frac{\partial T}{\partial x} + hT|_{x=\delta} = 0 \quad (3)$$

а слева нет

$$\frac{\partial T}{\partial x}|_{x=0} = 0 \quad (4)$$

где: λ – коэффициент теплопроводности, ρ – плотность материала пластины, c – теплоемкость пластины, h – коэффициент теплоотдачи между средой и поверхностью тела.

Для начала введём новую переменную

¹ Источник: автор статьи

$$\tau = \frac{\lambda}{c\rho} t \quad (5)$$

В этом случае уравнение (1) упростится

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (6)$$

Решение будем искать в виде произведения двух функций: одна из которых $X(x)$ – функция координаты, другая – $Y(\tau)$ – времени

$$T(x, \tau) = X(x)Y(\tau) \quad (7)$$

Для нахождения решения воспользуемся методом разделения переменных

$$X''/X = -Y''/Y \quad (8)$$

Применяя метод Фурье, приравняем обе функции к постоянной k^2 . В результате этого действия получим линейные дифференциальные уравнения

$$X'' + k^2 X = 0 \quad (9)$$

$$Y'' + k^2 Y = 0 \quad (10)$$

Решение уравнения (9) находим в виде тригонометрических функций [9]

$$X(x) = A \cos kx + B \sin kx \quad (11)$$

Решение второго уравнения (8) находим в виде экспоненциальной функции

$$Y(x) = C e^{-k^2 \tau} \quad (12)$$

Найдём постоянные A , B , C , и X так, чтобы удовлетворить граничным условиям (3) и (4). Из условия (3) следует что

$$X'(\delta) + hX(\delta) = 0 \quad (13)$$

или

$$-Ak \sin 0 + Bk \cos 0 = 0 \quad (14)$$

Из него следует, что $B = 0$. Тогда уравнения (11) примет вид

$$X(x) = A \cos kx \quad (15)$$

Теперь применим второе граничное условие (4)

$$X'(0) = 0 \quad (16)$$

или

$$-Ak \sin k\delta + Ah \cos k\delta = 0 \quad (17)$$

Откуда

$$ctgk\delta = \frac{k}{h} \quad (18)$$

Преобразуем правую часть

$$ctgk\delta = \frac{\delta k}{\delta h} \quad (19)$$

Обозначим произведение $k\delta$ за μ . Тогда выражение (19) примет вид

$$ctg\mu = \frac{\mu}{Bi} \quad (20)$$

где

$$Bi = \delta h = \frac{\alpha\delta}{\lambda} \quad (21)$$

безразмерное число Био [10].

Само уравнение (20) с постоянными коэффициентами является трансцендентным, поэтому он имеет бесчисленное множество решений. Оно хорошо решается графическим методом. Откуда получим множество функций

$$X_n(x) = A_n \cos\left(\frac{\mu_n x}{\delta}\right) \quad (22)$$

подставляя (22) и (12) в (7), получим множество функций температуры

$$T_n = M_n \cos\left(\frac{\mu_n x}{\delta}\right) e^{-\left(\frac{\mu_n}{a}\right)^2 \tau} \quad (23)$$

Чтобы удовлетворить начальному условию (2), составим бесконечную сумму

$$T(x, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} T_n = \sum_n M_n \cos\left(\frac{\mu_n x}{\delta}\right) e^{-\left(\frac{\mu_n}{a}\right)^2 \tau} \quad (24)$$

и подберем коэффициенты M_n таким образом, чтобы ряд при $x \rightarrow a$ сходил к начальному условию

$$\sum_{n=1}^{\infty} M_n \cos\left(\frac{\mu_n x}{\delta}\right) = T_0 \quad (25)$$

Поэтому необходимо положить числа M_n , равными обобщённым коэффициентам Фурье

$$M_n = \frac{\int_0^{\delta} T_0 \cos\left(\frac{\mu_n x}{\delta}\right) dx}{\int_0^{\delta} \cos^2\left(\frac{\mu_n x}{\delta}\right) dx} = \frac{T_0 \frac{\delta}{\mu_n} \sin \mu_n}{\frac{\delta}{2} + \frac{\delta}{4\mu_n} \sin 2\mu_n} = T_0 \frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} \quad (26)$$

Подставляя теперь значения M_n в (25), получаем формулу для определения температурного поля в несимметрично охлаждаемой однородной пластине

$$T(x, \tau) = \sum_n T_0 \frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} \cos\left(\frac{\mu_n x}{\delta}\right) e^{-\left(\frac{\mu_n}{a}\right)^2 \tau} \quad (27)$$

В безразмерной форме уравнение (27) запишется как

$$\theta(x, F_0) = \frac{T}{T_0} = \sum_n \frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} \cos\left(\frac{\mu_n x}{\delta}\right) e^{-\mu_n^2 F_0} \quad (28)$$

где

$$F_0 = \frac{a \tau}{\delta^2} \quad (29)$$

критерий Фурье.

Проведём исследование поведения температурного поля пластины при различных значениях числа Bi . Сначала рассмотрим случай малых значений числа Bi . В этом случае температурное поле примет вид

$$\theta = e^{-BiF_0} \quad (30)$$

Откуда следует, что выражение (30) не зависит от X . Это означает, что температурное поле меняется во времени по экспоненциальному закону.

Случай, когда число Bi стремится к бесконечности приводит к тому, что температура поверхности пластины равна температуре окружающей среды. В этом случае получаем задачу с граничными условиями первого рода, когда температура поверхности постоянна.

Таким образом работа посвящена вопросам нестационарного теплообмена. Было получено аналитическое выражение для нахождения температурного поля в пластине бесконечной длины при граничных условиях второго и третьего рода. Согласно полученному аналитическому выражению температурное поле пластины при охлаждении в любой момент времени имеет вид несимметричной кривой в виде косинусоиды и уменьшается во времени по экспоненциальному закону. Полученный результат может быть полезен для дальнейших теоретических исследований в области нестационарной теплопроводности.

Список литературы

1. Лыков, А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высш. шк., 1967. – 600 с.
2. Беляев, Н.М., Рядно, А.А. Методы теории теплопроводности. Т. 1. – М.: Высш. шк., 1982. – 328 с.
3. Несис, Е.И. Методы математической физики. М.: Просвещение, 1977. - 199 с.
4. Баскаков, А.П. Теплотехника. М.: Энергоатомиздат, 1991. - 244 с.
5. Власов, Н.М. Тепловыделяющие элементы ядерных ракетных двигателей / Н.М. Власов, И.И. Федик. – М.: ЦНИИ атоминформ, 2001. – 208с.
6. Иванов, Д.Ю. Уточнение коллокационного метода граничных элементов вблизи границы области в случае двумерных задач нестационарной теплопроводности с граничными условиями второго и третьего рода // Вестник Томского государственного

- университета. Математика и механика, 2019. № 57. - С. 5-25. DOI: 10.17223/19988621/57/1.
7. Канарейкин, А. И. Распределение температуры в теле эллиптического сечения с внутренним источником тепла при адиабатической изоляции половины поверхности // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением, 2021. № 5. - С. 20-25.
 8. Kanareykin, A. Temperature distribution in an elliptical body with an internal heat source with partial adiabatic isolation // E3S Web of Conferences, 2021. Vol. 258. 09071. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125809071>.
 9. Канарейкин, А. И. Применение математического аппарата Берса к решению задачи теплопроводности // В сборнике: Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. Сер. "Естественные науки" Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2018. -С. 175-178.
 10. Kanareykin, A.I. Determination of the thickness of the flame front us-ing mathematical modeling of the temperature field // 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 990 012030. DOI: 10.1088/1755-1315/990/1/012030

References

1. Lykov, A.V. Theory of thermal conductivity. - М.: Higher. school, 1967. - 600 p.
 2. Belyaev, N.M., Ryadno, A.A. Methods of the theory of heat conduction. Т. 1. - М.: Vyssh. school, 1982. - 328 p.
 3. Nesis, E.I. Methods of mathematical physics. Moscow: Enlightenment, 1977. - 199 p.
 4. Baskakov, A.P. Heat engineering. М.: Energoatomizdat, 1991. - 244 p.
 5. Vlasov, N.M. Fuel elements of nuclear rocket engines / N.M. Vlasov, I.I. Fedik. – М.: TsNII atominform, 2001. – 208p.
 6. Ivanov, D.Yu. Refinement of the collocation method of boundary elements near the boundary of the region in the case of two-dimensional problems of non-stationary heat conduction with boundary conditions of the second and third kind. Bulletin of the Tomsk State University. Mathematics and Mechanics, 2019. No. 57. - P. 5-25. DOI: 10.17223/19988621/57/1.
 7. Kanareikin, AI Temperature distribution in an elliptical body with an internal heat source with adiabatic insulation of half of the surface // Forging and Stamping Production. Processing of materials by pressure, 2021. No. 5. - pp. 20-25.
 8. Kanareykin, A. Temperature distribution in an elliptical body with an internal heat source with partial adiabatic isolation // E3S Web of Conferences, 2021. Vol. 258. 09071. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125809071>.
 9. Kanareikin, A.I. Application of the mathematical apparatus of Bers to the solution of the problem of heat conduction // In the collection: Scientific works of the Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky. Ser. "Natural Sciences" Kaluga State University. K.E. Tsiolkovsky, 2018. -pp.175-178.
 10. Kanareykin, A.I. Determination of the thickness of the flame front us-ing mathematical modeling of the temperature field // 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. sci. 990 012030. DOI: 10.1088/1755-1315/990/1/012030.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

¹Липкович И.Э., Петренко Н.В., Блынский Е.А.

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, Россия (347740, г. Зерноград, Ростовская область, ул. Советская ул., 21.), e-mail:

¹lipkovich012@yandex.ru

В статье рассмотрена организация ремонта и обеспечение безопасности работ, являющееся, на наш взгляд, самым важным этапом в эксплуатации электрооборудования, так как от него зависит надежная и эффективная работа всего технологического процесса.

Ключевые слова: безопасность; ремонт; надежность; технологический процесс.

ORGANIZATIONAL BASES OF REPAIR WORK SAFETY DURING OPERATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT

¹Lipkovich I.E., Petrenko N.V., Blynsky E.A.

Azov-Chernomorsk Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University in Zernograd Russia (347740, Zernograd, Rostov region, ul. Sovetskaya St., 21.), e-mail: ¹lipkovich012@yandex.ru

The article considers the organization of repair and ensuring the safety of work, which, in our opinion, is the most important stage in the operation of electrical equipment, since the reliable and efficient operation of the entire technological process depends on it.

Keywords: safety; repair; reliability; technological process.

Планово-предупредительный ремонт (ППР) является совокупностью организационно-технических мероприятий по планированию, подготовке, организации проведения, контроля и учета различного вида работ по техническому уходу и ремонту энергетического оборудования и сетей. ППР проводится по заранее составленному плану и обеспечивает безотказную, безопасную и экономичную работу энергетических устройств предприятия при минимальных ремонтных и эксплуатационных затратах /1/.

Профилактическая сущность ППР состоит в том, что после заранее определенной наработки оборудования или участка сети проводятся плановые осмотры, проверки, испытания и ремонт, которые обеспечивают дальнейшую нормальную работу оборудования и сети.

ППР предусматривает следующие виды работ: техническое обслуживание, осмотры, проверки (испытания), текущий и капитальный ремонт. В последние годы промышленность

перешла на двухвидовую структуру ремонта, которая не предусматривает среднего ремонта, а работы, которые проводятся при среднем ремонте, относят к текущему либо к капитальному ремонту.

Основой системы ППР, определяющей трудовые и материальные затраты на ремонт, является ремонтный цикл и его структура. *Ремонтный цикл* – это продолжительность работы оборудования в годах между двумя капитальными ремонтами. Для нового оборудования ремонтный цикл исчисляется с момента ввода его в эксплуатацию до первого капитального ремонта.

Структурой ремонтного цикла называют порядок расположения и чередования различных видов ремонтов и осмотров в пределах одного ремонтного цикла. Время работы оборудования, выраженное в месяцах календарного времени между двумя плановыми ремонтами, называется *межремонтным периодом*. Разрабатывая ППР для конкретного электрооборудования, величину ремонтного цикла и его структуру назначают такими, чтобы была обеспечена надежная работа оборудования при заданных условиях. Состав и объем работ, осуществляемых при техническом обслуживании и ремонтах конкретного оборудования, приводится в соответствующих главах. Общие требования к этим работам следующие [1].

Техническое обслуживание – комплекс работ для поддержания в исправности оборудования и сетей. Оно предусматривает уход за оборудованием и сетями; проведение осмотров; систематическое наблюдение за их исправным состоянием; контроль режимов работы; соблюдение правил эксплуатации и эксплуатационных инструкций; устранение мелких неисправностей, не требующее отключения оборудования и сетей; регулировку, чистку, продувку и смазку [2].

В задачу технического обслуживания входит также быстрое, не требующее текущего ремонта, восстановление работоспособности отключившегося оборудования или участка сети. Техническое обслуживание проводится в процессе работы оборудования и сетей с использованием перерывов, нерабочих дней и смен. Допускается кратковременная остановка оборудования и отключения сетей в соответствии с местными инструкциями, ПТЭ и ПТБ для предотвращения аварийных ситуаций.

Техническое обслуживание является одним из важнейших профилактических мероприятий системы ППР и выполняется силами эксплуатационного или эксплуатационно-ремонтного персонала. Правильно организованное техническое обслуживание – гарантия безотказной и экономичной работы энергетического оборудования и сетей.

Осмотры планируются как самостоятельные операции лишь для некоторых видов энергетического оборудования и сетей с относительно большой трудоемкостью ремонта. Во время осмотра проверяют состояние оборудования; проводят чистку, промывку, продувку, добавку или смену изоляционных, смазочных масел; выявляют дефекты эксплуатации и нарушения правил безопасности, уточняют состав и объем работ, подлежащих выполнению при очередном капитальном ремонте [2].

Проверки (испытания) как самостоятельные операции планируют лишь для особо ответственного энергетического оборудования. Они обеспечивают контроль за эксплуатационной надежностью и безопасностью обслуживания оборудования и сетей в период между двумя плановыми ремонтами; позволяют своевременно обнаружить и

предупредить возникновение аварийной ситуации. В проверку входят, например, испытания электрической прочности и измерение сопротивления электрической изоляции.

Профилактические испытания предупреждают серьезные аварии и уменьшают затраты на аварийные ремонты. Профилактические испытания не исключают возможности повреждений в процессе их проведения (кабель может быть пробит при испытании повышенным напряжением); но они предупреждают возможность неожиданного выхода из строя энергетического оборудования или сети в процессе эксплуатации. Даже если при этом не будет экономии во времени простоя энергетического оборудования и затратах на его ремонт, его плановый простой на время, согласованное с условиями производства, не вызовет вынужденного, непредусмотренного простоя технологического оборудования.

При проведении профилактических испытаний ремонтная служба готовится к возможным ремонтным работам. Таким образом, своевременные проверки и испытания резко сокращают простои и возможности получения брака продукции, возникающие при перерывах в электроснабжении [3].

Текущий ремонт – вид ремонта оборудования и сетей, при котором путем чистки, проверки, замены быстроизнашивающихся частей и покупных изделий, а в необходимых случаях наладкой обеспечивается поддержание оборудования или сетей в работоспособном состоянии. Текущий ремонт требует останова оборудования и отключения сетей. С учетом того, что он для большей части оборудования проводится без полной разборки основных узлов и без вскрытия подземных и скрытых сетей, его выполняют с использованием нерабочих дней и смен.

Текущий ремонт является основным профилактическим видом ремонта, обеспечивающим долговечность и безотказность работы энергетического оборудования и сетей.

Капитальный ремонт – наиболее сложный и полный по объему вид ППР. При нем делается полная разборка оборудования или вскрытие сети; восстановление или замена изношенных деталей, узлов элементов или участков; ремонт базовых деталей, обмоток, коммуникационных устройств (траншей, каналов, эстакад, опор и т. п.). Кроме того, проводится регулирование, наладка и полная программа испытаний согласно ПТЭ и ПТБ с доведением всех характеристик и параметров оборудования или сетей до номинальных паспортных данных с обеспечением работоспособности на период до очередного капитального ремонта. Капитальный ремонт требует останова оборудования и отключения сетей [1, 3].

При капитальном ремонте в экономически обоснованных случаях может проводиться модернизация оборудования и сетей. При модернизации энергетическое оборудование и сети приводятся в соответствие с современными требованиями и улучшают их характеристики – мощность, производительность, надежность, долговечность, ремонтпригодность, условия обслуживания и безопасность и другие показатели путем внедрения частичных изменений и усовершенствований в их схемах и конструкциях, а для сетей также способа прокладки.

Капитальный ремонт может проводиться на специализированных ремонтных предприятиях (СРП) *централизованно* или на предприятиях, эксплуатирующих оборудование, собственными силами *децентрализованно*. Оба принципа организации ремонта

энергетического оборудования – централизованный и децентрализованный – не исключают, а дополняют друг друга, имеют широкое распространение, свои области применения.

За последние годы количество СРП и их мощность значительно выросли; повысились технический уровень технологии и уровень организации централизованного ремонта; снизилась себестоимость ремонта, улучшилось его качество. Основные экономические показатели при централизованном ремонте – себестоимость, производительность труда, фондоотдача с единицы производственной площади – значительно лучше, чем при децентрализованном. Поэтому каждое предприятие должно максимально использовать возможность передачи ремонта, испытаний и наладки энергетического оборудования и сетей специализированным ремонтно-наладочным организациям. Ремонт силами ремонтной службы предприятия следует проводить лишь для тех видов энергетического оборудования и сетей, которые в настоящее время централизованно не ремонтируются или которые в конкретных условиях ремонтировать централизованно экономически нецелесообразно (4).

Специализированные предприятия проводят, как правило, лишь капитальный ремонт электрооборудования, а он по своей трудоемкости составляет в зависимости от вида оборудования 7–18%. Остальные 82–93 % составляют затраты на профилактические виды ремонта и технического обслуживания. Поэтому развитие централизованного ремонта не исключает в настоящее время совершенствование организации профилактических ремонтов энергетического оборудования и сетей непосредственно на каждом предприятии силами ремонтных служб предприятий. При дальнейшем развитии СРП, когда они смогут принять на себя производство всех видов ремонта для всех видов энергооборудования и сетей, предприятия получат возможность полностью ликвидировать свои ремонтные базы (цехи, участки, мастерские). Возможность централизации в таких масштабах подтверждается практикой ряда производственных и строительных объединений.

На предприятиях капитальный ремонт проводится, как правило, в электроремонтных цехах, а остальные виды ремонта могут проводиться централизованно, децентрализованно или иметь смешанную организацию ремонта. На небольших предприятиях с небольшим количеством электрооборудования все виды ремонта централизованы; на крупных предприятиях и средних используют децентрализованную или смешанную форму.

Планово-предупредительный ремонт электрооборудования и сетей осуществляется в соответствии с годовым планом – графиком, который согласовывается с главным механиком предприятия, заинтересованными службами и утверждается главным энергетиком предприятия. Годовой план ППР является основным документом, на основе которого определяют срок ремонта, потребность в ремонтно-эксплуатационном персонале, в материалах, запасных частях, в покупных комплектующих изделиях. Ремонт электрооборудования и сетей, работающих с сезонной нагрузкой (котельные, бойлерные, холодильные, насосные установки, системы кондиционирования воздуха и т. п.), предусматривается в период их наименьшей загрузки для исключения или сведения до минимума производственных потерь, связанных с простоем оборудования из-за ремонта.

Продолжительность и структура ремонтного цикла, а также продолжительность межремонтного периода определяют, исходя из нормальных условий эксплуатации, которые приведены в Таблице 1 [2, 4].

Таблица 1 – Продолжительность и структура ремонтного цикла, продолжительность межремонтного периода

Условия работы электрических машин	Расчетный коэффициент спроса k_c	Продолжительность ремонтного цикла $T_{\text{табл}}$ лет	Продолжительность межремонтного периода $t_{\text{табл}}$, мес
Сухие помещения (цехи холодной обработки металла)	0,25	12	12
Горячие, химические, гальванические и им подобные цехи	0,45	4	6
Загрязненные участки (деревообрабатывающие, обработки чугуна, сухой шлифовки)	0,25	6	8
Длительные циклы непрерывной работы и с высокой степенью загрузки	0,75	9	9

Нормы, приведенные в Таблице 1, относятся ко всем электрическим машинам, работающим в две смены с указанным коэффициентом спроса. Для другой сменности работы вводится поправочный коэффициент $\beta_p = 2/k_{\text{см}}$, числовое значение которого составляет:

Сменность работы $k_{\text{см}}$, ...	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,0
Поправочный коэффициент β_p ...	2	1,6	1,35	1,13	1	0,8	0,67

Коэффициент спроса определяется как отношение средней за некоторый период времени активной нагрузки $P_{\text{акт}}$ данного оборудования к его установленной мощности $P_{\text{уст}}$: $k_c = P_{\text{акт}}/P_{\text{уст}}$. Если фактический коэффициент спроса $k_{\text{с.ф.}}$ отличается от значений k_c , указанных в Таблице 1, вводят поправочный коэффициент β_n :

$k_{\text{с.ф.}}/k_c$	0,5	0,75	1,0	1,0	1,2	1,3
β_n	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7

Поправочные коэффициенты вводят также при определении продолжительности ремонтного цикла и межремонтных периодов для: коллекторных машин постоянного и переменного тока $\beta_k = 0,75$; передвижных установок $\beta_c \approx 0,6$; машин, отнесенных к категории основного оборудования, $\beta_o \approx 0,85$ (при определении ремонтного цикла) и $\beta_o \approx 0,7$ (при определении межремонтного периода).

Таким образом, плановая продолжительность ремонтного цикла коллекторного электродвигателя передвижной установки, относящегося к основному энергетическому оборудованию и работающего с коэффициентом сменности β_p и коэффициентом использования β_n составляет $T_{\text{пл}} = T_{\text{табл}}\beta_k\beta_p\beta_o\beta_c$, где $T_{\text{табл}}$ – продолжительность ремонтного цикла, найденная из таблицы 1. Соответственно плановая продолжительность межремонтного

периода для этой машины $T_{пл} = t_{табл} \beta_k \beta_p \beta_{и} \beta_o \beta_c$, где $t_{табл}$ – величина межремонтного периода, найденная из Таблицы 1[2].

Нормы трудоемкости текущего и капитального ремонта для наиболее распространенных трехфазных асинхронных электродвигателей напряжением до 660 В с короткозамкнутым ротором приведены в Таблице 2. Они установлены из опыта работы ряда электроремонтных цехов и заводов различных министерств.

Таблица 2 – Нормы трудоемкости текущего и капитального ремонта для трехфазных асинхронных электродвигателей напряжением до 660 В с короткозамкнутым ротором

Мощность, кВт	Норма трудоемкости, чел-ч		
	капитального ремонта с полной перемоткой обмотки	капитального ремонта без перемотки обмотки	текущего ремонта
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
До 0,8	11	6	2
0,81–1,5	12	6	2
1,6–3,0	13	7	3
3,1–5,5	15	8	3
5,6–10	20	11	4
10,1–17	27	14	6
17,1–22	32	17	7
22,1–30	40	21	8
30,1–40	47	25	10
40,1–55	55	29	12
55,1–75	69	37	15
75,1–100	85	44	18
101–125	110	57	22
126–160	130	68	27
161–200	140	75	30

При ремонте электрических машин другого вида увеличение или уменьшение трудоемкости учитывается путем введения следующих коэффициентов β :

n , об/мин	β
3000	0,8
1500	1,0
1000	1,1
750	1,2
600	1,4
500 и ниже	1,5
Для коллекторных машин постоянного и переменного тока	1,8
Для синхронных машин	1,2

Для электродвигателей с фазным ротором, взрывозащищенных, крановых, погружных и многоскоростных

1,3

При наличии нескольких показателей вводят поправочные коэффициенты. Так, например, для взрывозащищенного электродвигателя с фазным ротором дважды вводят коэффициент 1,3.

Следует учитывать, что приведенные нормы применяются только при планировании рабочей силы и мощностей ремонтных служб.

Порядок приемки в эксплуатацию вновь смонтированного электрооборудования и сетей. Смонтированное электрооборудование и сети принимают в эксплуатацию государственные приемочные комиссии. До предъявления объектов государственным комиссиям рабочие комиссии, назначаемые заказчиком, должны проверить соответствие проектам объектов и смонтированного оборудования; результаты испытаний и комплексного апробирования оборудования; подготовленность объектов к нормальной эксплуатации и выпуску продукции, включая выполнение мероприятий по обеспечению здоровых и безопасных условий труда и защиты природной среды; качество строительно-монтажных работ и принять эти объекты. Результатом комплексного апробирования оборудования на рабочих режимах должно быть начало выпуска продукции в соответствии с нормами освоения проектной мощности в начальный период [3, 4, 5].

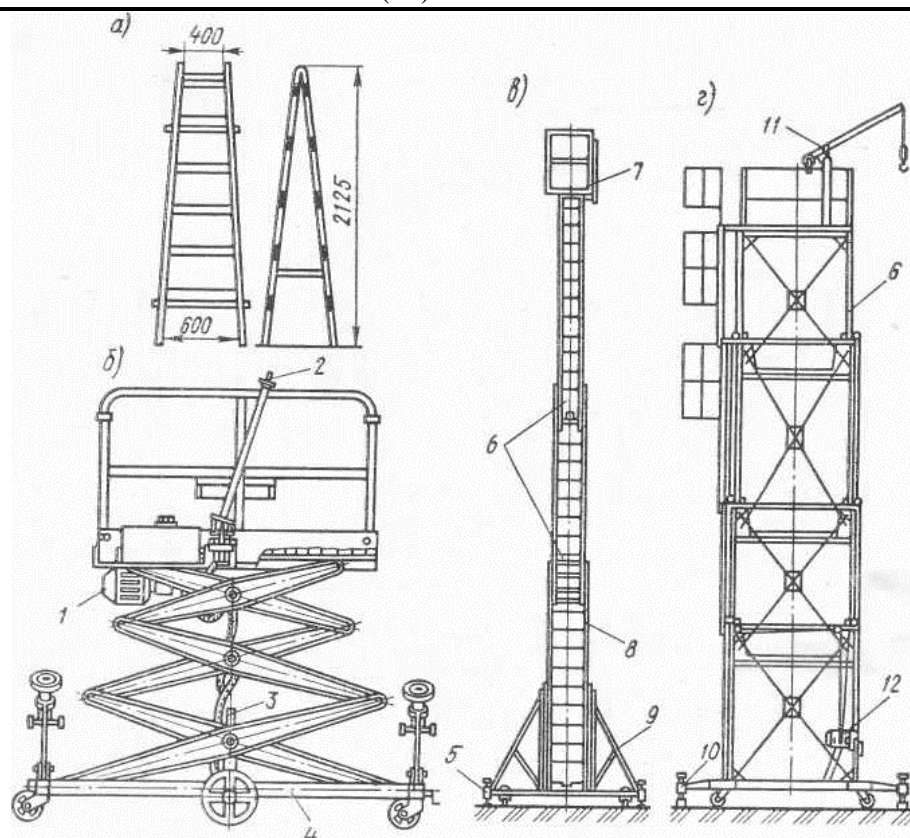
По результатам проверок составляют акт о готовности объекта для предъявления государственной приемочной комиссии по установленной форме. Рабочую комиссию назначает заказчик. В ее состав включаются представители: заказчика – председателя комиссии, генерального подрядчика, субподрядных организаций, генерального проектировщика, органов государственного санитарного надзора, органов пожарного надзора, технической инспекции труда соответствующего ЦК или совета профсоюзов, профсоюзной организации заказчика.

Государственные приемочные комиссии принимают в эксплуатацию законченные строительством объекты только в том случае, если они подготовлены к эксплуатации (укомплектованы эксплуатационными кадрами, обеспечены энергоресурсами, сырьем и др.); на них устранены недоделки и на установленном оборудовании начат выпуск продукции.

Особо важные объекты принимает в эксплуатацию Государственная приемочная комиссия. Объекты производственного назначения принимают в эксплуатацию Государственные приемочные комиссии, назначаемые, министерствами. В состав комиссий включаются представители тех же организаций, что и в рабочие комиссии, а также представители органов по регулированию и использованию и охране водной системы Министерства мелиорации и водного хозяйства России, представители заводов – изготовителей уникального технологического оборудования и исполкома райсовета.

Приемка в эксплуатацию объектов оформляется актами, которые подписываются председателем комиссии и всеми членами комиссия.

При проведении ремонта электрооборудования многие операции проводятся на высоте. Для безопасности проведения этих работ используются устройства для работы на высоте. Для работы на высоте применяют подмости, вышки и лестницы различных конструкций (Рисунок 1) [3, 4, 6].



а – лестница стремянка; б – гидравлическая подъемная платформа с электроприводом ГМПП-5Д; в – телескопическая катушечная вышка; г – телескопические подмости; 1 – электродвигатель; 2 – рукоятка; 3 – гидродомкрат; 4 – тележка; 5 – колесо; б – ловители телескопа при обрыве каната; 7 – рабочая площадка; 8 – подвижная секция; 9 – основание; 10 – выносные опоры; 11 – кран-укосина подмостей; 12 – ручная лебедка

Рисунок 1 – Устройства для работы на высоте

В зависимости от массы ручные сверлильные машины применяют «пистолетного типа», удерживаемые в процессе работы одной рукой; машины с двумя рукоятками (закрытой центральной и боковой), удерживаемые в работе обеими руками; машины с двумя боковыми и грудным упором на задней стенке для более удобного удерживания и создания повышенного осевого давления. Применяют также сверлильные машины с комплектом насадок для выполнения различных операций (например, типа ИЭ-6006). Кроме того, применяют электрические молотки (электромеханические и фугальные – с двигателем возвратно-поступательного движения), пневматические сверлильные машины, перфораторы, а также пиротехнические пистолеты и оправки для забивки дюбелей и колонки для пробивки отверстий в потолке [2, 3, 4, 7].

Организация ремонта и обеспечение безопасности работ, является, на наш взгляд, самым важным этапом в эксплуатации электрооборудования, потому что от него зависит надежная и эффективная работа всего технологического процесса.

Список литературы

1. Основы безопасности при монтаже электропроводок во взрывоопасной среде / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В., Головинов В.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
2. Павлович С.Н., Фираго Б.И. Ремонт и обслуживание электрооборудования / Павлович С.Н., Фираго Б.И. Феникс. - 2002. – 248с.
3. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [Текст]. – 7-е изд. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2007. – 176 с.
4. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации. Госстрой России. М.: 2000.
5. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ-7. 5-й выпуск, стер. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2007. – 512 с., ил.
6. Организационные основы безопасности при ремонте электрических двигателей в условиях предприятия АПК / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
7. Липкович И.Э. Персонал электроустановок АПК / Липкович И.Э., Егорова И.В., Пятикопов С.М. // АгроЭкоИнфо. 2018. № 1 (31). с. 38.

References

1. Safety fundamentals during the installation of electrical wiring in an explosive environment / Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V., Golovinov V.V. // AgroEcoInfo. 2022. No. 3 (51).
 2. Pavlovich S.N., Firago B.I. Repair and maintenance of electrical equipment / Pavlovich S.N., Firago B.I. Phoenix. - 2002. – 248p.
 3. Intersectoral rules for labor protection (safety rules) during the operation of electrical installations [Text]. – 7th ed. - Novosibirsk: Sib. Univ. Publishing House, 2007. - 176 p.
 4. Rules for working with personnel in organizations of the electric power industry of the Russian Federation. Gosstroy of Russia. M.: 2000.
 5. Rules for the installation of electrical installations. 7th ed. [Text]: All current sections of PUE-7. 5th issue, erased. - Novosibirsk: Sib. Univ. Publishing house, 2007. - 512 p., ill.
 6. Organizational bases of safety in the repair of electric motors in the conditions of the agricultural enterprise / Lipkovich I.E., Ukraintsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V. // AgroEcoInfo. 2022. No. 3 (51).
 7. Lipkovich I.E. Personnel of electrical installations of the agro-industrial complex / Lipkovich I.E., Egorova I.V., Pyatikopov S.M. // AgroEcoInfo. 2018. No. 1 (31). With. 38p.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 620.09

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

¹ Агеев В. А., ² Репьев Д. С., ³ Каргин Д. Н.

Институт механики и энергетики, ФГБОУ ВО "МГУ им. Н.П. Огарёва", г. Саранск, Россия (430904, Республика Мордовия, г. Саранск, р. п. Ялга, ул. Российская, 5), e-mail: ¹ ageyevva@mrsu.ru, ² was23101@mail.ru, ³ danik.kargin@yandex.ru

В данной статье описаны основные понятия о потерях электроэнергии, структура потерь электроэнергии электростанций и методы расчета технических потерь электроэнергии.

Ключевые слова: электроэнергетика, электрическая сеть, электрическая энергии, потери электроэнергии, потребитель электроэнергии, расход электроэнергии

LOSS OF ELECTRIC POWER. METHODS FOR CALCULATING TECHNICAL POWER LOSSES

¹ Ageev V.A., ² Repiev D. S., ³ Kargin D.N.

Institute of mechanics and power engineering, National Research Mordovia State University, Saransk, Россия (430904, Republic of Mordovia, Saransk, Yalga, Rossiyskaya St., 5), e-mail: ¹ ageyevva@mrsu.ru, ² was23101@mail.ru, ³ danik.kargin@yandex.ru

This article describes the basic concepts of power loss, the structure of power loss of power plants and methods for calculating technical power loss.

Keywords: electric power industry, electrical network, electrical energy, electricity loss, electricity consumer, electricity consumption.

В наше время с трудом можно представить жизнедеятельность без электрической энергии, именно оно является неотъемлемым фактором комфорта в современных условиях жизни. Не что иное, как электричество необходимо: для освещения жилых помещений, улиц; для движения общественного транспорта (метрополитен, трамвай, троллейбус); для использования самых обыкновенных бытовых приборов, таких как мультитварка, холодильник, телевизор, телефон и так далее. Транспортирование разного рода товаров от места создания до места реализации включает в себя издержки на транспортировку, то есть, чтобы груз был доставлен автомобильным транспортом, потребуется бензин. Доставка электроэнергии в свой черед имеет уникальную особенность, для того, чтобы электрическая энергия, вырабатываемая электростанцией, поступила непосредственно к потребителю, ей требуется пройти длительный путь через огромное количество установок, предназначенных для преобразования и передачи электроэнергии, в свою очередь затрачивается часть самой

транспортируемой электрической энергии, что позволяет не использовать сторонние ресурсы [3, ст 41]. Поэтому транспортирование электроэнергии включает в себя потери – это затраты электроэнергии, вследствие ее передачи по электрическим сетям.

Увеличение потерь электроэнергии в электрических сетях неизбежно, поэтому одно из основных мероприятий по энергосбережению в энергетике является снижение потерь электрической энергии [2, с. 10]. Ключевыми шагами по уменьшению потерь электроэнергии в электросетевом комплексе считается следующее:

- объединение производителей электроэнергии вокруг главного потребителя;
- усовершенствование материалов ЛЭП;
- использование когенерационных установок;
- нагрузка трансформаторов до коэффициента загрузки 0,8-0,9 [3, с. 41].

Структура потерь электрической энергии представляет следующее. При включении электрических приемников в электрических сетях проявляются потери электроэнергии. Доля одних потерь будет иметь прямую зависимость от мощностей передаваемой по элементам сети, доля других в свой черед практически не зависит от нагрузки, и будет характеризоваться другими факторами (частота переменного тока, приложенное напряжение, климатические условия и так далее) [4, с. 95].

Фактические (отчетные) потери – разность поступившей в сеть и отпущенной из сети электроэнергии, устанавливаемой по системе учета электрической энергии. Данный тип потерь, исходя из физической природы и методик расчета, подразделяется на две группы: технологические и коммерческие потери:

1. Технологические потери – сумма потерь, созданных технологией производственного процесса передачи электрической энергии и инструментальной регистрации ее отпуска и поступления [4, с. 95]. Данный тип потерь включает в себя:

- технические потери, возникшие в процессе передачи электроэнергии по электрическим сетям, выражаются в преобразовании доли энергии в тепло в элементах сетей. Данная составляющая определяется расчетным путем, опираясь на законы электротехники [2, с. 12];
- расход электроэнергии на собственные нужды подстанций, требуется для функционирования технологического оборудования подстанции и обеспечения комфортной жизнедеятельности работающего персонала. Данная составляющая фиксируется счетчиками, располагающимися на трансформаторах собственных нужд [2, с. 12];
- потери, обусловленные допустимой погрешностью системы учета. Данная составляющая рассчитывается на основании данных о метрологических характеристиках и режимов функционирования аппаратов системы контроля и учета [2, с. 12].

2. Коммерческие потери – потери, возникающие в результате хищения электроэнергии, несоответствия показаниям счетчиков и суммой платежа за израсходованную энергию потребителями и иными причинами в сфере формирования контроля расхода электроэнергии. Данный тип потерь, в большей степени, представляет воздействие человеческого фактора и включает все его деяния: несвоевременную оплату счетов по электроэнергии; временное подключение электрических установок потребителя без систем

контроля расхода; хищение электроэнергии с помощью изменения показаний счетчиков. Коммерческие потери не могут быть рассчитаны автономно, так как не имеют собственного математического описания [4, с. 98-99]. На Рисунке 1 изображена структура потерь электроэнергии в электрических сетях.



Рисунок 1 – Структура потерь электроэнергии в электрических сетях

Для оценки эффективности функционирования электрической системы и обоснования потери электроэнергии требуется расчет технических потерь, который включает в себя следующее:

- расчет нагрузочных потерь;
- расчет потерь холостого хода;
- расчет потерь, обусловленных погодными условиями (климатические потери) [3, с. 48].

Нагрузочные потери электрической энергии за определенный период могут быть рассчитаны с помощью одного из пяти методов, выбор следующих имеет зависимость от количества имеющейся информации о схемах и нагрузках сетей:

1. оперативных расчетов;
2. расчетных суток;
3. средних нагрузок;
4. числа часов наибольших потерь мощности;
5. оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузках сети [1].

Исходя из названия, первый метод относится к методам оперативного расчета, второй, третий и четвертый относятся к аналитическим методам, пятый в свою очередь принадлежит оценочному методу [2, с 36].

На основании заданной схемы сети и нагрузок ее компонентов, определенных с помощью измерений или с помощью расчета нагрузок компонентов электрической сети, исходя из законов электротехники, рассчитываются потери электроэнергии в сети при использовании методов 1–4.

Методы 2–4 применяются для расчета потерь электроэнергии за каждый месяц расчетного периода с использованием схемы сети, соответствующей данному расчетному месяцу. Разрешается проведения расчета потерь электроэнергии с помощью расчетных интервалов, в состав которых ходит несколько расчетных месяцев, схемы сетей, в которых возможно рассматривать их, как неизменные. За расчетный период, потери электроэнергии определяются как сумма потерь, проанализированных для входящих в расчетный период месяцев (расчетных интервалов) [2, с. 36].



Рисунок 2 – Классификация методов расчета нагрузочных потерь

Расчет потерь холостого хода содержит в себе постоянные, не имеющие зависимость от нагрузки, потери:

- изоляции кабелей;
- компенсирующих устройствах;
- вентильных разрядниках и ограничителях перенапряжения;
- в силовых трансформаторах (автотрансформаторах);
- аппаратов системы учета электроэнергии [3, с. 49].

В современных силовых трансформаторах, за счет использования магнитопровода из аморфной стали, достигается низкий уровень потерь холостого хода. Однако стоимость трансформатора из такой стали становится выше на 20–30 % в сравнение с трансформаторами, изготовленных из традиционной электротехнической стали.

Климатические потери электроэнергии состоят из трех аспектов:

1. потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам;
2. потери электроэнергии на плавку гололеда;
3. потери электроэнергии на корону в воздушных линиях электропередачи 110 кВ и выше [3, с. 49].

«Фоновый» ток утечки протекает по изоляторам при нормальном эксплуатационном режиме. В период влажной погоды происходит увлажнение изолятора, что приводит к резкому увеличению тока утечки. Возросший ток утечки начинает подсушивать увлажненную поверхность изоляторов, в результате чего фиксируется на определенном уровне. Численные значения фонового тока практически равны для линий электропередачи любого класса напряжений. Потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам воздушных линий рассчитываются по данным об удельных потерях мощности, представленных в таблице 1. Виды погоды, по влиянию на токи утечки, объединяются в 3 группы: первая группа включает значения при хорошей погоды с влажностью менее 90 %, изморозь, сухой снег; вторая группа включает значения при дожде, росе, мокром снеге, хорошей погоде с влажностью 90 %; третья группа включает значения при тумане [2, с. 82-83].

Таблица 1 – Удельные потери мощности от токов утечки по изоляторам воздушных линий электропередачи

Группа погоды	Удельные потери мощности от токов утечки по изоляторам, кВт/км, на ВЛ напряжением, кВ										
	6	10	15	20	35	110	154	220	330	500	750
1	0,011	0,017	0,025	0,033	0,035	0,055	0,063	0,069	0,103	0,156	0,235
2	0,094	0,153	0,227	0,302	0,324	0,510	0,587	0,637	0,953	1,440	2,160
3	0,154	0,255	0,376	0,507	0,543	0,850	0,978	1,061	1,587	2,400	3,600

Потери электроэнергии на корону возникают на проводах воздушной линии электропередачи, вследствие ионизации воздуха из-за высокой напряженности электрического поля на поверхности проводов. Главным фактором, обосновывающим потери на корону на воздушных линиях электропередачи, считается отношение напряженности электрического поля на поверхности проводов к начальной напряженности короны. В меру повышения напряжения корона стремительно охватывает провод по всей длине. При расчете потерь электрической энергии на корону выделяют следующие основные группы погодных условий:

- хорошая погода;
- дождь и мокрый снег;
- иней, гололед, изморозь;
- туман;
- сухой снег [2, с. 77-78].

Потери электроэнергии на плавку гололеда рассчитываются по приборам учета, которые располагаются на специализированных аппаратах, предназначенных для плавки гололеда. Основопологающей мерой борьбы с гололедом считается удаление его с проводов и тросов методом плавки электрическим током, а также нагревом проводов, за счет увеличения тока нагрузки, до температуры, при которых не возможно образование наледи [2, с. 84].

Таким образом, снижения потерь электроэнергии является приоритетной задачей электроэнергетики. На фоне постоянных растущих тарифов на электрическую энергию самое время задуматься о применении энергосберегающих способов. Данные мероприятия могут принести максимальную экономию электроэнергии при достаточно быстрой окупаемости.

Список литературы

1. Инструкция по организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям // Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям».
2. Шведов, Г. В. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям : расчет, анализ, нормирование и снижение : учебное пособие для вузов / Г. В. Шведов, О. В. Сипачева, О. В. Савченко; под ред. Ю. С. Железко. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2013. – 424 с. – ISBN 978-5-383-00832-4.

Агеев В. А., Репьев Д. С., Каргин Д. Н. Потери электроэнергии. методы расчета технических потерь электроэнергии // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2022. – Т. 7 № 3(25) ч.1 с. 55–60.

3. Митрофанов, С. В. Энергосбережение в энергетике : учебное пособие / С. В. Митрофанов, О. И. Кильметьева. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 126 с. — ISBN 978-5-7410-1371-7.
4. Хорольский, В. Я. Экономия электроэнергии в сельских электроустановках : учебное пособие / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, А. В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2521-1.

References

1. Instructions for organizing work at the Ministry of Energy of the Russian Federation on calculating and justifying standards for technological losses of electricity during its transmission via electric networks//Order of the Ministry of Energy of the Russian Federation dated December 30, 2008 No. 326 "On organizing work at the Ministry of Energy of the Russian Federation to approve standards for technological losses of electricity during its transmission via electric networks."
 2. Shvedov, G.V. Losses of electricity during its transport by electric networks: calculation, analysis, rationing and reduction: a textbook for universities/G.V. Shvedov, O. V. Sipacheva, O. V. Savchenko; ed. Yu. S. Zhelezko. - Moscow: MPEI Publishing House, 2013. – 424 p. – ISBN 978-5-383-00832-4.
 3. Mitrofanov, S.V. Energy saving in energy: a textbook/S.V. Mitrofanov, O. I. Kilmetyeva. - Orenburg: OSU, 2015. - 126 p. – ISBN 978-5-7410-1371-7.
 4. Khorolsky, V. Ya. Saving electricity in rural electrical installations: a textbook/V. Ya. Khorolsky, M. A. Taranov, A. V. Efanov. – St. Petersburg: Doe, 2022. - 272 p. – ISBN 978-5-8114-2521-1.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 536.21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА С УПОРЯДОЧЕННОЙ СТРУКТУРОЙ, ОСНОВАННОЙ НА ТПМП I-WP

Попов А.И., Брагин Д.М., Зинина С.А., Еремин А.В., Олатуйи О.Д.

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия (443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244), e-mail: pixinot@icloud.com

В работе рассматривается задача теплопроводности в пористом материале с упорядоченной структурой, основанной на трижды периодической минимальной поверхности (ТПМП) Шёна I-WP. ТПМП – это трижды периодические минимальные поверхности, которые обладают симметрией кристаллографической группы. Предложенный пористый материал с упорядоченной структурой может использоваться в качестве тепловой изоляции. Для определения его эффективного коэффициента теплопроводности применяется программный комплекс ANSYS. Для численного исследования взят материал, который используется при SLA методе 3D печати – фотополимерная смола «Phrozen». При численном решении данной задачи в модуле Steady-State Thermal были получены поля распределения температуры и теплового потока в элементарной ячейке поверхности I-WP. Анализ результатов показал, что эффективный коэффициент теплопроводности линейно зависит от толщины стенки ячейки.

Ключевые слова: эффективный коэффициент теплопроводности, ANSYS, компьютерное моделирование, тепловая изоляция.

DETERMINATION OF THE EFFECTIVE THERMAL CONDUCTIVITY OF A POROUS MATERIAL WITH AN ORDERED STRUCTURE BASED ON I-WP TPMS

Popov A.I., Bragin D.M., Zinina S.A., Eremin A.V., Olatuyi O.J.

Samara State Technical University, Samara, Russia (443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244), e-mail: pixinot@icloud.com

The paper considers the problem of heat conduction in a porous material with an ordered structure based on Schoen's I-WP Triple Periodic Minimum Surface (TPMS). TPMS are thrice periodic minimal surfaces that have the symmetry of the crystallographic group. The proposed porous material with an ordered structure can be used as thermal insulation. The ANSYS software package is used to determine its effective thermal conductivity. For a numerical study, the material used in the SLA 3D printing method, Phrozen photopolymer resin, was taken. When solving this problem numerically in the Steady-State Thermal module, the temperature and heat flux distribution fields in the unit cell of the I-WP surface were obtained. An analysis of the results showed that the effective thermal conductivity coefficient linearly depends on the thickness of the cell wall.

Keywords: effective thermal conductivity, ANSYS, computer simulation, thermal insulation.

В настоящее время с ростом мощности объектов генерации энергии (ТЭЦ, АЭС и т.д.) возникает необходимость в повышении энергетической эффективности и КПД систем теплоснабжения, теплообменных аппаратов и других объектов теплоэнергетики.

Одним из способов повышения энергетической эффективности вышеупомянутых объектов является применение современных теплоизоляционных материалов. В большинстве случаев в качестве тепловой изоляции применяются классические материалы, такие как: пенополиуретан, минеральная вата, эковата и т.д. Эти материалы в большинстве случаев имеют пористую структуру, причем со стохастическим характером расположения пор. Такие материалы, ввиду своей невысокой цены хорошо подходят для утепления участков тепловой сети, наружных стен домов и других мест, где требуется покрытие больших площадей. Но для теплоизоляции дорогостоящего теплообменного оборудования требуются более продвинутые методы. Стохастический характер расположения пор также не позволяет провести точный тепловой расчёт при помощи современных средств компьютерного моделирования (ANSYS, OpenFoam и т.д.). Исходя из вышесказанного ставится вопрос о разработке теплоизоляционного материала с упорядоченной структурой

Для исследования свойств теплоизоляционных материалов могут применяться различные численные [1-3] и аналитические методы [4,5].

В данной работе предлагается использовать в качестве тепловой изоляции пористый материал (Рисунок 1а), имеющий упорядоченную структуру, основанную на трижды периодической минимальной поверхности (ТПМП) [6,7].

Данный материал состоит из одинаковых повторяющихся ячеек/пор (Рисунок 1б). В качестве структуры для данного материала применяется трижды периодическая минимальная поверхность I-WP Шёна. Элементарная ячейка данной поверхности обладает кубической симметрией, что означает, что она строго вписывается в куб с длиной ребра a .

Данной поверхности придается толщина δ по нормали в обе стороны от каждого полигона, из которых непосредственно состоит ТПМП (Рисунок 2).

Таким образом в данной геометрии можно выделить два характерных размера: a – длина ребра куба и δ – толщина стенки ячейки.

Согласно закону Фурье плотность теплового потока определяется следующим выражением

$$q = -\lambda \frac{dT}{dx}, \quad (1)$$

где λ – теплопроводность; $\frac{dT}{dx}$ – градиент температуры. Предположим, что требуется определить тепловой поток через основание куба с длиной ребра a . Тепловой поток в данном случае будет равен:

$$Q_{\text{куб}} = \lambda_{\text{эфф}} \frac{(T_1 - T_2)}{a} F_{\text{куб}}, \quad (2)$$

где T_1, T_2 – граничные условия первого рода; $F_{\text{куб}}$ – площадь основания куба; $\lambda_{\text{эфф}}$ – эффективная теплопроводность элементарной кубической ячейки со структурой ТПМП I-WP.

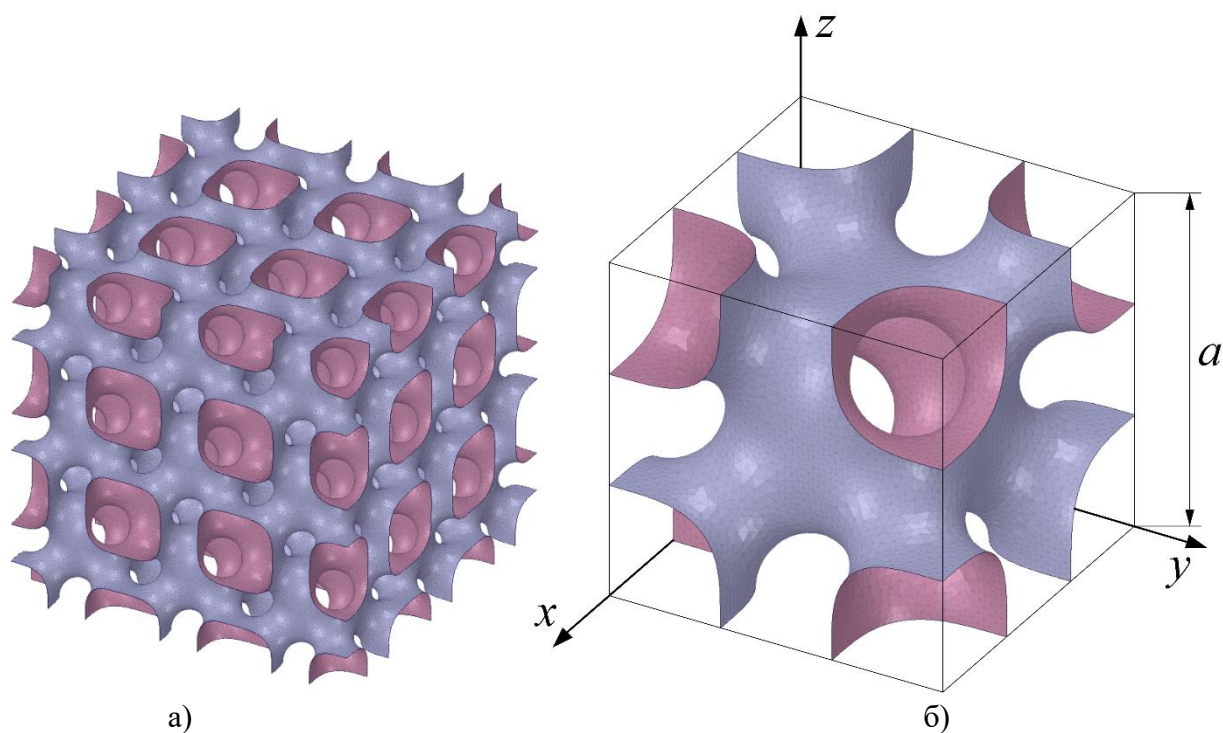


Рисунок 1 – Трижды периодическая минимальная поверхность I-WP

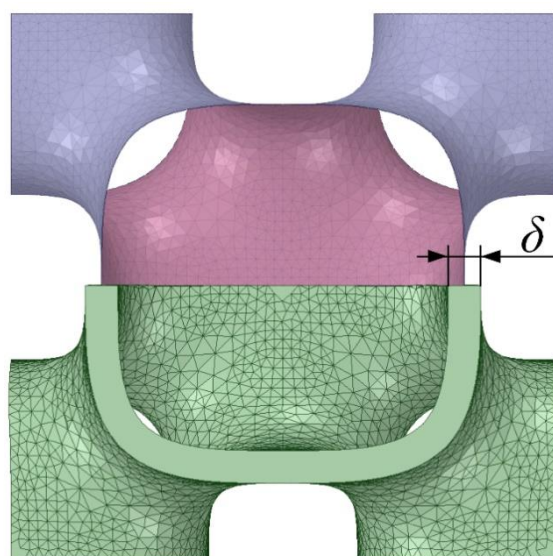


Рисунок 2 – Толщина стенки ячейки

Для определения теплового потока в основании элементарной ячейки поверхности Шёна I-WP, вписанной в куба с длиной ребра a , зададим на противоположных концах ячейки граничные условия первого рода (Рисунок 3).

Тогда тепловой поток через ячейку будет определяться выражением

$$Q_{\text{ТПМП}} = q_{\text{ТПМП}} F_{\text{ТПМП}}, \quad (3)$$

где $q_{\text{ТПМП}} = \lambda_m \frac{(T_1 - T_2)}{a}$; λ_m – теплопроводность материала, из которого изготовлена

элементарная ячейка. Если учитывать, что весь тепловой поток, который проходит через поверхность $F_{ТПМП}$, равномерно распределен по основанию куба $F_{куб}$, то получим:

$$Q_{ТПМП} = Q_{куб}; \quad (4)$$

$$\lambda_{эфф} = \frac{q_{ТПМП} F_{ТПМП}}{a(T_1 - T_2)}. \quad (5)$$

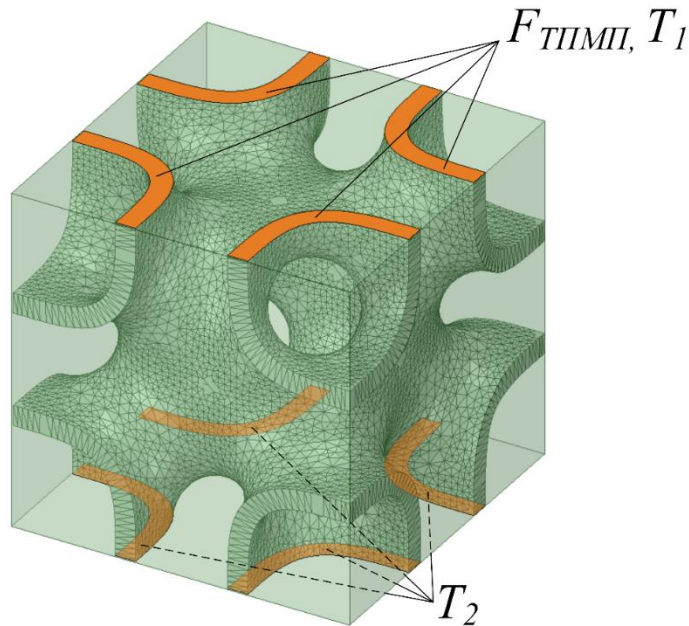


Рисунок 3 – Исходная геометрия для расчёта

Решение задачи теплопроводности осуществляется в модуле Steady-State Thermal. На построенную геометрию элементарной ячейки наносится сетка (Рисунок 4), приблизительно состоящая из 1 млн. ячеек.

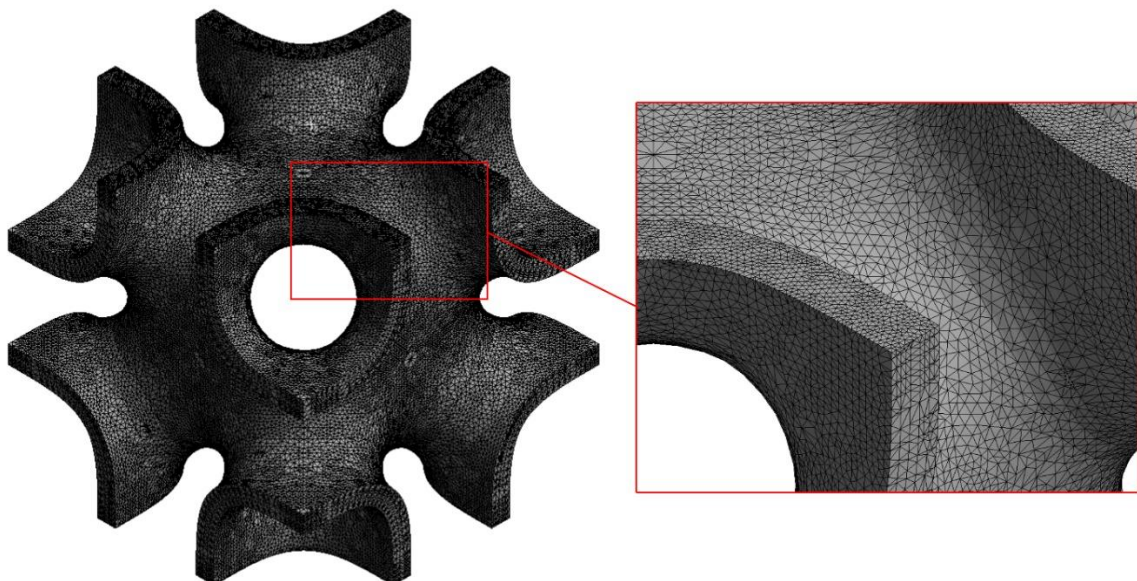


Рисунок 4 – Сетка

На противоположных торцах элементарной ячейки задаются граничные условия перового рода: $T_1 = 100^\circ C$ и $T_2 = 0^\circ C$. В качестве исходного материала с теплопроводностью λ_m выбрана фотополимерная смола, свойства которой представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Свойства фотополимерной смолы

Свойство	Фотополимер «Phrozen»	Единицы измерения
Теплопроводность	0.67	Вт/м ²
Плотность	1412	кг/м ³

В результате решения задачи были получены следующие поля распределения температуры и теплового потока.

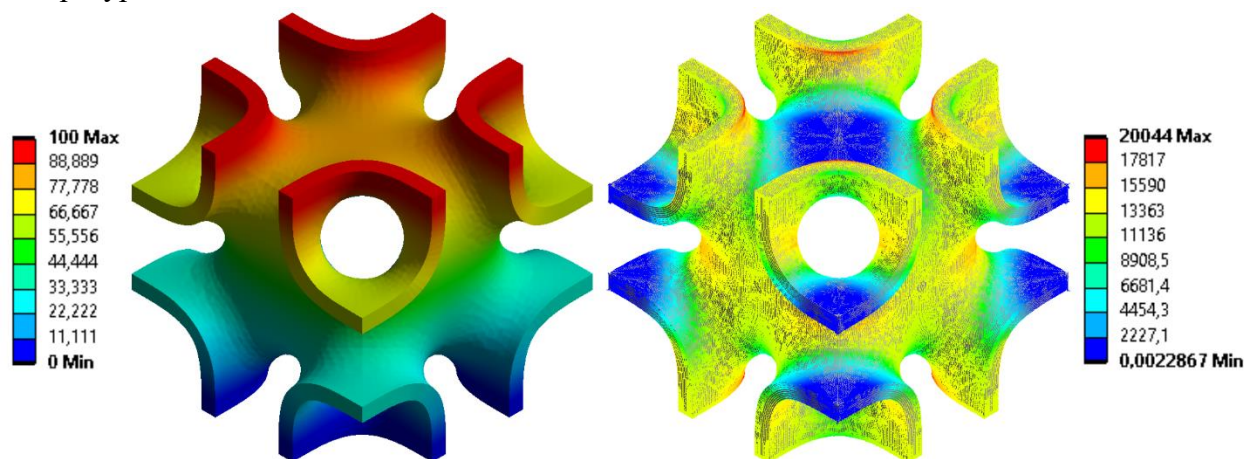


Рисунок 5 – Поля распределения температуры и теплового потока

Также получены значения плотности теплового потока $q_{ТПМП}$, представленные в таблице 2, при различных геометрических размерах элементарной ячейки.

Таблица 2 – Значения плотности теплового потока

	Толщина стенки ячейки δ , мм					
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Длина ребра куба a , мм	1	0.05034	0.10138	0.15242	0.20346	0.25455
	2	0.02482	0.05034	0.07586	0.10138	0.12696
	3	0.01631	0.03332	0.05034	0.06735	0.08436
	4	0.01206	0.02482	0.03758	0.05034	0.06312
	5	0.00950	0.01971	0.02992	0.04013	0.05034
	6	0.00780	0.01631	0.02482	0.03332	0.04183
	7	0.00659	0.01388	0.02117	0.02846	0.03575
	8	0.00568	0.01206	0.01844	0.02482	0.03125
	9	0.00497	0.01064	0.01631	0.02198	0.02765
	10	0.00440	0.00950	0.01461	0.01971	0.02482

При помощи выражения (5) были рассчитаны значения эффективной теплопроводности материала. График на Рисунке 6 иллюстрирует зависимость эффективной теплопроводности от толщины стенки элементарной ячейки.

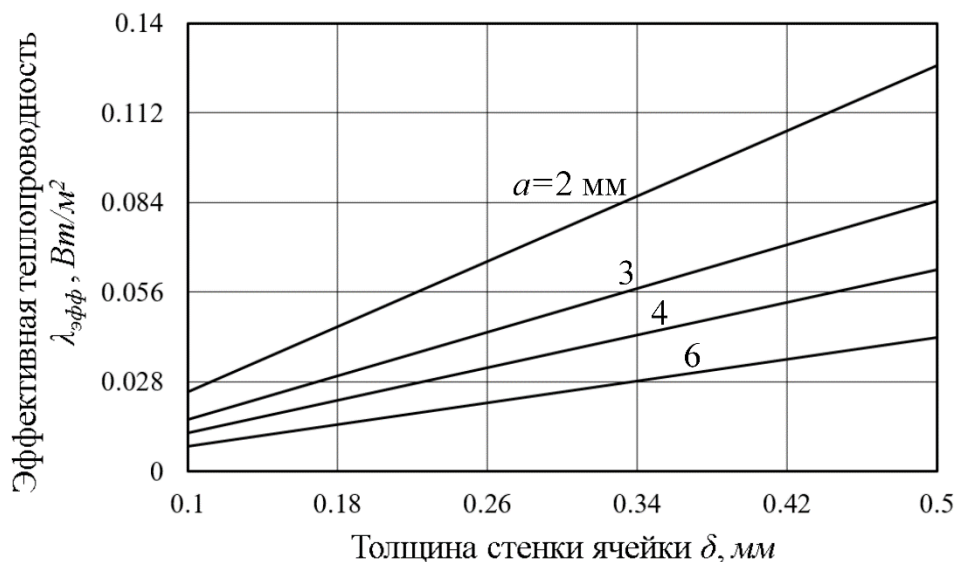


Рисунок 6 – График зависимости эффективной теплопроводности от толщины стенки ячейки

Из анализа графика следует, что эффективная теплопроводность пористого материала со структурой I-WP изменяется линейно при увеличении толщины стенки. Данный график позволяет как подобрать требуемое значение эффективной теплопроводности при заданных геометрических параметрах, так и определить размер и толщину стенки ячейки при известном значении теплопроводности.

Полученные в данной работе результаты могут быть использованы при конструировании различного рода теплообменного оборудования или изготовлении уникальной тепловой изоляции.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-00047, <https://rscf.ru/project/21-79-00047/>

Список литературы

1. Гапоненко С. О., Фазлиев Р. А., Калинина М. В. Метод повышения эффективности тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения путем применения отражающего элемента //Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2021. – Т. 13. – №. 1. – С. 204-217.
2. Юша В. Л., Чернов Г. И., Калашников А. М. Влияние типов тепловой изоляции на эффективность работы теплообменного аппарата в системе рекуперации тепловых потерь МКУ //Динамика систем, механизмов и машин. – 2017. – Т. 5. – №. 2. – С. 99-103.
3. Попов А. И., Зинина С. А., Еремин А. В. Исследование локально-неравновесной модели теплопроводности в плоской стенке при граничных условиях первого рода //Научный электронный журнал «Инновации. Наука. Образование\Отв. ред. Сафронов АИ–Тольятти:– 2021.– № 40 (август).– 908 с. – 2015.

4. Губарева К. В., Попов А. И., Шульга А. С. Получение аналитического решения задачи теплопроводности в пластине при граничных условиях третьего рода //Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. – 2020. – С. 777-779.
5. Губарева К. В. и др. Моделирование процесса теплообмена в пластине с переменными теплофизическими свойствами //Научное обозрение. Технические науки. – 2020. – №. 6. – С. 52-57.
6. Шевченко В. Я. и др. Полимерные структуры с топологией трижды периодических поверхностей минимальной энергии //Физика и химия стекла. – 2017. – Т. 43. – №. 6. – С. 644-648.
7. Дьяченко С. В. и др. Физико-механические свойства модельного материала с топологией трижды периодических поверхностей минимальной энергии типа гироид в форме куба //Журнал технической физики. – 2018. – Т. 88. – №. 7. – С. 1014.

References

1. Gaponenko S. O., Fazliev R. A., Kalinina M. V. Metod povysheniya jeffektivnosti teplovoj izoljacji truboprovodov sistem teplosnabzhenija putem primenenija otrazhajushhego jelementa //Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo jenergeticheskogo universiteta. – 2021. – Т. 13. – №. 1. – pp. 204-217.
 2. Jusha V. L., Chernov G. I., Kalashnikov A. M. Vlijanie tipov teplovoj izoljacji na jeffektivnost' raboty teploobmennogo apparata v sisteme rekuperacii teplovyh poter' MKU //Dinamika sistem, mehanizmov i mashin. – 2017. – Т. 5. – №. 2. – pp. 99-103.
 3. Popov A. I., Zinina S. A., Eremin A. V. Issledovanie lokal'no-neravnovesnoj modeli teploprovodnosti v ploskoj stenke pri granichnyh uslovijah pervogo roda //Nauchnyj jelektronnyj zhurnal «Innovacii. Nauka. Obrazovanie»(Otv. red. Safronov AI–Tol'jatti:– 2021.– № 40 (avgust).– 908 p. – 2015.
 4. Gubareva K. V., Popov A. I., Shul'ga A. S. Poluchenie analiticheskogo reshenija zadachi teploprovodnosti v plastine pri granichnyh uslovijah tret'ego roda //Aktual'nye problemy prikladnoj matematiki, informatiki i mehaniki. – 2020. – pp. 777-779.
 5. Gubareva K. V. i dr. Modelirovanie processa teploobmena v plastine s peremennymi teplofizicheskimi svojstvami //Nauchnoe obozrenie. Tehnicheskie nauki. – 2020. – №. 6. – pp. 52-57.
 6. Shevchenko V. Ja. i dr. Polimernye struktury s topologiej trizhdy periodicheskikh poverhnostej minimal'noj jenerгии //Fizika i himija stekla. – 2017. – Т. 43. – №. 6. – pp. 644-648.
 7. D'jachenko S. V. i dr. Fiziko-mehaniicheskie svojstva model'nogo materiala s topologiej trizhdy periodicheskikh poverhnostej minimal'noj jenerгии tipa giroid v forme kuba //Zhurnal tehnicheckoj fiziki. – 2018. – Т. 88. – №. 7. – pp 1014.
-



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 659.441.32

GOOGLE KNOWLEDGE GRAPH API КАК ИНСТРУМЕНТ SEO

¹ Агеев Н.А., ² Пастернак А.В.

ФГБОУ ВПО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия (21400,
г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: ¹ nikita.ageev17@gmail.ru,

² artempasternak1@yandex.ru

В данной работе приводится описание поисковой оптимизации, отмечается значимость подбора ключевых слов, анализируется структура программного интерфейса приложения Google Knowledge Graph API. Целью нашего исследования является изучение отдельных особенностей алгоритмов выдачи похожих запросов в поисковой системе Google. Для выявления особенностей работы алгоритмов Google Knowledge Graph используются методы обратного инжиниринга. В частности, реконструирован орграф структуры, основанной на запросе «Уильям Шекспир» (глубина запроса – 3 уровня). Осуществлен формальный и семантический анализ построенного орграфа. Формальный анализ основан на ранжировании узлов графа по полустепеням исхода и захода. Семантический анализ проведен для верхнего квартиля ранжированного списка узлов. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью поиска путей решения проблемы «низкого» расположения сайта в списке выдачи поисковой системы, что напрямую влияет на количество пользователей, посетивших этот сайт. Основным результатом проведенного исследования являются установленные некоторые закономерности выдачи похожих запросов на основе Google Knowledge Graph API.

Ключевые слова: поисковая оптимизация, генерация ключевых слов, граф знаний, программный интерфейс приложений

GOOGLE KNOWLEDGE GRAPH API AS AN SEO TOOL

¹ Ageev N.A., ² Pasternak A.V.

Smolensk State University, Smolensk, Russia(21400, Smolensk, Przhevalsky st., 4), e-mail:

¹ nikita.ageev17@gmail.ru, ² artemasternak1@yandex.ru

This article provides a description of search engine optimization, notes the importance of keyword selection, and analyzes the structure of the Google Knowledge Graph API application programming interface. The purpose of given article is to study certain features of the algorithms for issuing similar queries in the Google search engine. To identify the features of the Google Knowledge Graph algorithms, reverse engineering methods are used. In particular, the digraph of the structure based on the query "William Shakespeare" was reconstructed (the depth of the query is 3 levels). A formal and semantic analysis of the constructed directed graph has been carried out. Formal analysis is based on ranking the nodes of the graph according to the degrees of outgoing and entering. Semantic analysis was carried out for the top quartile of the ranked list of nodes. The relevance of this topic is due to the need to find ways to solve the problem of the "low" location of the site in the list of search engine results, which directly affects the number of users who visited this site. The main result of the study is the established certain patterns of issuing similar queries based on the Google Knowledge Graph API.

Keywords: search engine optimization, active word generation, knowledge graph, application programming interface.

Что такое SEO

Поисковая оптимизация SEO (Search Engine Optimization) — это процесс, который

улучшает количество и качество трафика, поступающего на веб-сайт через поисковые системы [2, 3, 4, 5]. Так же SEO можно рассматривать как процесс создания мета-описания веб-сайта, который приводит к эффективному ранжированию по выбранным ключевым словам в результатах обычного поиска.

Существует несколько способов использования SEO, и основные связаны с элементами на странице и отдельными элементами за ее пределами. С помощью SEO на странице измеряется все, что происходит внутри веб-сайта и что контролируется владельцем веб-сайта, например, мета-описание, заголовок, контент и изображения.

Согласно выводам М. М. Хейтала и О. Маршалла [2], чтобы получить более высокий рейтинг и получить значимый трафик от поисковых систем, веб-сайт должен быть удобным для пользователя, предоставлять уникальный контент и иметь хорошо сформулированное мета-описание.

Методы SEO вне страницы в основном связаны с внешними аспектами, которые имеют существенное влияние на рейтинг сайта в поисковых системах. Наиболее эффективным фактором является использование ссылок, которые направляют пользователя на страницу компании.

В нашем исследовании мы остановимся на одном из основных элементов поисковой оптимизации – генерации ключевых слов.

Ключевые слова

Ключевые слова — это слова, которые пользователи вводят в поле поиска в поисковых системах, и эти слова систематизируются Google при сканировании и индексировании веб-страниц.

Подбор ключевых слов является одним из наиболее важных факторов, влияющих на SEO [3]. Ключевые слова являются основным фактором, который «объединяет» поисковую систему и веб-сайт, а это означает, что алгоритмы поисковой системы поднимают страницы с правильными ключевыми словами в списке результатов поиска.

Важность высокого места в результатах поиска очевидна, поскольку пользователи с большей вероятностью нажимают на результаты на первой странице.

Значимость правильного подбора ключевых слов так же очевидна. Однако генерация полного набора ключевых слов «вручную», без использования вспомогательных инструментов, затруднена. Например, к сайту кафе может привести запрос «Чем заняться в вечер пятницы», или ещё более экзотические запросы. Подбор всей совокупности ключевых слов, которые могут привести потенциальных пользователей к сайту, требует анализа огромного массива информации, отражающего: историю реальных запросов, семантику, психологию и прочие области знаний. Совершенно очевидно, что крупная компания, специализирующаяся в определенной области, например, автомобилестроение, не говоря уже о кафе, не в состоянии провести эту работу в полном объёме.

Google Knowledge Graph

Естественно ожидать появления соответствующих сервисов от мировых монополистов в сфере поиска информации и BigData. В частности, в 2012 году компания Google анонсировала открытый информационный ресурс в данной области «Google Knowledge Graph» [5, 6].

Граф знаний Google содержит обобщенную информацию в областях знаний, чтобы дать краткий обзор конкретной темы и дать дополнительные рекомендации по связанным областям.

В наше время графы знаний получили широкое распространение в бизнес-приложениях, и компании стремятся к практичности и извлекают выгоду из их использования.

Х. Цзоу в своём исследовании подробно анализирует 4 основные области использования графов знаний [6]:

- Системы ответов на вопросы за счет повышения семантической осведомленности о социальных чат-ботах и цифровых помощниках (Siri, Alexa и т. д.).
- Системы поддержки точности, разнообразия и принятия решений.
- Усовершенствованные поисковые системы.
- Специфическое использование предметной области, например, в сфере медицины, кибербезопасности, новостей и образования.

Application Programming Interface

Практическое использование Google Knowledge Graph существенно облегчается интегрированным в него API. API (Application Programming Interface) — «программный интерфейс приложения» — описание способов (набор классов, процедур, функций, структур или констант), которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой.

Описание кода

Программный интерфейс приложения от Google предоставляет пример кода запроса по Taylor Swift.

```
{
  "@context": {
    "@vocab": "http://schema.org/",
    "goog": "http://schema.googleapis.com/",
    "resultScore": "goog:resultScore",
    "detailedDescription": "goog:detailedDescription",
    "EntitySearchResult": "goog:EntitySearchResult",
    "kg": "http://g.co/kg"
  },
}
```



Рисунок 1 – Первый фрагмент кода

1. В строке «vocab» содержится краткая ссылка на словарь семантической разметки Schema.org. На второй строке данного раздела содержится полная ссылка на данный сайт.
2. Раздел 2 начинается с оценки результата поиска и его подробного описания. Далее отображается результат поиска объектов.
3. Строка «kg» выводит связанные запросы.

```
'@type': "ItemList",
'itemListElement': [
  {
    "@type": "EntitySearchResult",
    "result": {
      "@id": "kg:/m/0dl567",
      "name": "Taylor Swift",
      "@type": [
        "Thing",
        "Person"
      ]
    }
  }
],
```

Рисунок 2 – Второй фрагмент кода

1. В первом разделе определяется тип запроса.
2. Далее определяется id и имя запроса.
3. Раздел 3 конкретизирует сущность объекта.

```
"description": "Singer-songwriter",
"image": {
  "contentUrl": "https://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQmVDAhjhWnN20Wys2ZM03PGAhupp5tN2LwF_BJmiHqi19hf8Ku"
},
"license": "http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0"
```

Рисунок 3 – Третий фрагмент кода

1. В 1 разделе продолжается детализация описания объекта.
2. В строке 2 отображается ссылка на изображение по запросу.
3. Далее следует ссылка на википедию и лицензию.

```
"detailedDescription": {
  "articleBody": "Taylor Alison Swift is an American singer-songwriter and actress. Raised in Wyomissing, Pe",
  "url": "http://en.wikipedia.org/wiki/Taylor_Swift",
  "license": "https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Text_of_Creative_Commons_Attribution-ShareAlike_3.0_Un",
},
"url": "http://taylorswift.com/",
"resultScore": 4850
```

Рисунок 4 – Четвёртый фрагмент кода

1. В первой строке указывается подробное описание объекта запроса.
2. Далее указывается ссылка на википедию и её лицензию.
3. В завершении отображается ссылка на сайт объекта и выдаётся оценка результата.

Обратный инжиниринг

Многие исследователи, занимающиеся изучением практических приложений, жаловались на закрытость, недоступность алгоритмов, которые используются в Google Knowledge Graph [2]. Как отмечают С.-Дж. Лу, С.-А. Янг и Т.-Л. Хуанг: «до сих пор ни одной компании не удалось полностью раскрыть детали ранжирования поисковых систем» [5]. В силу этого единственным возможным

вариантом анализа особенностей функционирования Google Knowledge Graph API является обратный инжиниринг.

Обратный инжиниринг — исследование некоторого готового устройства или программы, а также документации на него с целью понять принцип его работы [1].

В рамках обратного инжиниринга мы построили графовую модель, основанную на запросе «Уильям Шекспир», представляющую собой древовидную структуру глубиной 3 уровня. При этом использовались традиционные подходы к моделированию семантических сетей: узлы орграфа соответствовали объектам, дуги соответствовали бинарному отношению на множестве объектов «быть в списке похожих запросов для данного запроса». Результатом моделирования стал орграф с 45 вершинами и 240 дугами, диаграмма которого представлено на Рисунке 5.

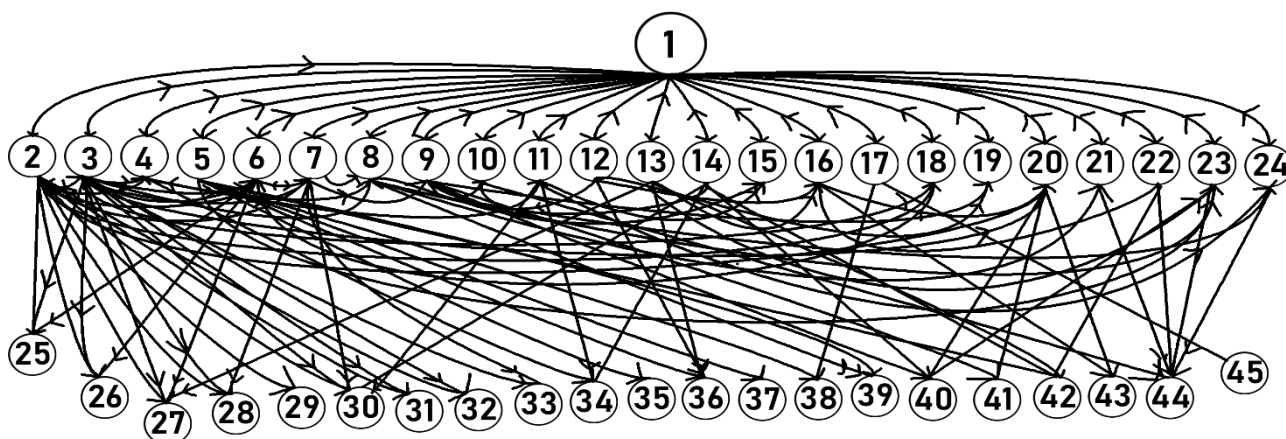


Рисунок 5 – Древовидный граф по ключевому слову "Уильям Шекспир"

Формальный анализ построенного графа основывался на вычислении полустепеней исхода и захода всех узлов и последующим ранжировании узлов по вычисленным полустепеням.

Для содержательного (семантического) анализа были отобраны узлы верхнего квартиля каждого из ранжированных списков (по полустепени исхода и по полустепени захода по отдельности).

Информация о двух верхних квартилях представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Верхний квартиль полустепени захода и исхода.

Полустепени захода			Полустепени исхода		
N	p+	Имя	N	p-	Имя
30	13	Эдмунд Шекспир	2	18	Энн Хатауэй
9	10	Елизавета I	3	18	Хемнет Шекспир
25	10	Элизабет Бернард	7	17	Джудит Шекспир
28	9	Ричард Кини	6	15	Сьюзен Холл
3	8	Хемнет Шекспир	8	15	Чарльз Диккенс
8	8	Чарльз Диккенс	9	14	Елизавета I
14	8	Джефри Чосер	14	14	Джефри Чосер
26	8	Джон Холл	10	13	Уильям Вордсворт
20	8	Джоан Шекспир	13	13	Мольер
2	7	Энн Хатауэй	11	11	Эдгар Аллан По

Результаты семантического анализа

1. Энн Хэтуэй, Хемет Шекспир, Чарльз Диккенс, Елизавета I и Джефри Чосер входят в оба топа. Мы видим, что доминирует культурная идентичность, показывает тех, кто относится к Великобритании. Исторический и личностный контекст преобладают над художественным (творческим).

2. Мы видим, что в верхнем квартиле списка, ранжированного по полустепени захода преобладают родственники У. Шекспира, так как многие родственники были связаны друг с другом. Родственники образуют клику (плотно связанное сообщество). 7 из 10 это родственники, 2 из 10 писатели и последний - это правитель Елизавета I. Она находится высоко в списке за счет многочисленных родственников У. Шекспира, живших в период её правления.

3. В верхнем квартиле списка, ранжированного по полустепени исхода количество родственников в 2 раза меньше, чем в верхнем квартиле списка, ранжированного по полустепени захода. При этом количество писателей увеличилось больше, чем в 2 раза. Мы видим, что происходит размывание чисто британского контекста, появляется Ж.-Б. Мольер (Франция), Эдгар Аллан По (США).

Вывод:

Проведённое нами исследование показало значимость поисковой оптимизации значимость подбора ключевых слов для поисковой оптимизации и эффективность Google Knowledge Graph API для отбора ключевых слов. Проведённое графовое моделирование и формальный и семантический анализ позволили установить, что при выдачи похожих запросов в Google преобладают исторический и личностный контекст над профессиональным и общекультурным. Проведённое нами исследование показало, что метод обратного инжиниринга эффективен при решении проблемы выявления особенностей функционирования исследуемого алгоритма, однако данный метод является весьма трудоёмким, что ограничивает область его применения.

Список литературы

1. Baxter, I. D. and Mehlich, M. (2000). Reverse engineering is reverse forward engineering. Science of Computer Programming, Vol. 36, Issues 2–3, March 2000: 131-147. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167642399000349>
2. Nietala M. M. and Marshall O. (2021). Search Engine Optimization and the connection with

- Knowledge Graphs. University of Gävle, Faculty of Education and Business Studies, Department of Business and Economic Studies, Business administration: 1-75. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1524391/FULLTEXT01.pdf>
3. Iskandar, M. S. and Komara, D. (2018). Application Marketing Strategy Search Engine Optimization (SEO). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 407. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/407/1/012011>
 4. Kritzinger, W. (2013). Search engine optimization and pay-per-click marketing strategies. / Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce, Vol. 23: 273–286. http://digitalknowledge.cput.ac.za/bitstream/11189/2849/3/Kritzinger_WT_Weideman_Melius_FID_2013.pdf
 5. Luh, C.-J., Yang, S.-A. and Huang, T.-L. D. (2016). "Estimating Google's search engine ranking function from a search engine optimization perspective", Online Information Review, Vol. 40, No. 2: 239-255. <https://doi.org/10.1108/OIR-04-2015-0112>
 6. Zou, X., (2020). A Survey on Application of Knowledge Graph. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1487: 012016. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1487/1/012016>

References

1. Baxter, I. D. and Mehlich, M. (2000). Reverse engineering is reverse forward engineering. Science of Computer Programming, Vol. 36, Issues 2–3, March 2000: 131-147. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167642399000349>
 2. Hietala M. M. and Marshall O. (2021). Search Engine Optimization and the connection with Knowledge Graphs. University of Gävle, Faculty of Education and Business Studies, Department of Business and Economic Studies, Business administration: 1-75. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1524391/FULLTEXT01.pdf>
 3. Iskandar, M. S. and Komara, D. (2018). Application Marketing Strategy Search Engine Optimization (SEO). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 407. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/407/1/012011>
 4. Kritzinger, W. (2013). Search engine optimization and pay-per-click marketing strategies. / Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce, Vol. 23: 273–286. http://digitalknowledge.cput.ac.za/bitstream/11189/2849/3/Kritzinger_WT_Weideman_Melius_FID_2013.pdf
 5. Luh, C.-J., Yang, S.-A. and Huang, T.-L. D. (2016). "Estimating Google's search engine ranking function from a search engine optimization perspective", Online Information Review, Vol. 40, No. 2: 239-255. <https://doi.org/10.1108/OIR-04-2015-0112>
 6. Zou, X., (2020). A Survey on Application of Knowledge Graph. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1487: 012016. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1487/1/012016>
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

КООРДИНАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПЛАНА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ПЛАНИРОВАНИЯ

¹Балашов О.В., ²Букачев Д.С

¹Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²ФГБОУ ВО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия (214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Рассмотрена проблема моделирования структуры предпочтения каждого ЛПР и проблема согласования этих структур несколькими ЛПР в иерархической системе принятия решений. Предложен подход, основанный на комбинации нескольких стратегий согласования решений, который позволяет осуществить поддержку согласования решений для случаев, когда критерии и шкалы оценок совпадают, когда критерии совпадают, а шкалы оценок не совпадают, и в некоторых достаточно редких случаях несовпадения критериев.

Ключевые слова: организационно-техническая система, план, ситуация, ситуационное управление, предпочтение, решающее правило, автоматизированное планирование.

COORDINATION OF PLAN ACTIVITIES IN AUTOMATED PLANNING SYSTEMS

¹Balashov O.V., ²Bukachev D.S.

¹Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Smolensk, Russia (214000, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

The problem of modeling the preference structure of each decision maker and the problem of coordinating these structures by several decision makers in a hierarchical decision-making system are considered. An approach based on a combination of several decision matching strategies is proposed, which allows supporting decision matching for cases where the criteria and rating scales match, when the criteria match, but the rating scales do not match, and in some rather rare cases of criteria mismatch.

Keywords: organizational and technical system, plan, situation, situational management, preference, decision rule, automated planning.

Практические процедуры планирования и оперативного управления в сложных организационно-технических системах (ОТС) являются распределёнными в том смысле, что подзадачи решения общей сложной задачи (например, планирования предстоящих действий), компетенция, полномочия, информация и процедуры её переработки распределены, рассредоточены по многим исполнителям (рабочим местам). Каждая подзадача решается должностными лицами (начальниками подразделений) сравнительно автономно с

использованием эвристических приёмов, помогающих им содержательно аргументировать результаты. На каждом рабочем месте детально рассматривается лишь часть объектов, показателей, информации по общей задаче. Скоординированное решение задачи на проведение мероприятия в целом формируется в процессе итерационного взаимодействия исполнителей.

Мероприятия в свою очередь разбиваются на типовые подмероприятия формирования плановых и управленческих решений, для каждого из которых имеются отработанные процедуры их реализации и технологии обработки информации.

Распределённость системы (разбиение мероприятий (действий) на более простые подмероприятия и распределение подмероприятий по исполнителям, компетентным в их исполнении) следует из сложности мероприятий для сложной структуры самой ОТС. Например, в качестве ОТС может рассматриваться как предприятие в целом, так и любой её элемент: административное подразделение, цех, бригада.

Управление ОТС понимается как процесс, включающий принятие решений при планировании и координацию плановых решений (оперативное управление). Решение проблемы автоматизированного планирования и оперативного управления требует использования руководством автоматизированных информационных систем, обеспечивающих поддержку принимаемых решений (СППР). Анализ отечественных и зарубежных источников показывает, что имеются следующие режимы функционирования СППР [5]:

- 1) СППР, состоящая из одного узла, автоматически формирует мероприятие и реализует его;
- 2) СППР формирует и выдает ЛПР рекомендации на выполнение мероприятия;
- 3) решение на выполнение мероприятия объектом формируется в результате функционирования нескольких распределенных СППР.

Иерархическая структура сложной ОТС и наличие дефицита времени и информации при управлении предполагает второй и третий режимы функционирования СППР как основные для руководства в современных условиях. Результаты проведенных исследований показали, что для обеспечения функционирования СППР в рассматриваемых режимах требуется применение метода ситуационного управления. Практическая реализация метода ситуационного управления в СППР предполагает использование методов параллельной обработки данных [1, 4]. Подобное утверждение основывается на двух предположениях:

- 1) план предстоящих действий ОТС должен представлять собой совокупность аналогичных планов для множества объектов, входящих в её состав. План предстоящих действий для каждого объекта системы состоит из множества типовых ситуаций, структура которых определяется статусом объекта в системе и прогнозируемыми условиями обстановки. Таким образом, структуру плана предстоящих действий для рассматриваемой системы образует совокупность типовых ситуаций (для объектов системы), каждая из которых имеет собственную структуру и соответствующие ей значения ситуационных признаков. Организация параллельных процессов в СППР будет полностью отражать организационные и функциональные связи между объектами системы;
- 2) наличие у каждого ситуационного признака $y \in Y$ собственного логического механизма идентификации его текущего значения, а также определяемых физическим

смыслом признака условий активизации данного механизма предполагает параллельную обработку ситуационных признаков. В частности, речь идет об организации параллельных процессов, связанных с активизацией логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков.

Идентификация текущего значения любого ситуационного признака $u \in Y$, входящего в состав рассматриваемой типовой ситуации, может вызвать необходимость идентификации отличной от нее типовой ситуации. Данная ситуация ставится в соответствие определенным объектам рассматриваемой системы или объектам других систем (объектам взаимодействующих и или конкурирующих систем) и имеет соответствующие ситуационные признаки. Необходимость рассмотрения подобных ситуаций связана с оценкой хода реализации некоторым объектом системы того или иного управляющего решения, а также более детальным анализом различных явлений, последствия которых могут повлиять на реализацию плана достижения цели, стоящей перед ОТС.

Необходимо отметить, что в ходе параллельной работы логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков могут формироваться параллельные процессы, связанные с идентификацией типовых ситуаций по другим объектам. Системы поддержки принятия решений, в которых рассматриваются эти ситуации, должны иметь соответствующие логические механизмы их идентификации или иметь возможность получения от объектов уже идентифицированные значения ситуаций. По каждой из таких ситуаций формируется множество задач, которые учитываются при оценке хода реализации плана предстоящих действий и его коррекции.

Таким образом, практическая реализация ситуационного управления требует разработки и введения в структуру СППР руководящего состава логического механизма, исполняющего роль диспетчера (администратора), основной функцией которого является согласование решений при организации и ведении параллельных процессов.

Оценивая варианты решений или различные объекты по многим критериям, лица, принимающие решения (ЛПР) преследует более чем одну цель, и/или эти цели могут иметь различную степень важности. Это значит, что ЛПР руководствуется более чем одним показателем качества, не имея возможности свести критерии естественным образом к одному содержательному показателю качества. Оценка вариантов по нескольким критериям предполагает, что варианты полностью характеризуются своими критериями. Наличие же каких-либо дополнительных соображений, не сводящихся к критериям и влияющих на оптимальность тех или иных вариантов, означает, что есть еще какие-то неучтенные критерии.

Задача тем более усложняется, когда необходимо согласовать решения нескольких ЛПР, каждый из которых имеет свои представления об оптимальности в решаемой задаче.

Таким образом, возникает проблема моделирования структуры предпочтения каждого ЛПР и проблема согласования этих структур несколькими ЛПР. Возможные ситуации при координации решений (выбора) можно представить в виде Таблицы 1.

Таблица 1 – Ситуации при координация решений

Характеристика шкал оценок	Критерии совпадают	Критерии не совпадают
Шкалы оценок по совпадающим критериям совпадают	Выбор одного из совпадающих решений	Выбор одного из совпадающих решений
	Согласование решений	
Шкалы оценок не совпадают	Согласование оценок шкал и согласование решений	Согласование критериев, оценок шкал и решений

Необходимо отметить, что совпадение оптимальных с точки зрения различных ЛПР решений совсем не обязательно означает совпадение параметров критериев или даже самих критериев. Из бытовых ситуаций и политической жизни хорошо известно, что люди с сильно расходящимися взглядами часто приходят к одному и тому же решению. Если оптимальные решения не совпадают, что бывает чаще всего, то для выбора совместного решения надо координировать параметры и критерии.

Согласование является одной из наиболее трудно формализуемых процедур принятия решений. Осложнения возникают не только из-за несовпадения взглядов ЛПР на объекты или процессы, по которым принимаются решения, но и из-за личных амбиций и боязни «потерять лицо». Поэтому формализованные методы, позволяющие во многих случаях заменить оценку конкретного решения согласованием шкал оценок или поиском близких решений, могут оказаться полезным средством использования распределенной системы поддержки принятия решений для координации решений.

Существует, по крайней мере, два подхода к оценке объектов или действий при многокритериальной оптимизации. Один из них основывается на выборе некоторого объекта или действия, в качестве базового и парного сравнения с ним всех остальных. Наиболее часто встречающийся базовый объект – деньги. Преимущество этого способа – отсутствие несогласованности оценок. Второй подход связан с парным сравнением объектов. При этом очень часто возникает несогласованность оценок, которую надо каким-то способом устранить.

Для примера, рассматривается двухуровневая система управления, в которой принимаются решения с одним центром принятия решения (ПР) на верхнем уровне и с i -ми ($i \in N$) подразделениями, принимающими локальные решения на нижнем уровне. Задача ПР на нижнем уровне представляет собой многокритериальную задачу определения предпочтений (S^i) и может быть записана [2, 3]:

$$S^i = \langle D^i, k^i, o^i, h^i, r^i \rangle, \quad (1)$$

- где D^i – множество решений;
 k^i – множество критериев;
 o^i – множество оценок критериев;
 h^i – система предпочтений ЛПР;
 r^i – решающее правило.

Каждое решение $x^i \in D^i$ является вектором в n -мерном пространстве. Система предпочтений h^i представляет собой вектор приоритетов, характеризующий степень

превосходства k^j над k^{j+1} -ми критериями ($j \in N$). Множество D^i характеризуются бесконечным набором векторов x^i и является замкнутой областью в n -мерном пространстве.

Решающее правило r^i – это аналитическое выражение, связывающее множество критериев, вектор приоритетов, и позволяющее упорядочить решения $x^i \in D^i$ так, что предпочтительному решению соответствуют минимальные отклонения от значений оценок o^j ; ($j \in N$) по всем критериям, которые удовлетворяют ЛПП.

Скоординированным решением комплекса элементов будем называть такое решение, которое принадлежит множеству допустимых решений D^o , все критерии которого имеют удовлетворительные с точки зрения ЛПП оценки.

Поскольку при выборе предпочтительного решения из множества допустимых D^o , элемент принятия решения (ПР) руководствуется собственным множеством критериев и решающим правилом, то решения x^i могут и не принадлежать D^o . Для получения согласованного решения координацию осуществляет элемент ПР верхнего уровня. Исходя из (1), предполагается, что модификации могут подвергаться D^i , o^i , h^i . Отсюда следует, что подразделение ПР верхнего уровня может применять три стратегии для достижения скоординированного решения:

- а) изменить множество допустимых решений D^i ;
- б) указать наиболее предпочтительную оценку критериев, которой должно руководствоваться подразделение ПР нижнего уровня o^i ;
- в) изменить вектор приоритетов критериев для i -го подразделения ПР (ППР _{i}) нижнего уровня h^i .

Для того, чтобы определить какое из указанных действий приведет к наиболее желаемому результату, требуется информация о последствиях применения трех указанных стратегий. Кроме того, условия взаимодействия между ППР _{i} во-первых, позволяет получить согласованные решения раздельной модификации каждого из двух взаимодействующих ППР _{i} или обоих одновременно, во-вторых, требует ряд приоритета A , который представляет собой упорядоченное множество пар ППР _{i} и характеризует порядок осуществления согласования решений каждой пары ППР _{i} . Поэтому задачей элемента ПР верхнего уровня при заданном A является определение возможных воздействий на подчиненные ППР _{i} , которые приводят к согласованному решению.

При синтезе возможных воздействий подразделение ПР верхнего уровня исходит из решений, принятых ППР нижнего уровня, а точнее из величины рассогласования между взаимодействующими ППР, которая вычисляется следующим образом:

$$b^i = a^i x^i - a^{i+1} x^{i+1},$$

где a^i – приоритет x^i , b^i – в общем случае представляет собой вектор в N -мерном пространстве.

Решение, к которому должен стремиться при выборе предпочтительного решения ППР _{i} , если условия согласования необходимо достигнуть за счет ППР _{i} , будет следующим:

$$a^{i*} x^{i*} = a^i x^i - \delta b^i.$$

Если условие координации необходимо достигнуть за счет ППР _{$i+1$} , то решение, к которому он должен стремиться будет следующим:

$$a^{i+1*} x^{i+1*} = a^{i+1} x^{i+1} - \delta^{j+1} b^i.$$

Коэффициенты δ и δ^{+1} определяют, какую долю величины рассогласования необходимо скомпенсировать за счет ППР_i и ППР_{i+1}. Сумма значений коэффициентов должна равняться единице ($\delta + \delta^{+1} = 1$).

Тогда для реализации первой задачи руководству необходимо решать три подзадачи, соответствующие трем стратегиям согласования решений: выбор модифицированных D^{im} , o^{im} , h^{im} . При этом, модификация должна способствовать выбору решения ЭПР_i, минимально отличающемуся от $a^{i*} x^{i*}$. Следовательно, каждая подзадача имеет свое множество допустимых решений, но одно правило выбора, и они могут быть записаны следующим образом:

$$\begin{aligned} D^{o1} &= \{ x^i \in \langle D^{im}, k^i, o^i, h^i, r^i \rangle, i \in N \}, \\ D^{o2} &= \{ x^i \in \langle D^i, k^i, o^{im}, h^i, r^i \rangle, i \in N \}, \\ D^{o3} &= \{ x^i \in \langle D^i, k^i, o^i, h^{im}, r^i \rangle, i \in N \}, \\ r^o &= \min |a^{i*} x^{i*} - a^i x^i|, \end{aligned}$$

где D^{o1} , D^{o2} , D^{o3} – соответствующие подзадачи множества допустимых решений;

r^o – решающее правило, общее для всех подмероприятий.

Решение этих зависимостей укажет, какое значение того или иного параметра ППР_i приведет к согласованному решению. При этом, полученные значения x^i ($i \in N$) будут удовлетворять правилу взаимодействия элементов ПР, но иметь различные оценки по критериям k^i ($i \in N$). Для получения решения комплекса ППР_i, удовлетворяющего правилу взаимодействия подразделений ПР и имеющего наиболее предпочтительное сочетание оценок по критериям, требуется построение второй модели принятия решений. В ней предпочтения ЛПР могут быть описаны бинарным отношением предпочтения безразличия. Это означает, что предпочтения ЛПР могут быть представлены функцией полезности $U(k)$ [6]. Тогда вторая задача руководства будет сформулирована следующим образом:

$$\begin{aligned} D \subset D^o &= \{ x^i \in S^i : a^i x^i = a^{i+1} x^{i+1}, i \in N \}; \\ k &= \{ k^i(x^i), i \in N \}; \\ r &= \max U(k). \end{aligned}$$

Специфика этой задачи состоит в том, что множество допустимых решений является дискретным, конечным, полученным в результате реализации руководством первой задачи.

Таким образом, особенностями иерархической системы принятия решений являются:

- многокритериальность при принятии решений подчинёнными, что требует согласования решений;
- необходимость учета предпочтений ЛПР при согласовании решений;
- наличие правил взаимодействия, позволяющих осуществлять согласование решений подчиненных, как каждого отдельного, так и одновременно двух взаимодействующих;
- существование нескольких средств согласования требует построения нескольких моделей принятия решений для руководства.

Предложенные методы позволяют осуществить поддержку согласования решений для случаев, когда критерии и шкалы оценок совпадают, когда критерии совпадают, а шкалы оценок не совпадают, и в некоторых достаточно редких случаях несовпадения критериев.

Список литературы

1. Балашов О.В., Букачев Д.С. Подход к разработке технологии автоматизированного планирования и оперативного управления организационно-техническими системами // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2020. – Т. 5 № 4(18), С. 21-32.
2. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. Качественные методы принятия решений. М.: Физматлит, 1996. 218 с.
3. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений /А.Н. Борисов, Г.В. Меркурьева и др. М.: Радио и связь, 1989.
4. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика. М.: Наука, 1986.
5. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства.- М.: СИНТЕГ, 2009, 172 с.
6. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.

References

1. Balashov O.V., Bukachev D.S. Podhod k razrabotke tekhnologii avtomatizirovannogo planirovaniya i operativnogo upravleniya organizacionno-tekhnicheskimi sistemami // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2020. – Т. 5 № 4(18), pp 21-32.
 2. Larichev O. I., Moshkovich E. M. Kachestvennye metody prinyatiya reshenij. M.: Fiz-matlit, 1996. 218 P.
 3. Obrabotka nechetkoj informacii v sistemah prinyatiya reshenij /A.N. Borisov, G.V. Merkur'eva i dr. M.: Radio i svyaz', 1989.
 4. Pospelov D. A. Situacionnoe upravlenie: Teoriya i praktika. M.: Nauka, 1986.
 5. Trahtengerc E.A. Komp'yuternye metody realizacii ekonomicheskikh i informaci-on-nyh upravlencheskih reshenij. V 2-h tomah. Tom 1. Metody i sredstva.- M.: SINTEG, 2009, 172 s.
 6. Fishbern P. Teoriya poleznosti dlya prinyatiya reshenij. M.: Nauka, 1978.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА

Белоусов А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет» (679016, г. Биробиджан, Еврейская автономная область, пер. Театральный, 4), e-mail: Belous4555@yandex.ru

Строительство современных промышленных объектов сопряжено с рядом трудностей, в преодолении которых, важное место занимает внедрение технологии информационного моделирования. Данные технологии обеспечивают необходимый уровень качества в контроле за строительством крупных промышленных объектов, а также в управлении строительными объектами. Применение информационного моделирования зданий (BIM) в строительной отрасли применяется уже много лет назад. Это потому, что BIM может обеспечить лучшее преимущество в строительной отрасли с точки зрения контроля и управления строительными проектами в течение их жизненного цикла. Преимущества, которые может предоставить BIM, сосредоточены на задачах внутреннего планирования строительства крупного промышленного объекта.

Ключевые слова: информационное моделирование, строительные проекты, промышленные объекты, автоматизация строительства, качество строительства.

TECHNOLOGIES OF INFORMATION MODELING IN THE CONSTRUCTION OF A LARGE INDUSTRIAL FACILITY

Belousov A.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Far Eastern State Agrarian University", Russia (679016, Birobidzhan, Jewish Autonomous Region, Teatralny per., 4), e-mail: Belous4555@yandex.ru

The construction of modern industrial facilities is associated with a number of difficulties, in overcoming which, the introduction of information modeling technology plays an important role. These technologies provide the necessary level of quality in the control over the construction of large industrial facilities, as well as in the management of construction sites. The application of Building Information Modeling (BIM) in the construction industry has been around for many years. This is because BIM can provide the best advantage in the construction industry in terms of monitoring and managing construction projects throughout their lifecycle. The benefits that BIM can provide are focused on the tasks of internal planning for the construction of a large industrial facility.

Keywords: information modeling, construction projects, industrial facilities, construction automation, construction quality.

Для охвата наружного планирования в строительном проекте необходимо применять географическую информационную систему (ГИС). ГИС может решить эту проблему, потому

что ГИС в основном предназначены для наружного планирования, используя их пространственный анализ. ГИС может предложить высокую степень геопространственной информации и может предоставить подробную геометрическую и семантическую информацию о здании, чтобы помочь улучшить автоматизацию.

Для улучшения подготовки в строительном проекте необходимо интегрировать BIM и ГИС. Чтобы интегрировать оба домена, необходимо изучить совместимость данных между ними, поскольку они используют разные стандарты данных. Это исследование сосредоточено на решении проблемы взаимодействия данных посредством интеграции данных между BIM и ГИС для решения проблемы несоответствия данных и отсутствия данных в процессе преобразования данных. [6, с. 158]

В качестве стандарта данных для интеграции данных между BIM и ГИС использовались отраслевые базовые классы (IFC). Результаты этого исследования показывают, что при обеспечении взаимодействия данных между BIM и ГИС вышеуказанная проблема может быть решена, а размерность данных и их система координат также могут контролироваться.

Моделирование пространственных объектов в трехмерной (3D) среде стало обычным явлением. С появлением технологии сбора 3D-данных, которую можно использовать на уровне конечного пользователя (например, LiDAR), 3D-данные стали доступными и упрощают процесс моделирования 3D-объектов. В настоящее время использование трехмерных пространственных объектов используется в различных приложениях, таких как моделирование окружающей среды, информационное моделирование зданий на основе ГИС и трехмерное моделирование городов. Несмотря на это, все еще существуют различные проблемы, поскольку трехмерная интеграция объектов между различными полями иногда требует дополнительных оценок.

Информационная модель здания (BIM) - это платформа, которая используется для управления данными, содержащими пространственные характеристики и атрибуты здания. С 2000-х годов BIM применяется на протяжении всего цикла строительного проекта для поддержки данных сотрудничества и интеграции проекта, а также для помощи в разработке.

Географическая информационная система (ГИС) - это один из методов, которые можно использовать для получения и обработки пространственных данных, касающихся топографии и текущей ситуации на местности строительной площадки. Это усилие можно найти во многих исследованиях. Таким образом, информация о месте и высоте может интегрироваться с местоположением здания на участке. ГИС также использовалась для решения трудностей планирования планировки территории, например, для размещения временных объектов. [2, с. 8]

Чтобы контролировать процедуру разработки на этапе подготовки к строительству, можно использовать интеграцию BIM и ГИС, чтобы рекомендовать значительные преимущества. Это связано с тем, что BIM может предложить геометрию, пространственные отношения и возможности строительных элементов, в то время как ГИС может обеспечить пространственный анализ на начальном этапе процедуры закупки, а BIM можно использовать для отображения результатов анализа ГИС в виртуальном трехмерном мире.

Несмотря на то, что ГИС может применяться для управления рельефом строительной площадки и точного определения временных объектов, для обмена информацией между наборами данных BIM и ГИС требуется более высокий уровень интеграции.

В 2006 г. Открытый геопространственный консорциум (OGC) разработал программу для подключения модели данных архитектуры, проектирования и строительства (AEC) (например, САД и BIM) к рабочим процессам ГИС. Основная проблема при слиянии данных BIM и ГИС заключается в несовместимости обоих знаний, например, системы моделирования и привязки, поскольку данные ГИС постоянно имеют географическую привязку и имеют два или два с половиной измерения, тогда как объекты BIM имеют свои собственные локальные системы координат и используют третье измерение.

Различия между обеими областями либо с точки зрения структуры данных, либо форматов данных затрудняют применение обоих приложений. Из-за этих трудностей компания buildingSMART установила и стандартизировала модель данных Industry Foundation Classes (IFC) в рамках существенной попытки обеспечить совместимость информации в строительной отрасли. IFC представляет собой унифицированную модельную схему, объясняющую данные построения. Он использует объектно-ориентированный подход для интеграции данных, необходимых заинтересованным сторонам. [4, с. 162]

Но есть разумные проблемы в решении проблем интеграции, таких как потеря некоторых данных или изменение информации и обмен данными между гетерогенными системами или программным обеспечением для промышленного моделирования с использованием IFC. Кроме того, опубликованное исследование выявило несколько проблем, связанных с интеграцией BIM и ГИС.

Несколько лет назад на основе BIM и ГИС было разработано множество приложений, раскрывающих преимущества технологий BIM и ГИС. Была разработана интегрированная модель GIS-BIM, которая наглядно демонстрирует движение материалов, доступность поставок и карту цепочки поставок. Предлагаемый метод страдает от отсутствия семантической совместимости в областях ГИС и BIM, и ему необходимо, чтобы клиент имел представление об этих технологиях и их функциях.

Например, пользователям необходимо понимать, как данные BIM характеризуются в модели ГИС после того, как происходит процесс импорта данных. Для интерпретации семантических данных между BIM и ГИС применялась база данных Microsoft Access, но этот метод весьма неэффективен, а также ему не хватает семантической совместимости. Аналогичный пример был рассмотрен, чтобы доказать преимущества, которые могут быть получены после использования семантической интероперабельности.

После нескольких лет изучения стандартов BIM и GIS были созданы различные форматы обмена данными для обеспечения совместимости данных. Например, для интеграции модели BIM с доменом ГИС были созданы отраслевые базовые классы (IFC) для модели данных ГИС (IFG) и словарь данных BuildingSMART (IFD). Хотя целью IFG является выполнение обмена данными при импорте или экспорте данных определенного типа, существует несколько разнородных классов для демонстрации строительных и геопространственных данных. [1, с. 65]

Таким образом, целесообразно использовать различные интероперабельные форматы для создания классов и классов ГИС. Текущий метод представления объектов и их взаимосвязей, предоставляемых словарем данных IFD, заключается в маркировке всех данных из формата IFC глобальным уникальным идентификатором (GUID).

Международный альянс за интероперабельность (IAI) разработал IFC как объектно-ориентированный формат файлов с моделью данных, чтобы способствовать интероперабельности в архитектуре, проектировании и строительстве (AEC).

В данном исследовании используются следующие классы IFC: IfcWall, IfcWindow, IfcDoor, IfcCovering, IfcBeam, IfcColumn, IfcStorey, IfcRoof, IfcRailing, IfcRamp, IfcStair, IfcStairflight и другие. Все эти классы IFC были включены в модель данных, разработанную для обеспечения взаимодействия данных между BIM и платформой ГИС. Эта часть модели данных не будет обсуждаться в этой статье.

После разработки модели BIM в Autodesk Revit (геометрические и семантические данные) все данные будут переведены на платформу ГИС с использованием платформы FME. FME относится к механизму манипулирования функциями, который предпринимает попытку ETL (извлечение, преобразование, загрузка) для интеграции данных. Во время преобразования BIM в IFC структура данных для каждой геометрической и семантической структуры данных была проверена, чтобы убедиться, что все данные были перенесены в формат IFC без проблем с отсутствующими данными и несоответствием данных, поскольку обычно это основная проблема, возникающая в процессе интеграции. [7, с. 128]

Эти проблемы возникают из-за того, что ГИС и BIM используют разные типы данных и форматы файлов. ГИС не поддерживает данные примитива BIM, которые создают трудности, приводящие к потере данных геометрии в процессе экспорта. BIM не устанавливает семантическую информацию, и это превращается в кризис после потери семантической информации при экспорте данных.

Следующим шагом после того, как мы убедимся в отсутствии проблем, связанных с отсутствием данных и несоответствием данных, можно выполнить процесс перевода IFC в ГИС. Этот процесс также использовал FME в качестве среды для перевода данных. На протяжении всего этого процесса проблемы с отсутствующими и несоответствующими данными также необходимо проверять, чтобы собрать все геометрические и семантические данные на одной платформе, которой является ArcGIS. В платформе ArcGIS все данные должны быть связаны друг с другом на основе разработки модели данных. [5, с. 735]

После процесса анализируется модель данных ГИС на основе характеристик данных, которая фокусируется на измерении данных (масштабировании) и данных системы координат. Кроме того, с помощью этой ГИС-модели также можно выполнять некоторые функции запроса, например, местоположения каждого элемента здания, включая их семантические данные.

Эта статья направлена на описание взаимодействия данных при преобразовании данных между BIM и ГИС без изменения размерности данных с точки зрения масштабирования и системы координат. Результаты этого документа показывают важность взаимодействия данных на протяжении всего процесса для переноса всех данных модели BIM в среду ГИС. В будущем эти данные будут расширены функциями сопоставления данных для представления данных, связывающих между собой данные, включая данные BIM и данные ГИС. [3, с. 43]

Это исследование может быть полезным для строительной отрасли, поскольку с его помощью можно эффективно управлять предварительным планированием строительства с помощью ГИС.

ГИС может предоставить функцию пространственного анализа, которую можно использовать для целей планирования, управления планом строительства в течение жизненного цикла и управления данными для целей технического обслуживания.

Пример анализа, который ГИС может использоваться для помощи строительному проекту, касается выбора площадки, планировки площадки, планирования маршрута и т. д. Будущую интеграцию можно расширить за счет более продвинутого пространственного подхода, такого как встраивание топологической информации в модель и внедрение сложных структур данных в модели.

Список литературы

1. Андреева, А. Б. Актуальность использования технологий информационного моделирования на всех этапах "жизненного цикла" объекта капитального строительства / А. Б. Андреева // Уральский научный вестник. – 2019. – Т. 3. – № 2. – С. 63-66.
2. Аникеев, С. В. Применение информационных технологий при проектировании и строительстве промышленного объекта / С. В. Аникеев // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2019. – № 3(90). – С. 5-12.
3. Веккер, А. И. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства / А. И. Веккер // Шаг в науку. – 2021. – № 4. – С. 40-45.
4. Гусев, Е. В. Управление строительством объекта на основе моделирования технологии строительства объекта / Е. В. Гусев, А. В. Голлай // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 156-166.
5. Никифорова, М. Е. Строительство крупных объектов промышленного комплекса в аспекте социально-экономического развития территорий / М. Е. Никифорова, С. О. Яценко // Финансовая экономика. – 2018. – № 6. – С. 734-737.
6. Ожгибесова, К. Е. Технологии информационного моделирования (ТИМ) в строительстве РФ: особенности применения на различных стадиях жизненного цикла объекта / К. Е. Ожгибесова, Р. Р. Мингареева, С. Р. Сондуева // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2021. – № 11-1. – С. 157-159.
7. Трунин, Г. А. Потенциал технологий информационного моделирования объектов капитального строительства / Г. А. Трунин // Наука Красноярья. – 2021. – Т. 10. – № 4-2. – С. 125-129.

References

1. Andreeva, A. B. The relevance of using information modeling technologies at all stages of the "life cycle" of a capital construction object / A. B. Andreeva // Ural Scientific Bulletin. - 2019. - Т. 3. - No. 2. - pp. 63-66.
2. Anikeev, S. V. Application of information technologies in the design and construction of an industrial facility / S. V. Anikeev // Economics and management of innovative technologies. - 2019. - No. 3 (90). - pp. 5-12.
3. Vekker, A. I. Information modeling of objects of industrial and civil construction / A. I. Vekker // Step into science. - 2021. - No. 4. - pp. 40-45.

4. Gusev, E. V. Gollai, A. V. Management of the construction of an object based on the modeling of the construction technology of the object. Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, radio electronics. - 2021. - Т. 21. - No. 4. - pp. 156-166.
 5. Nikiforova, M. E. Construction of large objects of the industrial complex in the aspect of socio-economic development of territories / M. E. Nikiforova, S. O. Yashchenko // Finansovaya ekonomika. - 2018. - No. 6. - pp. 734-737.
 6. Ozhgibesova, K. E., Mingareeva R. R., Sondueva S. R. Information modeling technologies (IMT) in the construction of the Russian Federation: application features at various stages of the object life cycle // Humanitarian, social and economic and social sciences. - 2021. - No. 11-1. – S. 157-159.
 7. Trunin, G. A. The potential of technologies for information modeling of capital construction objects / G. A. Trunin // Science of Krasnoyarsk. - 2021. - Т. 10. - No. 4-2. - pp. 125-129.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

ЭВОЛЮЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ВАЛЮТНОЙ СИСТЕМЫ, КРИПТОВАЛЮТЫ - СЛЕДУЮЩЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ?

¹ Вивас Т. К. К., ² Рохас С.М., ³ Матиас М.

¹ Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Россия (603105, г. Нижний Новгород, Нижегородская обл., ул. Ашхабадская ул., 4), e-mail: ² mateo2019@gmail.com, ³ molina.matias@gmail.com

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Россия (101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20)

³ Университет Финис Терра (Педро де Вальдивия 1509, Providencia, Сантьяго, Чили)

В статье делается попытка охватить различные темы, от международных валютных систем до криптовалют, где речь идет о понимании того, станет ли это валютой будущего.

Ключевые слова: Международная валютная система, криптовалюты, экономика, эволюция.

THE EVOLUTION OF THE INTERNATIONAL MONETARY SYSTEM, CRYPTOCURRENCY – THE NEXT CHANGE?

¹ Vivawith T.K.K., ² Rojas S.M., ^{3,4} Mathias M.

¹ Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Russia (603105, g. Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod region., ul. AshgabatSkaya St., 4), e-mail: ² mateo2019@gmail.com, ³ molina.matias@gmail.com

² National Research University Higher School of Economics, Russia (101000, Moscow, ul. Myasnitskaya, 20)

³ University of Finis Terra (Pedro de Valdivia 1509, Providencia, Santiago, Chile)

The article attempts to cover a variety of topics, from international monetary systems to cryptocurrencies, where it is about understanding whether this will become the currency of the future.

Keywords: International monetary system, cryptocurrencies, economy, evolution.

International Monetary System

Over the past three decades, the world has undergone many changes in its economic activity and in the nature of its economy. The countries are becoming more closely linked through international trade and finance: a country that used to be a creditor large, United States, is now the largest debtor country in the world; many of the developing countries face continuing development problems and relatively large amounts of external debt.

In response to the changing nature of economic problems there is evidence that both bilateral trade agreements between large trading partners and trends towards regional trade agreements have

increased. With the emergence of a Europe is larger and integrated, on the one hand, of economic integration initiatives in the western hemisphere and of greater weight of the countries on the other hand, the evolution towards a commercial system is evident world dominated by three major trading blocs: the American, the European and Asian.

This trend could impede recent efforts towards freer international exchange and could diminish the world's welfare more than in other situations. Indeed, this trend has implications problems for the periphery (the Third World countries), which, by and large, are not members of these regional trade blocs.

For countries to participate effectively in the exchange of goods, services and assets, an international monetary system that facilitate economic transactions [1].

For example, if a shortage of foreign exchange reserves hinders the ability to import goods, countries will tend to impose tariffs, quotas and other trade-restricting mechanisms in order to conserve their currencies. In addition, a country with limited reserves could impose controls on the outflow of private capital or restrictions on the ability of its citizens to travel abroad.

In order to effectively facilitate the movement of goods, services and assets, an international monetary system is needed to serve as a efficient balance-of-payments adjustment mechanism so that deficits and surpluses are not prolonged but rather eliminated with some ease in a relatively short period.

In addition, unless the system is characterized by completely flexible exchange rates, there must be an adequate amount of liquidity international, that is, the system has on the one hand to provide sufficient reserves for countries with a deficit in their balance of payments to make their payments to surplus countries and, on the other hand, the offer of international liquidity has to be formed from internationally acceptable reserve assets that are expected to maintain their value.

The purpose of this paper e is:

- 1) to examine the current system of international monetary fund, reconstructing its origins and evaluating,
- 2) to analyse the possible alternatives to the current system proposed by some of the experts in this field, examining the advantages and disadvantages of each alternative [2].

System origins

Historically, international monetary systems have had very varied characteristics. Go on in they are mainly the differences in the degree of flexibility change. About a hundred years ago, the predominant international monetary system was the international gold standard (1880-1914). In this system, gold was the reserve asset international and its value was set with the parities that countries specified. This decision to support currencies with an internationally acceptable reserve asset (gold) helped to encourage both the exchange relatively free as payments.

With the beginning of World War I, the international gold standard collapsed. In the 1920s, countries allowed a great deal of exchange rate flexibility, although the frequent fluctuations in exchange rates change closely followed the expected purchasing power parities. In the middle of the decade, the Britain (then the financial center of the world economy) tried to restore the gold standard, adopting pound parity before the war. This parity it heavily overvalued the pound and caused payment problems for England. In addition, with the huge decline in economic activity over the years thirty,

many countries had payment difficulties. The multiple attempts to restore some stability in countries' exchange rates soon yielded to a sequence of competitive devaluations.

Although the devaluation in a single country can stimulate employment and production, when many countries depreciate their currency in retaliation, the expected beneficial results are short-lived or are not they materialize at all. Countries also implemented restrictive trade policies that led to large reductions in the volume and value of international trade. All these measures helped to aggravate the Great Depression and the low level of economic activity persisted for almost the entire decade of the thirties. This level took a leap with the start of World War II, but the conflict diverted attention of countries and prevented an overall assessment and adoption of a new international payment system.

The Bretton Woods system

Towards the end of the Second War World, was held a historic international conference in Bretton Woods, New Hampshire, in 1944. Of these emerged the formation of two international institutions of great prestige that remain very important in the world economy current: The International Bank of Reconstruction and Development (better known as the World Bank) and the International Monetary Fund (IMF). The purpose of the formation of the World Bank was to provide long-term loans for the reconstruction of Europe, in particular to cause of the destruction of the Second World War, but since the fifties, has taken care of giving long-term loans for country projects and programs least developed (LDC).

The IMF was the key institution for the functioning of the international monetary system known as the Bretton Woods System. The IMF is an international institution with several objectives; among them quote two [3-4]:

1) Stabilizing exchange rates; effect, the desire of the main countries of having stable and relatively fixed exchange rates was a reaction to the wide fluctuations, competitive devaluations, trade contraction and instability of the world economy in the 1920s and thirty, in the period between the two wars.

2) Reconciling adjustments to payment imbalances of countries with their national autonomy in macroeconomic policy; concept of the gold standard adjustment mechanism involved, for deficit countries, a fall in wages and prices with departure of these countries: the adjustment mechanism for an increase in interest rates, to attract short-term capital created a problem: the resulting contraction of economic activity could cause a rise in unemployment and a fall in real income. After the Great Depression the thirties, governments did not they were willing to use their monetary policy instruments and fiscal only to achieve external balance; they emerged conflicts between the external objective and the internal objectives of the macroeconomic policy and the IMF he sought to ease those conflicts.

Most economists consider that the Bretton System Woods worked well since the end of the Second World War until mid-sixties. In those years, world trade grew with relative speed and, by 1958, the major European countries had lifted most of its post-war exchange restrictions.

In addition, Europe and Japan recovered from the devastation of World War II and the economy universal grew without any setback or recession of importance.

Criticism of the Bretton system Woods

Despite its apparent success, some major problems arose in the Bretton Woods system:

The international monetary system had a liquidity problem or a problem of sufficiency of reserves: when world trade grows rapidly, the size of payment imbalances is likely to grow in absolute terms, increasing the need for reserves to finance the balance of payments deficit. If reserves do not grow at the same pace as deficits of the balance of payments, there is a danger that countries will use trade and payment restrictions to reduce their deficits, and these policies will diminish the benefits of trade and the growth rate of the world economy. countries use trade and payment restrictions to reduce their deficits, and these policies will diminish the benefits of trade and the growth rate of the world economy.

1. Problem of trust, which is related to the liquidity problem. As the gold supply in power of the central banks grew at a relatively low, the growth of international reserves was forming internationally acceptable national currencies and, therefore, held by the central banks. The two largest national currencies were the pound sterling and the dollar American. If all foreign central banks had tried to convert their dollars into gold, the United States would not i would have had enough reserves of this metal to satisfy all those demands [5].

2. Adjustment problem. Refers to the fact that in the actual operation of the Bretton system Woods, countries experienced prolonged deficit or surplus . This happened in particular in the United States (deficit) and Germany (surplus). Apparently, there was no effective adjustment mechanism because automatic forces did not eliminate imbalances. Countries applied fiscal and monetary policies to achieve internal goals, no external targets and therefore no contraction (expansion) of the money supply occurred that was expected in a deficit (surplus) country.

In 1967, the pound sterling suffered an official devaluation of 14% as a result of a decline in foreign currency reserves due to speculative flows of short-term capital. Importance of this devaluation lay in the fact that the pound and dollar were key currencies in international reserve deposits with central banks. Fact that the value of an international reserve asset had fallen indicated that the exchange rates of Bretton Woods were not sustainable.

In 1968, the main central banks decided to stop gold transactions with individuals and private companies but they continued to do it with each other.

In 1970, a new asset appeared international, special rights (SDR), sometimes called 'gold paper'. A major event occurred in August 1971: the Nixon administration announced that it was going to stop buying and selling gold to foreign central banks, which it officially represented an abandonment of the Bretton Woods system.

After this action, the system international monetary fund experienced considerable turbulence. In December 1971, the authorities currencies of major countries industrialists met in Washington to develop a new system of exchange agreements.

This meeting resulted in the Agreement Smithsonian in which a new parities system more flexible than that of the Bretton system Woods.

Later, in 1976 came the Jamaica Agreement, which formally recognized the system of controlled flotation and left countries free to choose the most appropriate exchange rate regime.

The European Monetary System

A truly important breakthrough in international monetary arrangements began in March 1979 with the installation of the System European Monetary Fund (EMS). This system was born from joint flotation of the six major European currencies against other currencies. The first key

step of the EMS was the creation of a new monetary unit, the ECU (European Currency Unit), defining the central exchange rates of countries' currencies members of the European Community.

The EMS was formed to encourage greater exchange rate stability in Europe and generate more stable and balanced economic growth, with a firmer foundation. Although central exchange rates have varied from time to time, it is generally considered that the system has reached their goals to some extent. As increased exchange rate stability- want a degree of coordination of macroeconomic policies, the EMS has also encouraged a partial convergence of policies and rates inflation.

Alternatives for reforming the system international monetary fund

In view of the various characteristics of the behavior of the current international monetary system, many observers have proposed changes to the system to improve how it works. The main objection to the current system concerns the exchange rate volatility of the currencies of the large industrial countries, especially the United States, Germany and Japan, and their potential negative effects. Like these countries have an important role in the global economy and as a good part of exchange and payments of the world is called in its currency, it is considered that it is necessary to find a mechanism for decrease exchange rate variability.

The following will be presented: main proposals for change system, analyzing their respective advantages and disadvantages.

Restoring the gold standard.

The argument in favor of the restoration of the gold standard says that if the value of the currencies in gold was fixed and if national monetary offers are linked to the volume of stocks of countries, there would be no long-year BOP deficit and surplus due to automatic adjustment and the world would suffer less inflation because monetary offers could not grow faster than monetary world gold stocks; they could also reduce the risks of using currencies as international reserves due to exchange rates fixed. If countries respect their gold parities, it is obvious that the system eliminates exchange rate volatility that he's gotten so much attention lately.

The main disadvantage of this proposal is that it gives more importance to objective of the external equilibrium (BOP equilibrium) than to the objectives full employment and economic growth. As in an economy modern prices and wages tend to have an inflexibility downwards, the monetary contraction leads to a decline in output and an increase in unemployment.

The expected increase in rates deficit country interest also prevents long-term investment, the which is necessary to sustain economic growth.

A world central bank.

Some economists have formulated this proposal at different times, since Keynes in the forties, consisting of proposing different degrees of control that would exercise a new central monetary institution.

To establish this institution, the participating countries would deposit less part of its international reservations in the new Authority Monetary. This authority would have to its disposal billions of dollars of assets with which he could handle the world money supply. If growth is needed faster monetary (slow), the authority could buy (sell) government bonds in the world financial markets.

The main argument in favor of this controlled global money supply means that currency fluctuations today are mainly due to different and uncoordinated macroeconomic policies, especially those of the largest industrial countries.

The main criticism of this proposal is that it is unrealistic, because it does not it is possible to think that all countries would completely renounce the autonomy of their monetary policies. National sovereignty in economic policy is a firmly rooted and protected tradition. Without however, the large countries have not lost as much autonomy as the and the authorities of the countries believe they have considerable monetary control and that is why they oppose this plan.

Controls on capital flows.

According to this approach, the problem of the exchange rate instability of the great countries lies in the fact that let short-term capital move with so much freedom between countries.

Many of these capital flows do not they have nothing to do with economic fundamentals such as inflation rates, resource productivity and economic conditions in general, but rather reflect speculative reactions. These volatile flows of short-term speculative capital they cause considerable exchange rate instability. According to the proposal, one remedy is to apply restrictions on the entry and exit of these capitals [6].

Economists generally dislike capital controls. Controls can impede the flow of capital that moves in response to real differences in the marginal productivity of capital.

Stability and coordination.

Proponents of this proposal say that the current exchange rate instability between large industrial countries is mainly due to two factors:

- 1) macroeconomic policies of any country tend to be unstable
- 2) macroeconomic policies between countries often operate in opposite directions. In the first, proponents of stability and coordination demonstrate that flexible monetary policies are now being followed by soon a sharp shift towards more restrictive policies. Thus, capital in the short term you can leave the country to cause of low interest rates in the first period and back in the next when interest rates be taller. In the second case, if one country pursues an expansionary monetary policy, while another country applies a contractionary policy, capital will flow into the country with the contractionary policy.

The disadvantage of this proposal is that it involves some sacrifice of national autonomy in what it concerns policy implementation and countries tend to oppose such interference in their sovereignty. No however, a characteristic of the eighties and nineties has been the increased consultations among industrial countries

Cryptocurrency

A cryptocurrency or crypto asset is a digital medium of exchange that uses strong cryptography to secure transactions, control the creation of additional units, and verify the transfer of assets using distributed recording technologies. Cryptocurrencies are a type of alternative currency or digital currency. There is controversy as to whether cryptocurrencies must be decentralized, or centralized currencies controlled by central banks or other entities.

The control of each currency operates through a decentralized database, usually a blockchain, which serves as a public financial transaction database.

The history of cryptocurrencies as we know them dates to 2008. However, their true roots go back years, to the 1980s. More specifically, in 1983, when the American cryptographer David Chaum developed the first cryptographic system called “eCash”. It was conceived as a kind of anonymous cryptographic electronic money or electronic cash system. And it was used as a micropayment system in a US bank from 1995 to 1998.

Cryptocurrencies have several characteristics that differentiate them from traditional systems: they are not regulated or controlled by any institution and do not require intermediaries in transactions. A decentralized database, blockchain or shared accounting register, is used to control these transactions.

They are not backed by a central bank or other public authorities and are not covered by customer protection mechanisms such as the Deposit Guarantee Fund or the Investor Guarantee Fund.

Regarding the operation of these digital currencies, it is very important to remember that once the cryptocurrency transaction is carried out, when the digital asset is bought or sold, it is not possible to cancel the transaction because the blockchain is a registry that does not allow data to be deleted. To "reverse" a transaction, it is necessary to execute the opposite transaction.

These coins are not available in physical form, you must use a digital cryptocurrency wallet service, which is not regulated to store them.

How many types of digital wallets are there?

A digital wallet is a software or application where it is possible to store, send and receive cryptocurrencies. The truth is that, unlike a physical money wallet, what is stored in digital wallets are the keys that give us ownership and rights over the cryptocurrencies and allow us to operate with them. In other words, it is enough to know the keys to be able to transfer the cryptocurrencies, and the loss or theft of the keys can mean the loss of the cryptocurrencies, with no possibility of recovering them.

There are two types of wallets: hot and cold wallets. The difference between the two is that the former is connected to the internet, while the latter are not. Thus, within the hot wallets we find web wallets, mobile wallets and desktop wallets, the latter only if the computer is connected to the internet. On the other hand, within the cold wallets there are hardware wallets and paper wallets, which is simply the printing of the private key on paper.

How is the value of a cryptocurrency determined?

The value of cryptocurrencies varies according to supply, demand and user commitment. This value is formed in the absence of effective mechanisms to prevent manipulation, such as those present

in regulated securities markets. On many occasions, prices are also formed without public information to back them up. We recommend you read this statement from the Bank of Spain and the National Securities Market Commission (CNMV) on the risks of buying cryptocurrencies.

Bitcoin is a distributed financial system that contributes to financial decentralization. It is not issued by any government or entity, but it is powerful. Its supply and demand, buying and selling and users always determine the price, although it is true that some factors intervene in this process:

- Miners. They can reach price agreements with those interested in buying the cryptocurrency.
- When an offer to sell is equal to yours, the transaction is carried out automatically, so that the operation on a given platform means that the price is fixed according to the exchange made.
- User trust has also marked the evolution of its value over time.

We live in a dynamic world, and this has an impact on the rise and fall of the value and price we put on everything, although sometimes we are not aware of it. It happens with cryptocurrencies, with shares and with any product.

Thus, we can say that there is no single price for Bitcoin and other cryptocurrencies.

What is blockchain?

The blockchain is generally associated with Bitcoin and other cryptocurrencies, but these are just the tip of the iceberg. The technology, which has its origins in 1991, when Stuart Haber and W. Scott Stornetta described the first work on a cryptographically secured blockchain, did not come to prominence until 2008, when it became popular with the advent of bitcoin. But it is now in demand in other commercial applications and is projected to grow by 51 per cent annually by 2022 in various markets, such as financial institutions and the Internet of Things (IoT), according to MarketWatch.

Is a single, agreed, and distributed record across multiple nodes in a network. In the case of cryptocurrencies, we can think of it as the ledger where each transaction is recorded.

Its operation can be complex to understand if we delve into the internal details of its implementation, but the basic idea is simple to follow.

Each block stores

- a few valid records or transactions,
- information about that block,
- its linkage to the previous block and the next block through the hash of each block — a unique code that would be like the block's fingerprint.

Therefore, each block has a specific and immovable place within the chain, as each block contains information from the hash of the previous block. The entire chain is stored in each node of the network that makes up the blockchain, so an exact copy of the chain is stored in all participants of the network [7].

As new records are created, they are first verified and validated by the network nodes and then added to a new block that is linked to the chain.

Main cryptocurrency mining method

Mining consists of validating and recording transactions on the blockchain. To do this, all nodes in the network participate in successfully solving the riddle of searching for the block, where a random

number and applying a cryptographic function results in a hash that meets one characteristic: it has a certain number of leading zeros. This work requires effort and computational power, which ensures that it is complex to write new transaction blocks to the log and thus prevent an attacker from generating a fake block and adding it to the network or modifying an existing block.

Not all cryptocurrencies work in the same way, as the way they are mined depends on the system that uses the blockchain or algorithm of each cryptocurrency. However, they all have one thing in common: miners do not perform useless operations but are necessary to maintain the stability and security of the network. Because their work is so important, miners are paid a certain amount of money for their mining work. In the case of bitcoin, for example, every time a miner finds a valid block, he or she is rewarded with 12.5 bitcoins. The payment is made with coins that are in reserve and at that moment they enter into circulation, which is why it is often mistakenly believed that cryptocurrency mining consists of generating new coins. The coins are already defined, however, through mining, new coins are brought into circulation.

It is important to note that laws are not the same for all countries, so it is not easy to generalize an answer.

Cryptocurrencies operate in a decentralized manner and outside the traditional banking system. However, this type of currency is not untouchable. In fact, regulations are already being implemented in several countries regarding mining and transactions of digital currencies.

In Latin America, as far as we know, the only country that does not allow the use of non-legal tender currencies backed by a country is Bolivia. Due to scams and cyber-attacks involving these types of currencies, in Bolivia you are very likely to have serious problems if you use cryptocurrencies, and probably also if you want to mine.

While it is true that cryptocurrencies are strongly associated with cybercrime, we should not forget that they are very powerful tools that bring great benefits to financial transactions in the digital age, and that in the near future they are far from disappearing. As far as the rest of Latin America is concerned, regulations regarding the use and holding of cryptocurrencies are nonexistent or scarce, so we can interact with them without any problems, as long as we operate within legal business and operations.

The future of cryptocurrencies

Cryptocurrencies continue to be in the eye of the storm. Although they have been on the market for several years and their use has increased over time, the truth is that their defenders are equal in number and passion to the system's detractors. Among the latter are renowned economists and financial authorities who are suspicious of their seriousness, as they believe that, being in a decentralized system, which is not regulated by a public body, they can be used for money laundering, to finance illicit activities or to evade taxes.

Some 21 million bitcoins are said to be in circulation, although there are other virtual currencies, albeit less famous, including Ethereum, litecoin and ripple. Experts predict that daily bitcoin usage will grow by 363% to 175 billion by 2027, making it one third of all digital currencies.

The high yield that bitcoin has reached at times, and only during the last year it has achieved a considerable rise, just a few weeks ago it had a strong increase in its value, reaching more than US\$7,000 for a bitcoin, which has meant that not only investors try to get them as they can, but also that the financial system and the press put more interest there.

With the above data, we can only recognize the impact of bitcoin, a currency that has become powerful, and which many are already using for their transactions. However, nothing is as easy as it seems.

Not everyone can trade in this market. Whoever wants to buy, sell or dispatch a bitcoin must be an expert in technological and computational issues, as it is a transaction that requires a higher level of technical understanding and patience, as it is a complex and difficult task, perhaps for the same reason, it has been pointed out that the programmers of this system, have made and reviewed through various mathematical algorithms, the security of the system when making transactions.

This is vital for the confidence of those who invest and buy or sell cryptocurrencies.

Conclusion

To choose an international monetary system, we must consider the adequacy of international reserve assets, the confidence that countries have in those assets, the extent to which effective adjustment is achieved balance of payments, the degree of existing national autonomy in economic policy and the extent to which exchange rate fluctuations cause instability in macroeconomic behavior.

The system Bretton Woods used exchange rates fixed but adjustable, based on parities that were defined in dollars, which in turn were defined in gold, but disintegrated in 1971 by the emergence of greater uncertainty around the value of the dollar. In the years following that disintegration, countries have adopted a wide variety of exchange rate regimes and the current international monetary system is described as a 'no system'.

The recent exchange rate history has characterized by a considerable exchange rate volatility real and nominal of the main industrial countries and the constant transmission of fluctuations between countries, although the real exchange rate is the nominal exchange rate adjusted by the difference in prices, both domestic and foreign. When it comes to discussing competitiveness gains or losses, the relevant thing is real change.

A country can gain competitiveness either because its currency is devalued in terms prices remain unchanged, or because foreign prices grow faster than nationals.

Volume of exchange and payments has grown substantially.

To propose a change to the current international monetary system, is not easy. Major industrial countries favor greater coordination of their macroeconomic policies but adopt greater restrictions on short-term capital flows.

The least developed countries developed tend to prefer an international monetary system based on greater exchange rate fixation and greater allocation of international reserve assets to its value.

How to put them according to the one (rich countries) and the other (poor countries)? Economists still do not have an adequate response to this.

On the other hand with respect to cryptocurrencies it is important to mention that the world is constantly changing through technological advances that in recent decades have been increasingly faster, it is mentioned that technology is advancing with a speed of 200 years, a very important fact to mention, since the monetary systems that the world has is of ancient origin. This is why we believe that cryptocurrencies have a promising future, but this will not be easy to accept because the mining process is quite expensive but we believe that cryptocurrencies could have a promising future for the

world on the condition that they have a clear backing as it is one of the cons that the monetary system has been referring to cryptocurrencies.

Список литературы

1. ЭППЛЯРД Д. и ФИЛД, А. Экономика - Интернэшнл. Макгроу Хилл, 1997
2. КРУГМАН. и ОБСТФЕЛЬД М. Экономика - Интернэшнл. Макгроу Хилл, 1995
3. САЛЬВАТОРЕ, Доминик. Международная экономика. Макгроу Хилл, 1995.
4. Ординас, М. (2017).
5. Барройлхет Диес, А. (2019). Criptomonedas, economía y derecho. Revista chilena de derecho y tecnología, 8(1), С. 29-67.
6. Наварро Кардозу, Ф. К. (2019). Criptomonedas (en especial, bitc in) y blanqueo de dinero. Revista electrónica de ciencia penal y criminología.
7. Domingo, C. A. R. L. O. S. (2018). Bitcoin, criptomonedas y blockchain. Mexico: Ediciones Temas de Hoy.

References

1. APPLEYARD, D. and FIELD, A. Economics - International. MacGraw Hill, 1997.
 2. KRUGMAN, P. and OBSTFELD, M. Economics - International. McGraw Hill, 1995
 3. SALVATORE, Dominick. International Economy. McGraw Hill, 1995.
 4. Ordinas, M. (2017).
 5. Barroilhet Díez, A. (2019). Criptomonedas, economía y derecho. Revista chilena de derecho y tecnología, 8(1),pp. 29-67.
 6. Navarro Cardoso, F. C. (2019). Criptomonedas (en especial, bitc in) y blanqueo de dinero. Revista electrónica de ciencia penal y criminología.
 7. Domingo, C. A. R. L. O. S. (2018). Bitcoin, criptomonedas y blockchain. Mexico: Ediciones Temas de Hoy.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСПОЗНАВАНИИ ЛИЦ

Синогеев И.С.

*Министерство обороны Российской Федерации, Россия (353435, Краснодарский край, Анапский район, хутор Усатова Балка, улица Полевая, д. 21),
e-mail: 1025686@mail.ru*

В настоящее время, системы видеонаблюдения и распознавания лиц, активно внедряются во многих государствах, в том числе и в России. Но в период пандемии COVID-19, многие злоумышленники, при совершении противоправных действий, надевают на лицо противовирусные маски, что затрудняет распознавание лица для информационной системы. Проблемы, возникающие при идентификации личности, говорят о необходимости исследования новых методов для предварительной обработки изображений с целью компенсации негативного влияния неравномерного освещения лица и повышения его контрастности и детализации, а также восстановления скрытых участков лица человека для снижения влияния ношения масок на точность распознавания. В настоящей статье, автором предпринята попытка научного анализа и критического осмысления информационных технологий в распознавании лиц.

Ключевые слова: распознавание лиц, видеонаблюдение, информационные системы, нейросети.

INFORMATION TECHNOLOGIES IN FACE RECOGNITION

Sinogeev I.S.

Ministry of Defense of the Russian Federation, Russia (353435, Krasnodar Territory, Anapa District, Usatova Balka Khutor, Polevaya Street, 21), e-mail: 1025686@mail.ru

Currently, video surveillance and face recognition systems are being actively implemented in many states, including Russia. But during the COVID-19 pandemic, many attackers, when committing illegal acts, put on antiviral masks on their faces, which makes it difficult for the information system to recognize the face. The problems that arise in personal identification indicate the need to study new methods for image preprocessing in order to compensate for the negative impact of uneven face illumination and increase its contrast and detail, as well as to restore hidden areas of a person's face to reduce the effect of wearing masks on recognition accuracy. In this article, the author made an attempt of scientific analysis and critical understanding of information technologies in face recognition.

Keywords: face recognition, video surveillance, information systems, neural networks.

Эпидемия коронавируса 2019-nCoV сподвигла многих людей повсеместно использовать индивидуальные средства защиты, что стало обыденной вещью для многих людей. Так, в Китае в начале распространения коронавирусной инфекции был принят закон, который запрещал людям появляться в общественных местах без средств индивидуальной защиты.

Подобная ситуация вызвала массовые сбои в работе систем биометрической идентификации по лицу. Как заявляет Abacus, системам идентификации стало сложнее идентифицировать людей, которые используют маски. Многие люди потеряли возможность разблокировки смартфонов и проведения биометрических банковских операций. [4, с. 124]

COVID-19 дал новую цель исследований для ученых в области идентификации по улучшению идентификации лиц в масках. Так, компании Tech5 (Швейцария) и TrueFace (США), которые используют искусственный интеллект, сообщили, что сумели улучшить свои технологии и научились определять лица людей по чертам вокруг глаз и достигли результатов точности в 98% и 90%.

В мае 2019 года Хассана Угайла (Hassan Ugail) в своей работе «Deep face recognition using imperfect facial data» сообщил об улучшении своей модели распознавания лиц до 90% при работе с лицом, скрытым на половину и 100% по трём четвертям лица. [3, с. 93]

Китайская компания Minivision, занимающаяся разработкой систем SenseTime и FaceGo (систем идентификации и учёта рабочего времени сотрудников), столкнувшись со вспышкой Covid-19 начали экстренно собирать данные для дообучения модели идентификации, на основе видимых участков глаз. [1, с. 45]

В ходе дообучения систем они пришли к выводу, что в условиях, когда выборка пользователей ограничена жителями одного района или компании, системы справляются успешно, но при достижении больших объемов наборов выборки системы сталкиваются с людьми с похожими глазами, из-за чего повышается риск ложных срабатываний.

27 января 2022 года Apple представила обновление для системы идентификации Face ID, которое позволяет разблокировать iPhone не снимая маску. Apple также заявила о том, что «полная идентификация лица через Face ID является более безопасным вариантом разблокировки девайсов, но дополнительную функцию можно включить в настройках после обновления до iOS 15.4.». По данным MacRumors Face ID теперь анализирует область вокруг глаз, для проведения идентификации лица.

Современные системы идентификации и распознавания лиц в масках используют классические подходы для распознавания и идентификации лишь с тем отличием, что анализируется не все лицо, а только видимая часть и снижается уровень порога срабатывания.

Пожалуй, основной задачей при идентификации конкретного человека по цифровому изображению его лица является корректное обнаружение лица на изображении для дальнейшего его анализа и идентификации. Несмотря на большие успехи и мощный рывок в научных исследованиях в данной области в последние годы задача обнаружения лиц в условиях реального времени всё еще является одной из наиболее сложных и актуальных (в зарубежных литературных источниках она называется «faces in-the-wild»). Суть проблемы заключается в сильном влиянии различных условий освещения и углов поворота головы на анализируемое изображение и результаты работы алгоритмов анализа. [6, с. 77]

В научных источниках выделяются следующие основные факторы, которые могут сильно повлиять на обнаружение изображения лица в кадре:

- возможное сильное искажения лица из-за его угла поворота к камере, наличие объектов, которые скрывают участки лица, возрастные изменения лица, эмоции и макияж;
- низкое качество получаемого изображения с камеры;
- неизвестное количество лиц в кадре;
- ограниченное количество вычислительных ресурсов совместно с требованием работы системы в реальном времени.

Одной из основных проблем распознавания лиц является качество изображений – недостаточное разрешение камеры, искажения оптических линз, перемещение объекта во

время съемки ухудшают изображение, становится сложно извлечь полезную информацию. При этом системы распознавания и идентификации могут давать ложные сигналы или некорректные данные. Традиционно для решения проблемы используется следующий комплекс методов: [7, с. 148]

- для устранения размытия используется трекинг лица с поиском наилучшего кадра для распознавания;
- для извлечения максимальной информации из изображения проводится оценка его контрастности и ее усреднение с целью нормализации;
- для получения дополнительных деталей проводится оценка и увеличение резкости до заданных пороговых значений.

Данный подход характеризуется высоким быстродействием, но в процессе поиска наиболее «качественного кадра» могут теряться информативные кадры и увеличиваться время идентификации личности, что в случаях, когда лицо попадает в кадр на несколько секунд, может стать критичным. Также из-за усреднения контрастности и повышения резкости одного кадра могут проявляться артефакты, приводящие к ложным срабатываниям системы распознавания.

В качестве альтернативного метода для повышения качества изображений часто применяют метод «Super Resolution», основанный на применении нейронных сетей. На сегодняшний день в рамках указанного метода реализуются четыре основных подхода к улучшению изображения: [2, с. 153]

- prediction models (предсказательные модели);
- edge based methods (краевые методы);
- image statistical methods (статистические методы);
- patch based (or example-based) methods (методы, основанные на паттернах).

Наилучшее качество дает модель patch based (or example-based) methods (методы, основанные на паттернах).

Впервые использование сверточной нейронной сети, работающей по принципу end to end, для повышения резкости изображений предложено Chao Dong в работе «Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks». Подход состоит из трех основных функций: [5, с. 51]

- 1) извлечения и отображения патчей;
- 2) нелинейного отображения;
- 3) реконструкции.

Указанный подход позволяет значительно улучшить качество изображения в сравнении с методами применения фильтров, при этом сохраняется высокая скорость работы.

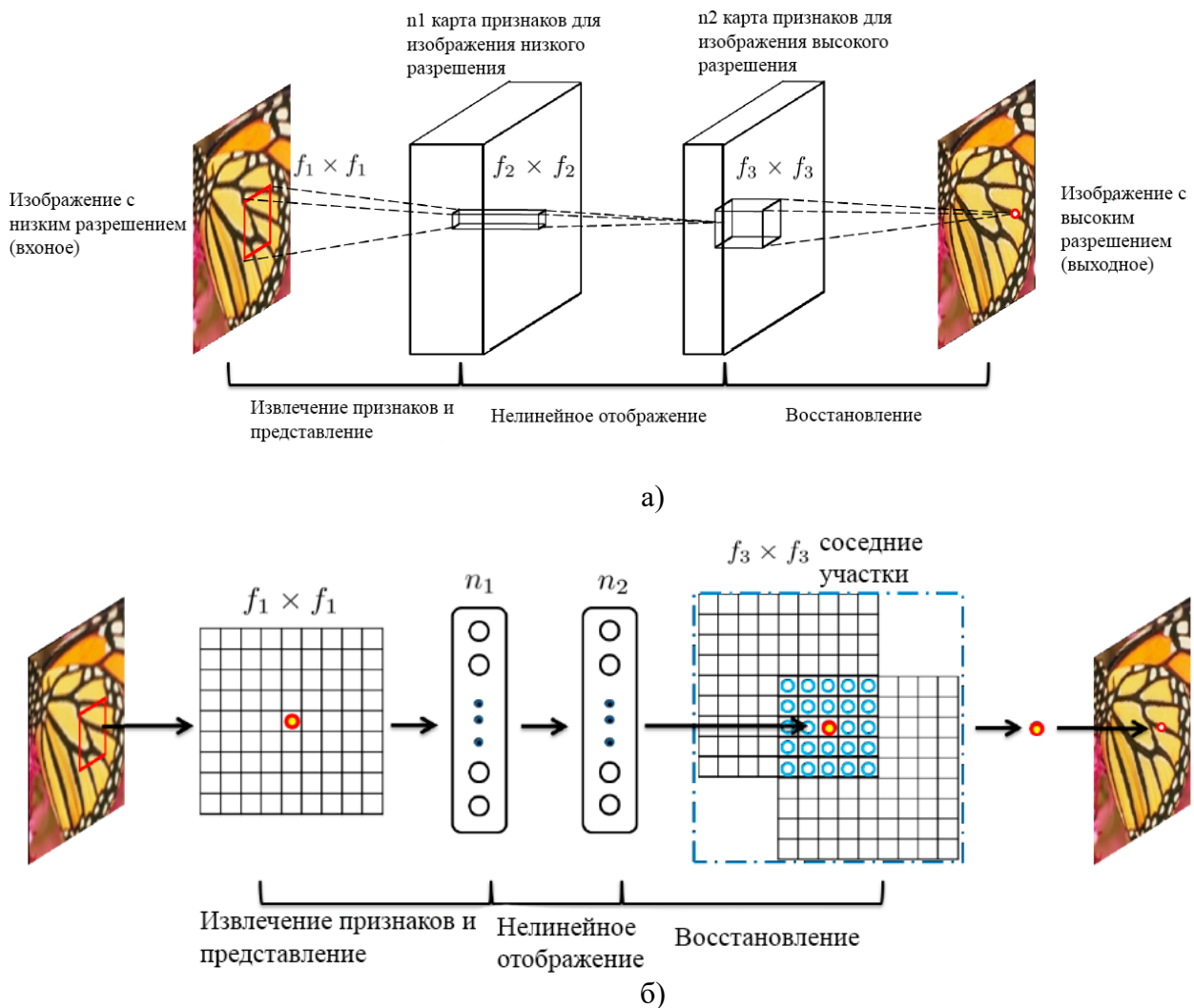


Рисунок 1 – Схема работы нейронной сети по методу разреженного кодирования (Super-Resolution Convolutional Neural Network, SRCNN):

а) двухслойная нейронная сеть, верхний уровень которой извлекает набор карт признаков, а второй слой нелинейно сопоставляет эти карты признаков с представлениями участков высокого разрешения;

б) метод на основе разреженного кодирования в представлении сверточной нейронной сети.

В большинстве подходов для подготовки изображения перед его распознаванием происходит поиск оптимального кадра, а соседние кадры полагаются идентичными, ввиду чего пропускаются. Однако Sam Hasinoff в работе «Burst photography for high dynamic range and low-light imaging on mobile cameras» доказал, что использование соседних идентичных кадров позволяет значительно повысить качество изображений. В соответствии с данным подходом во избежание клиппинга (потери информации на светлых участках кадра) используются фотографии с достаточно низкой экспозицией, что дает дополнительные возможности для расширения динамического диапазона.

Помимо этого, фотографии делаются с уменьшенной выдержкой, чтобы устранить размытие движущихся объектов. Упомянутые действия дают возможность получить дополнительную информацию для расширения динамического диапазона, однако

увеличивают уровень шума, для компенсации которого необходимо объединение серии кадров. [8, с. 175]

При объединении нескольких соседних кадров получается промежуточное изображение с повышенной битовой глубиной, большим динамическим диапазоном и меньшим уровнем шума по сравнению с исходными кадрами. Данный подход позволяет получить высококачественное изображение с повышенными контрастностью и резкостью, а также устранить небольшие размытия. Все это дает дополнительную полезную информацию для идентификации личности, но требует более длительного времени порядка 1-2 секунд для объединения соседних кадров.

Описаны современные методы для предварительной обработки изображений с целью повышения их качества, и как следствие, повышения достоверности идентификации личности. Показано, что наиболее эффективным по быстродействию и качеству получаемых изображений является метод «*Super Resolution*», но он применим только к неподвижным объектам.

Согласно выполненному обзору методов идентификации лиц в масках, определено, что в коммерческих системах применяются классические подходы идентификации, но для анализа берутся видимые участки лица т.е. глаза. Достоинство такого способа – простота анализа и скорость работы системы, но сторонние исследования и высказывания представителей крупных компаний говорят о том, что подобный подход сильно влияет на уверенность системы в качестве узнавания и ставит под вопрос точность работы системы.

Одним из недостатков современных систем идентификации лиц в масках является то, что маска уменьшает размер изображения лица, пригодного для идентификации, из-за чего сильно снижается точность идентификации.

Как итог можно сделать вывод, что для совершенствования систем идентификации лиц в масках необходимо проводить анализ всего лица человека, предлагается использовать алгоритм нейросетевого реконструирования скрытых участков лица на основе анализа их видимых элементов.

Для повышения качества изображения предлагается применением метода объединения соседних кадров из видеопотока для получения дополнительных деталей на изображении и увеличения динамического диапазона и для компенсации влияния света на качество изображения лица.

Список литературы

1. Абдуллаев, А. И. Распознавание лиц по изображению лица / А. И. Абдуллаев // Мировая наука. – 2021. – № 4(49). – С. 44-47.
2. Адейулы, Е. Сравнительный анализ алгоритмов распознавания лиц / Е. Адейулы, Т. Т. Оспанова // Научные вести. – 2020. – № 6(23). – С. 150-155.
3. Катус, П. Г. Обработка изображений в системах распознавания лиц / П. Г. Катус // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2020. – № 1. – С. 92-95.
4. Киселевич, И. В. Современное состояние и проблемы систем распознавания лиц / И. В. Киселевич // Вестник Института права Башкирского государственного университета. – 2020. – № 4(8). – С. 121-126.

5. Маркин Е.И. Методы идентификации личности по изображению лица / Маркин Е.И., Бершадская Е.Г., Мартышкин А.И. // XXI век итоги прошлого и проблемы настоящего плюс – 2020. – Т. 9 – № 1. – С. 49-53.
6. Маркин Е.И. Методы предварительной обработки изображений в системах идентификации личности / Маркин Е.И. // XXI век итоги прошлого и проблемы настоящего плюс – 2021. – Т. 10 – № 56. – С. 65-86.
7. Останина, Е. А. О некоторых аспектах технологии распознавания лиц / Е. А. Останина // Человеческий капитал. – 2020. – № 5(137). – С. 142-152.
8. Сурков, А. А. Исследование алгоритмов распознавания лиц / А. А. Сурков // Инновации. Наука. Образование. – 2020. – № 22. – С. 173-179.

References

1. Abdullaev, A. I. Face recognition by face image / A. I. Abdullaev // World science. - 2021. - No. 4 (49). - pp. 44-47.
 2. Adeyuly, E. Comparative analysis of face recognition algorithms / E. Adeyuly, T. T. Ospanova // Nauchnye vesti. - 2020. - No. 6(23). – pp. 150-155.
 3. Katys, P. G. Image processing in face recognition systems / P. G. Katys // Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences. - 2020. - No. 1. - pp. 92-95.
 4. Kiselevich, I. V. Current state and problems of face recognition systems / I. V. Kiselevich // Bulletin of the Institute of Law of the Bashkir State University. - 2020. - No. 4(8). - pp. 121-126.
 5. Markin E.I. Methods of identification of a person by face image / Markin E.I., Bershadskaya E.G., Martyshkin A.I. // XXI century results of the past and problems of the present plus - 2020. - V. 9 - No. 1. - pp. 49-53.
 6. Markin E.I. Image pre-processing methods in personality identification systems / Markin E.I. // XXI century results of the past and problems of the present plus - 2021. - V. 10 - No. 56. - pp. 65-86.
 7. Ostanina, E. A. On some aspects of face recognition technology / E. A. Ostanina // Human capital. - 2020. - No. 5 (137). - pp. 142-152.
 8. Surkov, A. A. Research of face recognition algorithms / A. A. Surkov // Innovations. The science. Education. - 2020. - No. 22. - pp. 173-179.
-



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

¹Иванова Е.Д., ²Шарыпова Т.Н.

Ростовский государственный экономический университет, Россия (344002, г. Ростов-на-Дону, Ростовская обл., ул. Большая Садовая, 69); e-mail: ¹ ivlenaa01@mail.ru, ² newstyd1222@yandex.ru

Развитие общества сегодня характеризует возрастающую роль информационной сферы, которую можно определить как совокупность информации, информационной инфраструктуры, единиц, осуществляющих сбор, формирование, распространение и использование информации, а также систему регулирования получаемых PR. Информационная сфера, выступая системообразующим фактором в жизни общества, оказывает существенное влияние на состояние политической, экономической, оборонной и других составляющих безопасности общества или организации. В статье рассмотрены современные аспекты защиты информации.

Ключевые слова: информационная безопасность, защита информации, аспекты защиты.

MODERN ASPECTS OF INFORMATION PROTECTION

¹Ivanova E.D., ²Sharypova T.N.

Rostov State University of Economics, Russia (344002, Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya street, 69), e-mail: ¹ ivlenaa01@mail.ru, ² newstyd1222@yandex.ru

The development of society today characterizes the growing role of the information sphere, which can be defined as a set of information, information infrastructure, units that collect, form, disseminate and use information, as well as a system for regulating received PR. The information sphere, acting as a backbone factor in the life of society, has a significant impact on the state of the political, economic, defense and other components of the security of a society or organization. The article deals with modern aspects of information security.

Keywords: information security, information protection, protection aspects.

Термин «информационная безопасность» является базовым понятиями теории информационной безопасности. Эти понятия взаимосвязаны и взаимозависимы. На сегодняшний день не существует единого научного подхода к толкованию этих терминов. Различия касаются как содержания концепции, так и способов ее реализации. Защита информации определяется следующими функциями [1,2]:

- предотвращение несанкционированного доступа к информации;
- создание условий, ограничивающих распространение информации;
- защита права владельца на владение и распоряжение информацией;
- предотвращение утечки, хищения, утраты, несанкционированного уничтожения, копирования, модификации, искажения, блокирования, разглашения информации, несанкционированных и случайных действий над ней;

- сохранять полноту, достоверность, целостность, достоверность и конфиденциальность информации;
- организационные, программно-технические средства и методы, направленные на выполнение ограничений, установленных для типов, данных или экземпляров в системе обработки данных;
- деятельность обладателя информации или уполномоченных им лиц по:
 - а) обеспечивать свои права на владение, распоряжение и управление защищенной информацией,
 - б) предотвращение утечки и потери информации,
 - в) сохранять конфиденциальность или тайну охраняемой информации в соответствии с правилами, установленными законодательством и иными нормативными правовыми актами [3].

Защищаемая информация - информация, являющаяся предметом собственности и подлежащая защите в соответствии с требованиями правовых документов или требованиями, установленными обладателем информации.

Целью защиты информации (потенциальным результатом) является предотвращение причинения вреда собственнику, владельцу или пользователю информации. Под эффективностью защиты информации понимается степень соответствия результатов защиты информации поставленной цели. Объектом защиты может быть информация, ее носитель или информационный процесс, для которого необходимо обеспечить защиту в соответствии с целью. Однако в настоящее время нет четкого определения термина «информационная безопасность» [3].

Защита информации осуществляется в соответствии с требованиями Конституции Российской Федерации, законодательства и иных нормативных документов в области защиты информации. Согласно статье 16 Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" под защитой информации понимается принятие правовых, организационных и технических мер, направленных на:

1. обеспечивать защиту информации от неправомерного доступа, уничтожения, изменения, блокирования, копирования, доставки, распространения, а также от иных неправомерных действий в отношении такой информации;
2. сохранение конфиденциальности информации ограниченного доступа;
3. реализация права на доступ к информации [4].

Информация стала одним из важнейших активов бизнеса. Об этом свидетельствуют данные о компаниях, которые используют для ее защиты: по прогнозам Gartner, в 2022 году на информационную безопасность в мире будет потрачено более 124 миллиардов долларов. Большие бюджеты на безопасность оправданы, достаточно вспомнить последствия недавнего заражения вирусом. Тогда была нарушена работа сотен компаний из разных отраслей по всему миру. Вирусы распространяются через фишинговые письма, полученные сотрудниками организаций [6].

Есть семь основных направлений работы по защите корпоративных данных от утечек:

1. Правовые меры (создание режимов, например, коммерческой тайны, патентов, авторских прав и т.д.).

2. Меры, связанные с кадровой работой (подбор, обучение, увольнение, контроль, действие в нестандартных ситуациях, подбор ИТ специалиста и т.д.).
3. Создание конфиденциального делопроизводства (создание, хранение, уничтожение, передача документов и т.д.).
4. Режимные мероприятия (пропускной режим, внос-вынос документов, использование гаджетов на территории, удаленный доступ, охрана, доступ к информации и т.д.).
5. Организационные мероприятия (деление информации на части, дублирование на ключевых точках, использование облачных систем хранения, банковских ячеек, резервное копирование, аудит и т.д.).
6. Мероприятия по инженерно-технической защите (защита помещений, мест хранения информации, сигнализации, видеонаблюдение и т.д.).
7. Мероприятия по применению технических средств защиты информации (DLP – системы, шифрование, правильная настройка оборудования, защищенное программное обеспечение и т.д.) [5].

Современное положение дел в России требует постоянного решения проблем информационной безопасности во всех сферах деятельности. В настоящее время с учетом политических, правовых и социально-экономических реалий проблема защиты информации перерастает в более общую проблему целенаправленного управления информационными ресурсами. При этом необходим системный подход, так как сумма даже высокоэффективных самостоятельных решений важнейших проблем безопасности вовсе не гарантирует эффективной защиты информации в целом, что и обеспечивает комплексность защиты информации.

Список литературы

1. О Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 – 2020 годы и на перспективу до 2025 года: Распоряжение Правительства РФ от 1 ноября 2013 г. № 2036-р // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2013. – № 46. – Ст. 5954.
2. Селиванов С.А., Шарыпова Т.Н. Анализ угроз информационной безопасности и способы ее защиты. Наукосфера. 2021. №1.
3. Пахомова А.Е., Шарыпова Т.Н. Типы преступлений в информационном пространстве и способы их противодействия. Заметки ученого. 2021. №2.
4. Шарыпова Т.Н., Д.К. Зархатаев. Система защиты персональных данных с точки зрения противодействия угрозам информационной безопасности в Российской Федерации. В сборнике: Юридическая наука в XXI веке: актуальные проблемы и перспективы их решений: круглый стол №2 со всероссийским и международным участием. Сборник научных статей по итогам работы круглого стола №2 со всероссийским и международным участием. УКК «Актуальные знания»; Ассоциация «Союз образовательных учреждений». Шахты, 2022. С. 45-46.
5. Жигулин Г. П. Организационное и правовое обеспечение информационной безопасности / Г. П. Жигулин. – СПб. : СПбНИУИТМО, 2014. – 173 с.

6. Информационная безопасность: учебное пособие в 2 ч. / В. В. Гафнер ; ГОУ ВПО «Урал. гос. пед. ун-т». – Екатеринбург, 2009. – Ч.1.- 26 с.
7. Камышев Э.Н. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие. - Томск: ТПУ, 2022. - 24 с.

References

1. On the Strategy for the Development of the Information Technology Industry in the Russian Federation for 2014 - 2020 and for the Perspective until 2025: Decree of the Government of the Russian Federation dated November 1, 2013 No. 2036-r // Collected. legislation Ros. Federation. - 2013. - No. 46. - Art. 5954.
 2. Selivanov S.A., Sharypova T.N. Analysis of threats to information security and are capable of protecting it. Science sphere. 2021. №1.
 3. Pakhomova A.E., Sharypova T.N. Types of crimes in the information space and ways to counter them. Scientist's Notes. 2021.№2.
 4. Sharypova T.N., D.K. Zarkhataev. Personal data protection system in terms of countering information security threats in the Russian Federation. In the collection: Legal Science in the 21st Century: Actual Problems and Prospects for Their Solutions: Round Table No. 2 with All-Russian and International Participation. Collection of scientific articles on the results of the round table No. 2 with all-Russian and international participation. UKK "Actual knowledge"; Association "Union of Educational Institutions". Mines, 2022, pp. 45-46.
 5. Zhigulin G. P. Organizational and legal support of information security / G. P. Zhigulin. - St. Petersburg. : SPbNIUITMO, 2014. - 173 p.
 6. Information security: a textbook in 2 hours / VV Gafner; GOU VPO "Ural. state ped. un-t. - Ekaterinburg, 2009. - Part 1. - 26 p.
 7. Kamyshev E.N. Information Security and Information Protection: Textbook. - Tomsk: TPU, 2022. - 24 p.
-