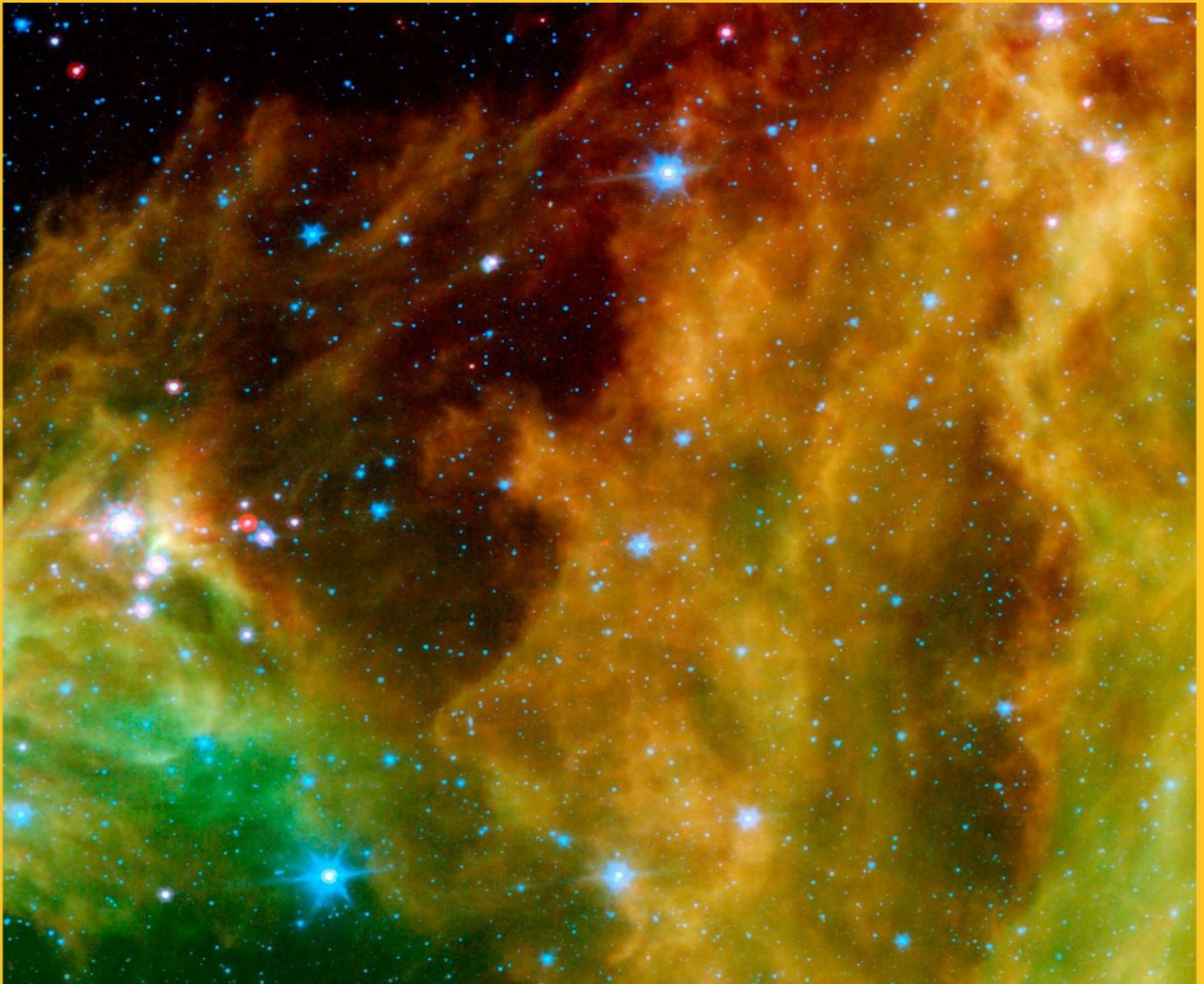


DECEMBER 2024 | ISSUE #12(2)

INTERNATIONAL JOURNAL OF PROFESSIONAL SCIENCE

.....

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL



SCIPRO.RU

ISSN 2542-1085

SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES

UDC 001
LBC 72

International Journal Of Professional Science: international scientific journal, Nizhny Novgorod, Russia: Scientific public organization “Professional science”, №12(2) -2024. 77 p.

ISSN 2542-1085

International journal of Professional Science is the research and practice edition which includes the scientific articles of students, graduate students, postdoctoral students, doctoral candidates, research scientists of Russia, the countries of FSU, Europe and beyond, reflecting the processes and the changes occurring in the structure of present knowledge.

It is destined for teachers, graduate students, students and people who are interested in contemporary science.

All articles included in the collection have been peer-reviewed and published in the form in which they were presented by the authors. The authors are responsible for the content of their articles.

The information about the published articles is provided into the system of the Russian science citation index – RSCI under contract № 2819-10/2015K from 14.10.2015

The electronic version is freely available on the website <http://scipro.ru/ijps.html>

UDC 001

LBC 72



Editorial team

Chief Editor – Krasnova Natalya, PhD, assistant professor of accounting and auditing the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction. (mail@nkrasnova.ru)

Zhanar Zhanpeisova — Kazakhstan, PhD

Khalmatova Barno Turdyhodzhaeva — Uzbekistan, MD, Professor, Head of the Tashkent Medical Academy

Tursunov Dilmurat Abdullazhanovich — Kyrgyzstan, PhD, Osh State University

Ekaterina Petkova, Ph.D Medical University — Plovdiv

Stoyan Papanov PhD, Department of Pharmacognosy and pharmaceutical chemistry, Faculty of Pharmacy, Medical University — Plovdiv

Materials printed from the originals filed with the organizing committee responsible for the accuracy of the information are the authors of articles

Editors N.A. Krasnova, 2024

Article writers, 2024

Scientific public organization
“Professional science”, 2024

Table of contents

INTRODUCTION	5
ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES	6
Isakov A.P., Lipatov M.S. Operation of charging stations based on used electric vehicle batteries.....	6
REVIEWS AND ANALYSIS.....	13
Kirillova V.V. A Foreign Language course in the Postgraduate study at the Technical University. Current state of the art, experience and perspectives	13
Poltoratskaya N.I., Kirillova V.V. Significant stages in linguistics evolution in the XX century.....	18
SCIENTIFIC METHODS AND TECHNOLOGIES	26
Kakorin I.A. Interaction of a metal composite based on pyrolyzed polyacrylonitrile with boron atoms.....	26
Panchenko A.N. Investigation of composites based on polymer compounds with carbon nanotubes.....	34
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS	42
Garifullin R. Application of RxJS and NgRx for reactive programming in industrial web development: methods for managing asynchronous data streams and application state.....	42
Sadykbek T., Telegenov Kh., Orazbayev K. Modernization of the power supply system to increase the resulting stability of the motor load units.....	48
Sarantuya Yu. A study on reducing idle time of local wagons.....	53
Telegenov Kh. Modern microprocessor-based relay protection and automation devices.....	61
Zabolotsky S.Y., Tolstykh G.V. Improving the efficiency of operation of hydraulic emergency rescue tools in low-temperature conditions.....	65
CONCLUSION	76

INTRODUCTION

The International Journal of Professional Science, Issue №12(2), 2024, continues its mission of providing a platform for presenting cutting-edge research and analysis from diverse scientific fields. This issue features articles authored by students, graduate students, postdoctoral researchers, doctoral candidates, and scientists from Russia, the countries of the FSU, Europe, and beyond. The journal reflects the dynamic processes and transformations in contemporary knowledge, making it an essential resource for educators, graduate students, and anyone passionate about modern science.

This issue includes a diverse array of scientific articles across multiple disciplines. Highlights include studies on the operation of charging stations utilizing used electric vehicle batteries, advancements in polymer composites with carbon nanotubes, and the application of RxJS and NgRx in industrial web development. Other articles delve into topics such as linguistic evolution in the 20th century, modern relay protection technologies, and reducing idle time in transportation systems. Each contribution has been carefully peer-reviewed, ensuring high-quality and relevant research.

We are confident that the multidisciplinary approach and the breadth of topics presented in this issue will spark new ideas, foster academic discussions, and inspire further exploration in the realm of professional science.

Sincerely,
Krasnova N.
Editor-in-Chief
International Journal Of Professional Science

ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

UDC 620.2

Isakov A.P., Lipatov M.S. Operation of charging stations based on used electric vehicle batteries

Isakov Alexander Petrovich,

Student of the Department of Heat Power Installations and Heat Engines,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy

Lipatov Maxim Sergeevich,

Senior Lecturer of the Department of Heat Power Installations and Heat Engines,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy

***Abstract.** In this article, based on the analysis of existing and most common batteries, the possibility and expediency of introducing used electric vehicle batteries into the infrastructure of charging stations was considered.*

***Keywords:** electric vehicle, secondary use of electric vehicle batteries, electric power industry, charging stations, electric vehicle batteries.*

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Electric vehicles represent one of the most promising and rapidly developing categories of vehicles in the modern world. Unlike traditional cars with internal combustion engines that run on gasoline or diesel fuel, electric vehicles use electrical energy stored in batteries to power electric motors. This shift to electric transport is driven by several factors, including the need to reduce greenhouse gas emissions, reduce dependence on fossil fuels, and the desire for more sustainable methods of transportation. The main component of an electric car is a rechargeable battery, which provides it with energy. By far the most common are lithium-ion batteries, which have a high energy density and a long service life. These batteries allow electric vehicles to travel significant distances on a single charge, making them convenient for everyday use. However, over time, the efficiency of the batteries decreases, which leads to the need to replace them. In this context, it is important to understand not only the principles of operation of electric vehicles, but also the features of their batteries.

Electric vehicles can be classified into several types: fully electric, hybrid and plug-in

hybrids. Fully electric cars run exclusively on electricity and do not have an internal combustion engine. Hybrid cars combine both an electric motor and an internal combustion engine, which allows them to take advantage of both types. Plug-in hybrids can be charged from the mains and provide greater flexibility in use. The principle of operation of an electric vehicle is based on the conversion of electrical energy into mechanical energy. Electric motors convert electricity from batteries into the rotational motion required to move the car. During operation, electric motors demonstrate high efficiency — up to 95%, which is significantly higher compared to internal combustion engines, which lose a significant amount of energy in the form of heat.

With the increasing number of electric vehicles on the roads, the issue of accessibility and convenience of charging is becoming important for both car owners and charging station operators. An electric vehicle charging station is a device that transfers electrical energy from a power source to a car battery via a special cable. The principle of operation of the charging station is based on the conversion of electric current, which can be either alternating or constant. When using alternating current, the conversion takes place inside the electric vehicle itself, where the built-in inverter converts it to direct current to charge the battery. In the case of DC charging stations, this process is carried out directly at the station level, which significantly reduces the charging time.

The charging process usually involves several steps: connecting the cable to the port of the electric vehicle, converting the current, monitoring the charging process and completing the charging. Modern charging stations are equipped with intelligent control systems that regulate the current and voltage, ensuring the safety and efficiency of the process. They can also exchange data with the car, which allows you to optimize the charging process depending on the state of the battery. The installation of charging stations requires careful planning and consideration of many factors, such as location, availability of the electrical network, types of connectors and power of chargers. It is important to take into account the needs of users: the availability of fast charging can be a decisive factor when choosing an installation location. In this regard, the development of standards and recommendations for the installation of charging stations becomes necessary to ensure their reliable operation and safety [1, 2].

At the moment, there are three main types of batteries used in modern devices:

Lead-acid batteries are a type of battery that has become widespread due to its moderate cost, good life (more than five hundred cycles) and high specific power. They are used in various fields, such as starter batteries in vehicles, emergency power sources, as well as backup energy sources.

Lead-acid batteries consist of electrode plates made of a lead lattice filled with PbSO₄ (lead sulfate) with a binding material. The current carrying strips and battery terminals are also

made of lead.

The principle of operation of lead-acid batteries is based on the reactions of lead (cathode) and lead dioxide (anode) in an aqueous solution of H₂SO₄.

When an electric power consumer is connected, a chemical reaction occurs in which lead oxide and sulfuric acid react. Lead oxidation occurs. When the battery is discharged, lead oxide is reduced at the cathode, and lead oxidation occurs at the anode. When the battery is charged, the reverse process occurs and water is released in reaction with a solution of sulfuric acid. It can boil due to adverse reactions and lead to battery failure and reduced service life.

This type of battery has the following advantages: time-tested old technology, very low self-discharge, minimal maintenance, the ability to provide high current output if necessary, ease of production and low cost.

The disadvantages include: storage only in a charged state, large weight and size, sensitivity to negative batteries, a limited number of discharge cycles, environmentally friendly temperatures, low energy consumption compared to other types are dangerous due to lead compounds.

Nickel-cadmium batteries have been used for more than 15 years. This is almost three times more than that of lead-acid batteries, whose service life is about 5 years, and in case of improper operation associated with boiling off the electrolyte - no more than 3 years. Nickel-cadmium batteries are reliable enough and they are not characterized by boiling, unlike lead-acid batteries. Also, this type of battery is easier to maintain. Nickel-cadmium batteries are about a quarter more expensive than lead-acid batteries, but they are more durable.

There are two electrodes in the battery: nickel and cadmium. The nickel electrode consists of a mixture of nickel hydroxide with a conductive material, and the cadmium electrode is a steel mesh with cadmium pressed into it. There is a space between the electrodes that is filled with alkali. A chemical reaction occurs with nickel, cadmium and water hydroxides, which is reversible.

Nickel-metal hydride batteries were produced in the 1980s to replace nickel-cadmium batteries. But nickel-cadmium batteries are still used despite the fact that they are gradually being abandoned, as there is a better alternative.

Lithium-ion batteries, in this type of battery, lithium ions move between the cathode and the anode, creating a flow of electricity. They have the following advantages: they operate at temperatures from -20 to +50°C, high density of stored energy and discharge currents, constant readiness for efficient operation.

However, despite these advantages, lithium-ion batteries have significant disadvantages. The first is that they have low performance at subzero temperatures. To overcome this disadvantage, various battery heating systems are used. For example, a heat-protected

lithium-ion battery with heating elements, which allows the battery to operate at low temperatures. The second is aging, which causes loss of residual capacity, and the number of charge–discharge cycles does not correlate with the life of a lithium-ion battery. Temperature and age have a greater influence: with short and continuous charge-discharge cycles and cooling or heating, in cold conditions, a lithium-ion battery can withstand from 1000 cycles to 3000 cycles.

After a few years, the used batteries of electric vehicles can no longer meet the requirements of electric vehicles, for example, such as the range of travel on a single charge. Some manufacturers change the battery of electric vehicles under warranty when the residual capacity reaches 60% or lower, but there are examples of replacement at 60-70%.

The main part of the installation for optimizing the operation of electric charging stations of electric vehicles are used rechargeable batteries of electric vehicles. According to the regulations of car service stations, the battery is replaced when the residual capacity reaches 60% or lower, this capacity value is not enough for full operation of the electric vehicle, but the battery life is exhausted by less than half, which is enough for the installation to work. This allows you not only to have a guaranteed battery supplier, but also to develop and use a standard battery installation and connection solution, since all cars use the same battery model [3].

Next, an installation solution was developed: the batteries are located in a special rack one above the other in three pieces, the vertical supports are 6 reinforced metal profiles with a height of no more than 1.7 meters. The profiles are mounted on a metal plate from below. Batteries are installed between horizontal reinforced metal profiles, which are mounted to vertical profiles using consoles, on a metal plate to simplify their replacement. The appearance of the racks is shown in Fig.1. All metal parts are treated against corrosion by hot-dip galvanizing.

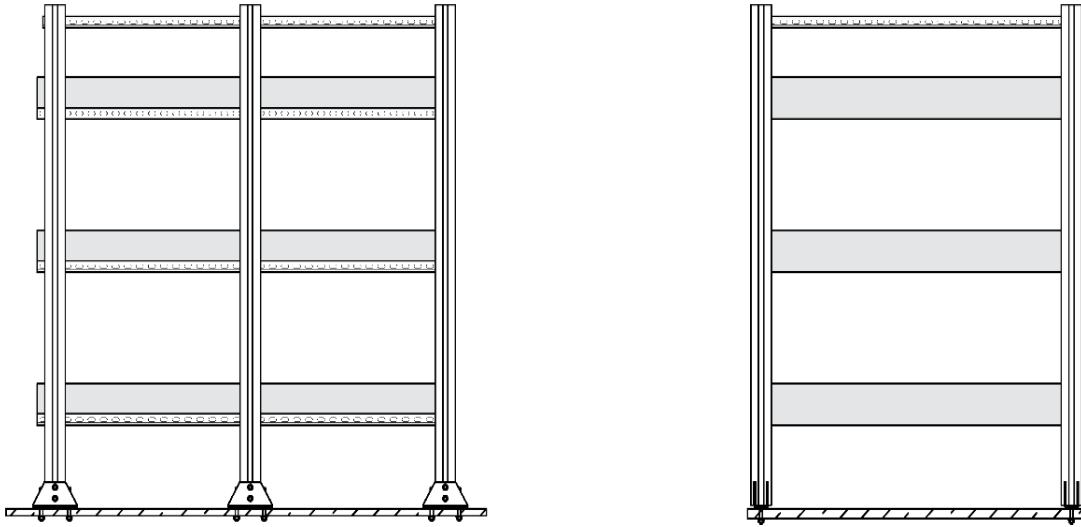


Figure 1. Racks with rechargeable batteries.

According to the Autostat agency, at the moment all passenger electric vehicles have an average battery capacity of 51.5 kWh. But given that the field of electric transport is rapidly developing, and the consumer has a clear request to increase the capacity of batteries so that it is possible to travel long distances on a single charge, the average capacity value will grow, approaching the value of 60 kWh.

With the expectation of an increase in the statistical average value of the capacity of new batteries, the capacity value of 39.4 kWh is approximately 66%. It follows from this that in order to fully charge an electric vehicle with a capacity value of 60 kWh, the operation of two used batteries is necessary. On average, 3 electric vehicles will be able to charge in 4 hours of operation, so 6 batteries are needed. This is the first criterion for determining the number of used batteries in the installation. The second criterion was the maximum power output from the charging station, and the amount of time during which this power will be output [4].

Based on these two criteria, it was decided that 2 racks or 6 used batteries are needed to optimize the operation of one EHS.



Figure 2. Charging station "FORA EZ-DC-1x50"

Figure 2 shows a block diagram of the distribution of electrical energy between two racks with rechargeable batteries belonging to one EHS. Such a solution may be typical, and depending on the number of EHS, the number of racks will change in accordance with the fact that 2 racks with rechargeable batteries are needed for one 50 kW charging station. To charge the used batteries, the rectifier of the electric charging station is used, since it is already designed for the parameters necessary for charging electric vehicle batteries.

From the point of view of thermal power engineering, the use of spent lithium-ion batteries allows not only to reduce the load on generating capacities, but also to increase the overall efficiency of the power system due to heat recovery. During the charging and discharging of batteries, heat is released, which is usually dissipated into the environment and lost. However, with the help of modern thermal management technologies, this heat can be used for space heating, water supply or even for industrial processes, which further increases the energy efficiency of the installation [5].

In addition, optimizing the operation of charging stations using such installations helps to reduce fluctuations in the power grid, providing a more stable and high-quality power supply. This is especially important in the context of the growing number of electric vehicles and, accordingly, the increasing load on the power grid.

Thus, the integration of spent lithium-ion batteries into the infrastructure of charging stations allows not only to improve the economic efficiency and environmental friendliness of the stations, but also to provide additional advantages in terms of thermal energy optimization, which makes this area very promising for further development and research.

References

1. Шуркалов, П. С. Возможности подзарядки электромобилей от установок на основе возобновляемых источников энергии / П. С. Шуркалов, М. Г. Тягунов // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. – 2013. – № 5. – С. 061-066.
2. Вахрушев, М. А. Анализ эффективности использования зарядных станций для электромобилей / М. А. Вахрушев // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4, № 4.
3. RES-powered charging stations for electric vehicles / S. Volkov, V. Sidorova, A. Orlov, A. Ostashenkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 20–21 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall.. Vol. 1047. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 12182.
4. Шакиров, М. А. Технология зарядных станций для электромобилей / М. А. Шакиров // Цифровое общество: научные инициативы и новые вызовы : Сборник научных трудов по материалам V Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 17 апреля 2024 года. – Москва: ООО "Издательство "Экономическое образование", 2024. – С. 191-195.
5. Денисенко, Р. В. Зарядная станция для электротранспорта нового типа / Р. В. Денисенко // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей победителей VII международной научно-практической конференции, Пенза, 07 декабря 2016 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2016. – С. 85-87.

REVIEWS AND ANALYSIS

UDC 372.881.1

Kirillova V.V. A Foreign Language course in the Postgraduate study at the Technical University. Current state of the art, experience and perspectives

Kirillova Victoria Vitaljevna

PhD, Associate Professor, Department of Foreign Languages
Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
The Higher School of Technology and Energy

***Abstract.** A constant increase in the level of pedagogical competence of foreign language lecturers, the search for new ways to motivate post-graduate students, the use of individual learning trajectories and close cooperation with scientific advisors are the important elements of the foreign language teaching at non-linguistic universities. The current state of affairs in this area is presented: applied teaching methods, the results of the applicants motivation before entering the PhD course and some ways of teaching methods intensification are proposed.*

***Keywords:** foreign language teaching, technical universities, methodological competence, up-to-date educational technologies, modular system, interdisciplinary approach.*

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Theoretical background. The Foreign language course belongs to the educational component of the program of study in postgraduate studies and is aimed at preparation for passing the candidacy exam. Undoubtedly, legislative changes have affected the process of teaching foreign language in the postgraduate program of technical universities. During these years the lecturers of the foreign languages department of our university have repeatedly improved educational programs, analyzed the problems facing the teaching of foreign languages in postgraduate studies and tried to find ways to solve them, offering new approaches to teaching students of the third stage. This diverse, time and strength consuming work inevitably makes teachers increase and improve their level of professional pedagogical competence.

Of all the variety of definitions of professional pedagogical competence presented in modern pedagogical literature, the methodological competence of higher education teachers comes first [1; 2].

The purpose of this article is not to assess the level of methodological knowledge and skills of teachers preparing graduate students for the PhD exam in foreign language, but it seems appropriate to us to give the definition of methodological competence, based on which, the prospects for the development of the teaching process become much clearer.

Methodological competence is an integrative characteristic of personality, reflecting the systemic level of possession of methodological knowledge, the ability to diagnose the results of achieving the goal of training, to design methods and technologies of training, to master innovative technologies, to select innovative content of training, to monitor the results of training and the quality of educational activities [3].

In general, we support the basic and rather general definitions of this competence. We also believe that it is the absence of rigid boundaries delineating the personal-professional characteristic of a teacher that provides an opportunity to respond flexibly to the changes taking place in the system of higher education, not to remain oblique and to search for new ways to motivate graduate students to learn foreign languages.

Undoubtedly, the essence of the definition is influenced by the discipline being studied, in our case it is a foreign language. It is well known that the methodology of teaching foreign languages occupies a special place. We can define the methodological competence of a foreign language teacher as an integrative quality of a teacher's personality, which reflects the result of professional methodological training, professional and personal aspects, and professional experience [4]. Methodological competence of a foreign language teacher is expressed in the ability to effectively influence the students based on the synthesis of professionalism, creativity and art.

Practical background. In the process of preparation for the candidacy (PhD) exam, a huge professional and methodological experience in this area of teaching has been accumulated. Nevertheless, there are new tasks in the development and transformation of higher education system, which urgently require self-assessment of scientific and methodological activity. It is necessary to be ready to choose innovative teaching methods and technologies, to realize their professional potential, to identify areas for professional growth.

At present, foreign language teaching at the Higher School of Technology and Energy of Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design (HSTE SPb SUITD) is a multidirectional work. For the most part, graduate students who have completed the foreign language-training course have the necessary knowledge, skills and abilities. We greatly convinced this is in no small measure facilitated by the high level of professional competence of teachers.

Unevenness of the level of knowledge of foreign language in the group of postgraduates makes the teacher with the necessity individualize the approach of teaching taking into account the personal characteristics of postgraduates. At the low level of knowledge of some graduate students, it is rather problematic to prepare them for the candidacy exam, with the learning process taking 7-8 months. Therefore, the first semester of training is devoted to the actualization of foreign language knowledge and includes phonetic, grammatical and lexical modules.

At this stage various technologies are applied and first of all, ensuring individualization of classes, use of individual learning trajectories, activation of postgraduate students extracurricular independent work on the basis of the textbooks, Internet reserves, training texts and exercises, as well as using the Moodle platform.

In the second semester, the work on scientific literature is carried out. There is also the formation of professional communicative competence: providing oral speech orientation of classes, modeling real situations of communication, writing business letters, creating annotation of articles and abstracting large volumes of scientific literature, using language clichés when creating an abstract of articles on the scientific direction of the graduate student

A personal oriented approach in teaching graduate students is also used in preparing a PowerPoint presentation on the topic of dissertation research and in preparation for their participation in the conference "Dialogue of Generations" in foreign languages, which is held annually at the HSTE SPb SUITD. Teachers of the foreign languages department write joint scientific publications with graduate students, which are then posted at the RSCI. This is a full-fledged joint work, and not just a translation activity on the part of the teacher. This conference is held in the middle of the second semester and graduates have already gained the necessary level of both language competences and special terminology. Moreover, at this time, the students together with their scientific advisers have already ratified not only the trend of their research but also the name of the research works that is why their presentations and the articles are due to the point.

Motivation study results. In general, we observe that the majority of the post-graduates become more motivated in foreign language study in the middle of the second term. To clear up the reasons of such situation - whether it is connected with the approaching PhD exam or with the changing of their minds and understanding the necessity of foreign language study - we decided to carry out some kind of investigation. We presumed that the results of our work would show us whether the teaching approaches and techniques we chose help increase the motivation of the students or we should make some changes in the mode of teaching.

We are convinced that it is impossible to improve the level of foreign language proficiency of post-graduate students without motivating them. There is a sufficient amount of

research in the scientific literature on the motivation of students. Many authors emphasize that this aspect is underestimated when teaching graduate students a foreign language at a technical university [6].

In the process of training graduate students of technical universities, an important role in increasing motivation is assigned to interdisciplinary relations, which is due to the following: the constant interdisciplinary relationship of specialized subjects with a foreign language leads to increased interest in the future professional activities of graduate students. As an example confirming this point of view, we present the results of a study conducted at our department. Upon admission to graduate school, applicants were interviewed about the motives for their admission. Almost everyone noted that the main motive was direct career advancement and future promotion, and only 10% of the respondents set themselves the goal of direct interaction between their activities and scientific work.

This state of affairs once again emphasizes the need for interaction between teachers of the department of foreign languages and scientific supervisors of graduate students. There is also a reverse example of interaction between the special departments lectures and the department of foreign languages lectures. So in the course "Methodology of research and methods of writing a dissertation", in Section 1. "Methodology of scientific research", topic 2 contains the following: "...Methods of working with information sources and scientific literature.... A review of developments on the topic of dissertations in foreign scientific texts working in a similar field of research to the applicant. Formation of a list of scientists in Russia and in the world who are engaged in work in the field of dissertation".

Month before the PhD exam in foreign language we interviewed the students again asking about their motivation of PhD studies. The results were slightly different from the first interview. This time the same 10% of the students continued thinking about their career in the sphere of scientific field, but almost 75% underlined the necessity of studying foreign language for their career promotion.

Conclusion. We observed the current state of the arts in the course of a foreign language studying at the post-graduate course at HSTE. What are the prospects for the development and improvement of the quality of scientific and scientific-pedagogical personnel training in graduate school?

In addition to the methodological techniques discussed above we can propose the following possibilities, which should be considered as a logical continuation, expansion and deepening of the professional and methodological techniques already used at the HSTE department of foreign languages:

- increasing the motivation of graduate students to study a foreign language;
- wider use of computer technology;

- participation of future scientific supervisors in the work of foreign language entrance exam commission;
- improving the language culture of teachers of specialized departments, not only in the form of their participation in the HSTE “Dialogue of Generation” conference in foreign languages, etc,

It is possible to intensify significantly the process of foreign languages teaching in graduate schools of non-linguistic universities while developing and expanding the possibilities of professional competence of teachers, applying modern teaching technologies, using the experience of colleagues and a flexible modular system of postgraduate education.

References

1. Solovova V.N. Methodological competence of a university teacher. Bulletin of the BFU named after I. Kant. 2010, No.5, pp.52-59.
2. Khatsrinova O.Y. Methodological competence as a type of professional pedagogical competence of an engineering university teacher. Bulletin of Kazan Technological University, 2011, No. 17, pp. 243-246.
3. Nikitina E.Yu., Afanasyeva O.Yu., Fedotova M.G. Methodological competence of a future foreign language teacher// Bulletin of the CHSPU, 2013, No.12, p.54.
4. Nikitina E.Yu., Afanasyeva O.Yu., Fedotova M.G. Methodological competence of a future foreign language teacher // Bulletin of the ChSPU. 2013. No.12. pp.54-65.
5. Bubman R.M. Research of motivation of graduate students of technical universities in learning a foreign language. The journal "Modern Science". Pedagogical journal. 2019. Vol. 9 No. 1A. pp. 309-314.

UDC 81-11

Poltoratskaya N.I., Kirillova V.V. Significant stages in linguistics evolution in the XX century

Poltoratskaya N.I.,

Full doctor in philology, associate Professor
Saint Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design
The Higher School of Technology and Energy,
Saint Petersburg, Russia

Kirillova V.V.

PhD, associate Professor,
Saint Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design
The Higher School of Technology and Energy,
Saint Petersburg, Russia

***Abstract.** The fundamental changes taken place in linguistics during the XX century are presented; the time scale of such changes and their relations with social, science and technological changes are discussed. Some facts of interrelation of dramatic shifts in linguistics with fundamental revolutionary changes in natural sciences and technologies are considered. For the first time it is suggested to review such mutual relationships at the synchronic and diachronic levels. The interrelationship of linguistics with such branches of sciences as socio linguistics, psycholinguistics, structural linguistics, terminology, cultural linguistics, applied linguistics is viewed.*

***Keywords:** linguistics, psycholinguistics, structural linguistics, terminology, cultural linguistics, applied linguistics, interrelation of different branches of science, stages of linguistics evolution.*

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

The vast distance traveled from the idea of the sacrament of sacred texts containing divine meaning (which imposed a strict prohibition on any deviation from the words of the scriptures) to the modern and difficult-to-grasp multiplicity of approaches to the study and interpretation of any texts cannot but amaze. The inviolability of divine messages did not exclude attempts to comprehend their innermost meaning, and therefore, since ancient times, the interpretation of sacred texts has fascinated the best minds of mankind. The Indian Vedas, created many centuries before our era, became the first monument, the study of which was perceived as a matter of primary importance; the slightest deviation from what was written in the Vedas was considered fraught with terrible consequences. The collection of ritual and magical texts of the ancient Egyptians, the Books of the Pyramids, also created long before our era, refers to phenomena of the same order, and in both cases the interpretation of the

texts resulted in the accumulation and deepening of knowledge about the language. In early Christianity, discrepancies in the interpretation of divine revelations caused painful intra-church conflicts; the further development of theology invariably led to zealous attention to the problems of the language of religious texts. By the twentieth century, hermeneutics, as an artistic interpretation of biblical texts, was firmly embedded in the orbit of philosophy and linguistics.

It is obvious that interest in language has existed for thousands of years; this article sets a very modest task: to trace the manifestations of this interest within the limits of only one twentieth century.

The turn of the twentieth century became an important milestone in the history of mankind, marked by drastic changes that, with the light hand of the American philosopher and author of works on the history of science, T. Kuhn, were called scientific revolutions. Using his terminology, we can talk about the third revolution in cognition, that is, the "Einsteinian" revolution in natural science in the late nineteenth and early twentieth centuries. It is followed by the scientific and technological revolution, which dates back to the 50s of the last century.

How are these stages of great upheavals, mainly in the field of natural science and technical knowledge, related to linguistics? The facts show that there is a connection; in any case, it is difficult to explain the coincidence of the cardinal changes in linguistics with the revolutionary changes in natural sciences and technology by chance alone; the reasons for such coincidences are undoubtedly deeper.

The first stage of fundamental changes in the evolution of linguistics in the 1920s coincided with great discoveries in the field of non-humanitarian sciences. In this regard, it is enough to recall, for example, the emergence of the theory of quantum mechanics in the same decade and much more.

This stage in the development of linguistics is associated with the awakening of scientific interest among philosophers in natural language as a priority object of research. At that time, analytical philosophy received an impetus for development with its relentless attention to the logical clarification of language, its contradictions and paradoxes. For the Austrian philosopher L. Wittgenstein, language means the limit of thinking. Thinking "behind" language, according to him, simply does not exist, and therefore clarity of language is the highest value.

Nowadays, linguistics, which has become the "progenitor" of many related branches of knowledge, is able, together with them, to provide a large number of various tools designed to make the learning process of native or foreign languages more effective. Familiarization with the history of the emergence of such "subsidiary" sciences in the twentieth century can be useful and instructive, and it may even make it possible to better understand one's own

pedagogical experience. According to the fair remark of T. According to Kuhn, "the fact that scientists are usually not interested in and do not discuss the question of what gives legitimacy to particular problems and solutions leads us to believe that they know the answer to them at least intuitively" [1, p. 82].

A brief overview of the trends in linguistics that bear the stamp of novelty and first declared themselves in the twentieth century allows us to identify three stages of its development: new areas of research either appeared, separated from linguistics and gained independence; - or these new areas entered a new stage of their development. For linguistics, four decades have become such times of rapid change: the 20s, 50s, 70s and 90s.

The 1920s should be considered the first significant stage in the evolution of linguistics in the last century. This decade can be rightfully considered the time when irreversible qualitative changes took place in the science of language. Linguistics as the science of language has become the epicenter of numerous studies, and new branches of knowledge have begun to rapidly branch off from it. However, this phenomenon cannot be considered something exceptional, it is noted that it was then that the boundaries between many fields of science began to thin out.

The interest in natural languages in their connection with social phenomena marked the beginning of the formation of such a science as sociolinguistics. The ideas of the social conditionality of language date back to the 1920s, although the term sociolinguistics itself was introduced only in 1952, when linguistics entered the second stage of transformation. This interdisciplinary discipline studies problems related to the social nature of language, its role in society, as well as the possibilities and limitations of the impact of social factors on language.

The forerunners of sociolinguistics were such outstanding Soviet scientists as I. A. Baudouin de Courtenay with his "revolutionary" theory of the immutability of the differences between written and oral speech and the resulting requirements for a different approach to them; E. D. Polivanov, a student of Baudouin de Courtonne with his reasoning that the pace of linguistic evolution depends on the pace of development of society, although language always lags behind social changes in its changes; L. P. Yakubinsky, another student of Baudouin de Courtonnay, who in the 1920s published a number of articles containing a sociolinguistic analysis of the Russian language. F. Bruno in France, A. Seche in Switzerland, J. Vandries in Belgium, B. Gavranek in Czechoslovakia also have a number of fruitful ideas, without which modern sociolinguistics could not exist.

Like any interdisciplinary branch of knowledge, sociolinguistics sets goals for itself, the achievement of which provides an arsenal of tools for one or another of the "ancestral disciplines". Thus, linguistics provides an orderly understanding of the features of the official and unofficial aspects of communication, a set of rules for the use of etiquette formulas and

stable expressions, and an understanding of the meanings of phraseological units. Without knowledge of these layers of linguistic culture, sociology cannot successfully explore communication barriers.

Various research directions have been formed in sociolinguistics: synchronous sociolinguistics studies the relationship between language and social institutions, diachronic sociolinguistics is interested in the relationship between the development of language and the development of society. Macro sociolinguistics analyzes linguistic processes in large regions, states, or large social groups; micro-sociolinguistics analyzes these processes in small groups. Some studies are theoretical, while others are experimental.

Practical sociolinguistics, which focuses on the process of teaching native and foreign languages, deserves special attention from foreign language teachers. This includes works devoted to the problems of borrowing and interference of various elements of languages.

In the 1920s, interest in natural languages led to the appearance of works in which ideas were formulated that served as a breeding ground for the emergence of structural linguistics. This is primarily about the works of the Swiss linguist F. de Saussure. Noting the difference between the act of speech and the system that generates it, de Saussure gave a dominant place to the system, which he focused on studying.

According to the classical "encyclopedic" definition, structural linguistics is a set of views on language and methods of its research, which are based on the understanding of language as a sign system with clearly distinguished structural elements and the desire for a strict description of the language. Structural linguistics got its name due to its special attention to the structure of language, which is a network of relationships between elements of the language system that are ordered and hierarchically dependent within certain levels. There are three stages in the development of this science, and chronologically these stages coincide with the same time frame, the importance of which for the evolution of linguistics, we have already noted.

The first stage, dating back to the 1920s, is associated with a prevailing interest in exploring the role of connections between the elements of the language system.

The second stage, dating back to the 1950s, is characterized by an increased interest in the substantive side of language and work with its dynamic models; comparative historical linguistics also borrowed methods of structural linguistics.

The third stage marks the wide scale spread of structuralism ideas in the 70s, which find application in psycholinguistics, sociolinguistics, and other areas of the humanities. We can talk about the weakening of its influence since the 80s.

At the very end of the 1920s, there was an increased interest in the peculiarities of the use of terms in different languages, which eventually led to the emergence of terminology as

a separate body of knowledge within the framework of general linguistics. Currently, there are two main areas of research in terminology: on the one hand, theoretical terminology, focused on the study of the ways of the emergence and use of special vocabulary, on the other – applied terminology, engaged in optimizing the use of terms in various fields of knowledge.

The important place given to the study of terms in Russian science is evidenced by the fact that more than 2,000 dissertations have been devoted to it. Soon after, in the 70s, terminology declared itself as an independent field of linguistics, and it, in turn, began to be divided into separate areas of research; this process is steadily developing. For example, we are currently witnessing, not without the influence of cognitive linguistics, the formation of such a new field as cognitive and communicative terminology with its interest in identifying the role of terms in scientific cognition.

Foreign language teachers have long noted the importance of terms for the proper formation of skills for adequate translation of technical texts; clarifying the scientific foundations of the thought process associated with this aspect of language teaching is certainly timely and can be beneficial.

The time of the emergence of applied linguistics is considered to be the same 20s, which were the most important for linguistics. The main area of interest of this science is the optimization of language functions, whether it is a communicative function (that is, work on improving translation theory, theory and practice of teaching native and foreign languages, creating artificial languages) or a social function (justification of language policy theory of influence, political linguistics).

Responding to the needs of practice, in the 50s, applied linguistics moved to a new stage of its development, it firmly established itself among other humanities, introduced into its everyday life the achievements of many disciplines related to linguistics in one way or another.

As we mentioned above, the second stage in the evolution of linguistics should be considered the 50s. During these years, the generative linguistics of the American linguist Chomsky emerged, who set himself the task of creating a theory of language using the methods of natural sciences as a model and resorting to rigid formalization. In his own way, he solves an important question for any teacher about people's language abilities; in his opinion, these abilities can be studied using mathematical modeling. In his opinion, such abilities are based on an innate and biologically determined component. At the same time, in the 50s, for the first time they started talking about psycholinguistics as a science of language. The interest not so much in language itself as in speech activity at that time opened up a new promising area of research for scientists.

Russian psycholinguistics was formed in the 70s, when there was a need for theoretical understanding of important practical tasks, such as optimizing the process of a foreign language learning. It was then that the works of the Soviet psycholinguist A.A. Leontiev created a semantic model of linguistic knowledge acquisition used in teaching a native or foreign language. Psycholinguistics was primarily interested in the process of creating and perceiving linguistic signs in human consciousness. Studying this process requires considering how language manifests itself in consciousness from the point of view of linguistics and psychology in their complex unity. Psycholinguistics still lacks its own unique terminological apparatus. In this regard, it uses the terms of linguistics and psychology, so the shift in the focus of the analysis depends on the choice of a more linguistic or psychological perspective. Consequently, there are different interpretations of the term psycholinguistics. To properly evaluate the work in this discipline, it is necessary to take into account both the features of the historical period of the study's appearance and the scientific direction to which a particular study tends.

For teachers of foreign languages, the works of the Soviet psycholinguist A.A. Leontiev, which are fundamental to our science, are of particular value. In the 70s, in the decade when the third stage of major changes in linguistics began he developed a model for the assimilation of linguistic knowledge in learning a foreign language. In such a discipline as cultural linguistics, which finally developed in the 70s, the object of research is the relationship and interaction between culture and language and its subject is the linguistic picture of the world. The linguistic picture of the world, in turn, includes a set of knowledge about the world, reflected in vocabulary, phraseology and grammar. The research focuses on the linguistic personality in its aspect, as it appears to us in language and through language. If cultural linguistics is a theoretical discipline, then linguistics, which is close to it, has a different focus and is a practical academic discipline.

Mathematical linguistics is not exactly a close relative of linguistics; it is rather its descendant with a large share of someone else's blood, because it is no coincidence that the Department of mathematics lists this branch of knowledge. The Encyclopedia defines mathematical linguistics as a mathematical discipline that owes its origin to the need for a stricter definition of concepts and develops a formal apparatus for describing the structure of natural and some artificial languages. The time of the birth of mathematical linguistics, the science at the junction of mathematics and linguistics, is considered to be the 20s, while the final formation of science dates back to the 50s, in other words, the successes in this science coincide with the first and second stages of changes in linguistics.

The mathematical description of language is based on F. de Saussure's idea of language as a mechanism functioning through the speech activity of its native speakers. This

view made it possible to develop a purely formal apparatus for describing natural languages. To study the work of such a "mechanism", mathematical linguistics has attracted a whole arsenal of methods borrowed from other branches of science: algebra, theory of algorithms and theory of automata, set theory, statistics, mathematical logic, probability theory. The use of mathematical methods makes it possible to compile frequency dictionaries, explore the compatibility of linguistic phenomena, and study the processes of speech generation and perception.

Summing up the results of the research, we come to the conclusion that when assessing the consequences of the paradigm shift in science (the "Einstein" revolution of the late nineteenth and early twentieth centuries, the scientific and technological revolution of the 50s, changes in the approach to research objects in the 70s), the main attention was paid to breakthroughs in the field of natural sciences and related scientific and technical achievements. However, even a cursory review of the periods of mass emergence of new fields of knowledge accumulated during the twentieth century shows the temporary connection of linguistics with disciplines very far from it.

Thus, the 1920s marked the birth of analytical philosophy with its interest in natural language; in sociolinguistics, it was the time of the formation of fundamental ideas; in structural linguistics, it was the first of three stages of development; in terminology, it was the time of empirical searches for the specifics of terms in language; applied linguistics reached the level of formation of new research directions at that time.

In the 1950s, the world was flooded with new discoveries and inventions: electronics, computer science, energy, biotechnology and genetic engineering emerged and established themselves at the forefront of science. In other words, a scientific and technological revolution has taken place. And what was the situation in linguistics during this crucial decade? Brilliant!

In the 50s of the XX century, the second stage of development began in structural linguistics; mathematical linguistics and generative linguistics first declared themselves as a science; the emergence of psycholinguistics also belongs to this period as a kind of response to the needs of practice in working with language.

In the 70s, another era of changes in linguistics began. Then, at the third stage of its development, structural linguistics reached its maximum in its distribution. Applied linguistics, departing from the prevalence of theory, turned to solving the linguistic problems of the real world. Significant changes have also taken place in terminology, which has successfully developed new areas of research. In the same years, cultural linguistics finally emerged as a science, and within its framework, linguistic and ethnographic studies were developed.

The emergence and fruitful development of linguistics-related disciplines did not end there. We can single out another time period when the symbiosis of linguistics with other

sciences brought golden fruits. So, in the 90s a new stage in cultural linguistics began, in the same years the development of mathematical linguistics led to the emergence of quantitative linguistics. At the same time, cognitive linguistics firmly took its place among other sciences, by no means severing the umbilical cord connecting it with linguistics. All the facts described by us suggest that the cyclical paradigm shift in science, considered in the works of T. Kuhn, affects not only the natural, technical and social sciences, but also the science of language, bringing it closer to philosophy, mathematics, sociology, and even psychology, in short, paradoxically giving it features of a special kind of versatility.

References

1. Kuhn T. The structure of scientific revolutions. Moscow: AST: AST MOSCOW, 2009. – 317 p.

SCIENTIFIC METHODS AND TECHNOLOGIES

UDC 544.022.4

Kakorin I.A. Interaction of a metal composite based on pyrolyzed polyacrylonitrile with boron atoms

Взаимодействие металлокомпозиата на основе пиролизованного полиакрилонитрила с атомами бора

Kakorin Igor Alexandrovich,

Master's Degree, Volgograd State University, Volgograd, Russia

Какорин Игорь Александрович,
магистр, Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

Abstract. This paper investigates the creation of amorphous metals, known as metallic glasses, based on pyrolyzed polyacrylonitrile (PPAN) with the addition of cobalt and boron. Amorphous metals are characterized by the absence of an ordered crystal structure, which gives them unique physical and mechanical properties. However, their instability during heating requires the use of amorphous additives such as boron, which improves the toughness and strength of the composite, as well as contributes to the formation of a more homogeneous matrix. In the course of the study, calculations were performed using the DFT method, showing the possibility of introducing a cobalt atom into the PPAN structure and its interaction with boron atoms. The results demonstrate that boron significantly improves the performance characteristics of metal composites, increasing their heat resistance and strength. The work highlights the importance of amorphizing additives in the development of new materials with specified properties, which opens up prospects for their use in various industries, including the aerospace and automotive industries.

Keywords: amorphous metals, metallic glasses, metal composites, pyrolyzed polyacrylonitrile, cobalt, boron, amorphizing additives, mechanical properties, heat resistance, materials, materials with specified properties.

Аннотация. В данной работе исследуется создание аморфных металлов, известных как металлические стекла, на основе пиролизованного полиакрилонитрила (ППАН) с добавлением кобальта и бора. Аморфные металлы отличаются отсутствием упорядоченной кристаллической структуры, что придаёт им уникальные физические и механические свойства. Однако их нестабильность при нагревании требует использования аморфизирующих добавок, таких как бор, который улучшает ударную вязкость и прочность композита, а также способствует образованию более однородной матрицы. В ходе исследования были проведены расчёты методом DFT, показывающие возможность внедрения атома кобальта в структуру ППАН и его взаимодействие с атомами бора. Результаты демонстрируют, что бор значительно улучшает эксплуатационные характеристики металлокомпозиатов, увеличивая их термостойкость и прочность. Работа подчеркивает важность аморфизирующих добавок в разработке новых материалов с заданными свойствами, что открывает перспективы для их применения в различных отраслях, включая аэрокосмическую и автомобильную промышленность.

Ключевые слова: аморфные металлы, металлические стекла, металлокомпозиаты, пиролизованный полиакрилонитрил, кобальт, бор, аморфизирующие добавки, механические свойства, термостойкость, материалы, материалы с заданными свойствами.

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Создание аморфных металлов, также известных как металлические стекла, представляет собой интересную область материаловедения. Аморфные металлы отличаются от кристаллических металлов отсутствием упорядоченной кристаллической структуры, что придаёт им уникальные физические и механические свойства. Аморфное состояние чистых металлов нестабильно, поэтому в состав композитов включают определенные неметаллические элементы - аморфизирующие добавки, такие как кремний, бор, углерод и фосфор [1]. Эти дополнительные элементы повышают ударную вязкость и прочность композита, что делает его более устойчивым к механическим повреждениям, при этом уменьшается хрупкость материала, они способствуют лучшему сцеплению между полимерной матрицей и металлическими наполнителями, что в свою очередь улучшает общую прочность композита [2-3]. В работе исследуется металлокомпозит – пиролизованный полиакрилонитрил/кобальт [4-10] и аморфизирующий элемент - бор. Бор может образовывать аморфные структуры, что позволяет улучшать механические свойства композитов, он способствует образованию более однородной матрицы, что снижает вероятность образования трещин и дефектов, также он обладает высокой термостойкостью, что делает металлополимерные композиты более устойчивыми к высоким температурам. Бор может повышать прочность композитов за счет улучшения адгезии между полимерной матрицей и металлическими наполнителями, а также за счет формирования прочных боридов при взаимодействии с металлами.

Таким образом, бор как аморфизирующий элемент может значительно улучшить эксплуатационные характеристики металлокомпозитов на основе полимеров, что делает его ценным компонентом в разработке новых материалов.

Построение металлокомпозита на основе ППАН с атомом кобальта

Для встраивания атома кобальта рассматривалась структура монослоя ППАН с вакансионным дефектом [2-4], внедряющийся атом располагался над дефектом на расстоянии 2,8 Å. (рис.1).

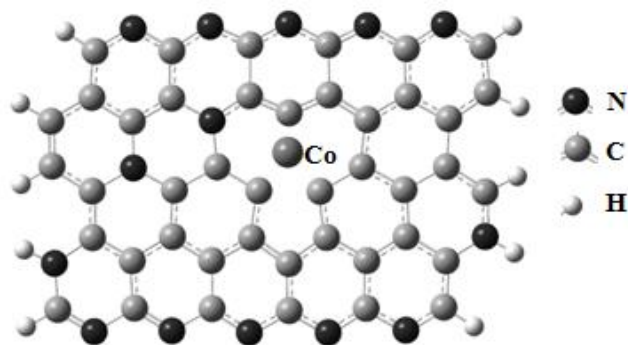


Рис.1 Атома кобальта над монослоем полимера.

Проведенные квантово – химические расчеты методом DFT позволили установить возможность образования комплекса «ППАН+атом кобальта» (рис. 2). Были определены геометрические характеристики и электронно-энергетические свойства полученных комплексов (табл. 1). На рисунке 3 представлены одноэлектронные энергетические спектры и плотность состояния.

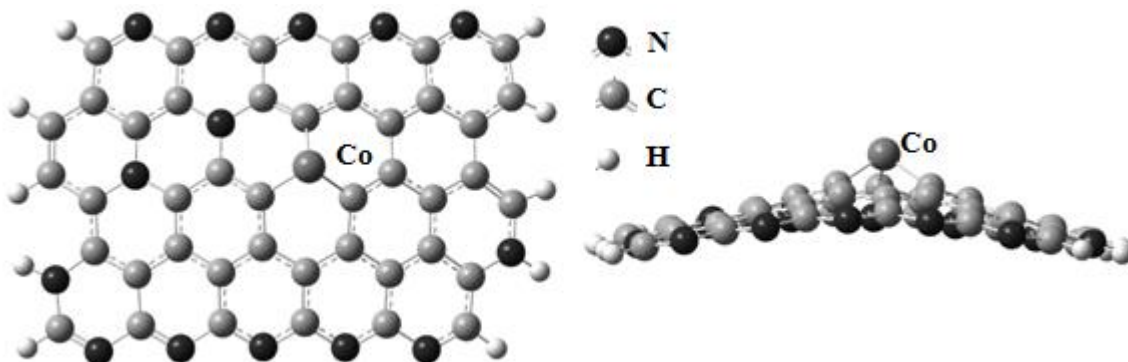


Рис.2. Геометрическая структура металлополимера «ППАН+ атом кобальта».

Поиск минимального значения полной энергии взаимодействующего слоя полимера и атома кобальта для определенного расстояния позволил определить следующее: атом кобальта в каждой точке при приближении к слою находился на прямой проходящей через центр дефекта и перпендикулярной поверхности полимера. При этом было обнаружено, что атомы около дефекта полимера и соседние атомы незначительно опускаются, но после того как расстояние между атомом кобальта и слоем ППАН становится меньше 1.8 \AA , эти атомы возвращаются в исходное положение и начинают смещаться в сторону атома кобальта, что приводит к нарушению планарности полимера.

Таблица 1

Характеристики «ППАН+ атом кобальта».

Композит	Энергия связи, эВ	Ширина запрещенной зоны, эВ	Заряды на атоме металла	Средняя длина связи C-Co, Å
«ППАН+Co»	-7,46	1,0	0,779	1,75

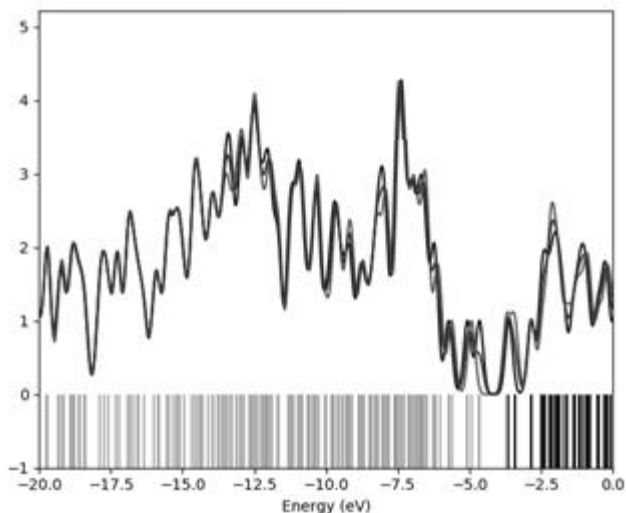


Рис.3. Одноэлектронные спектры и плотность состояния «ППАН+атом кобальта».

Взаимодействие металлокомпозита с аморфизирующим элементом бором моделировалось следующим образом: над поверхностью слоя на расстоянии 3 \AA от атома металла располагался атом бора. Рассматривалось три структуры: 1) с одним атомом бора; 2) с двумя атомами бора; 3) с тремя атомами бора. Первоначальная ориентация атомов бора относительно металлокомпозита представлена на рисунке 4

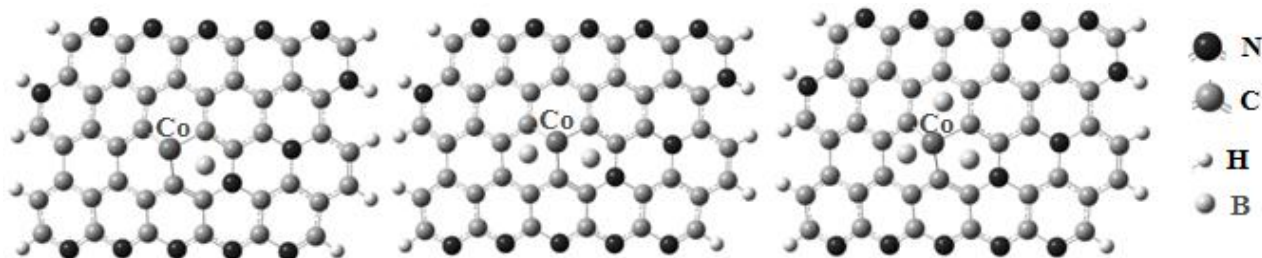


Рис. 4 Расположение атомов бора над поверхностью полимерного металлокомпозита на основе ППАН.

Оптимизация структуры позволила определить расположение атомов бора относительно поверхности металлополимерного композита. Рассмотрим структуру металлокомпозитов с аморфизирующим элементом бором более подробно: 1) Взаимодействие с одним атомом бора: при приближении атома бора к металлокомпозиту он смещается к атому металла и адсорбируется на нем. При этом длина связи Co-B равна $1,73 \text{ \AA}$; 2) Взаимодействие с двумя атомами бора: атомы бора приближаясь к металлокомпозиту «ППАН+Co» образуют химическую связь с

кобальтом, при этом один атом бора также образует связь с атомом углерода полимера. Атом металла движется навстречу атомам бора, что приводит к удлинению длины связи с атомами углерода и наблюдается разрыв одной связи; 3) Взаимодействие с тремя атомами бора: атом кобальта образует связь с тремя атомами бора.

Все описанные структуры представлены на рисунке 5.

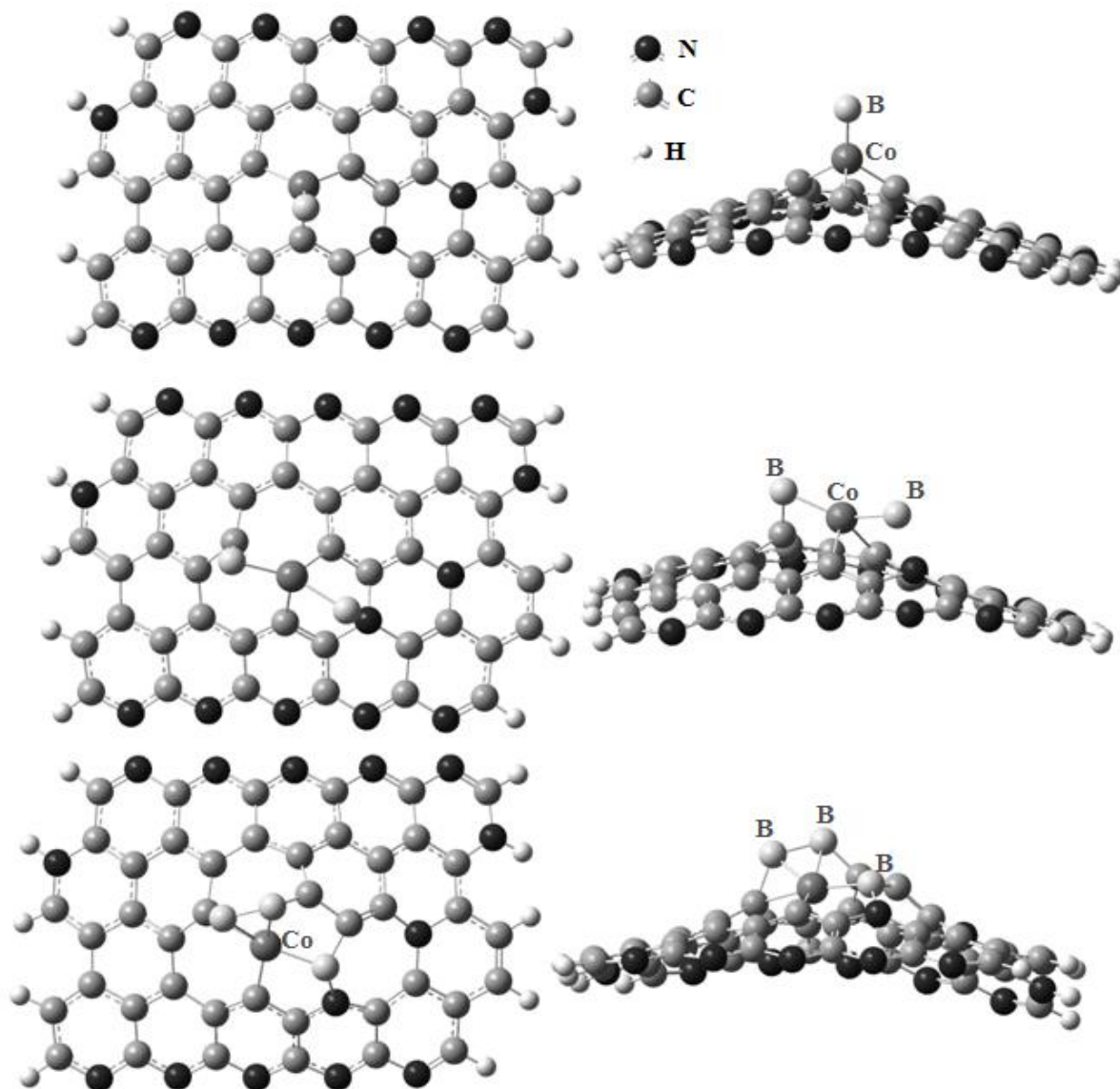


Рис. 5 Взаимодействие металлокомпозиата «ППАН+Co» с атомами бора.

Таким образом при взаимодействии металлокомпозиата с атомами бора образуются устойчивые адсорбционные комплексы. Данные о длинах связи представлены в таблице 2.

Таблица 2

Длина связи (Å) после оптимизации параметров.

Структура	Co-C	Co-B	B-C	B-N	B-B
«ППАН + Co» + B	1,81 1,82 1,84	1,73			
«ППАН + Co» + B ₂	1,84	1,93	1,5		
«ППАН + Co» + B ₃	2,03 1,84	1,837 1,934 1,871	1,54 1,5 1,48	1,48	1,56

Были определены следующие характеристики металлокомпозитов с аморфизующими присадками: энергия связи, ширина запрещенной зоны, заряды на атомах металла и аморфизующего элемента. Характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристики металлополимера с аморфизующим элементом – бором.

Структура	E _{св} , эВ	ΔE _г , эВ	Заряд на атоме Me	Заряд на 1 атоме бора	Заряд на 2 атоме бора	Заряд на 3 атоме бора
«ППАН + Co»	-7,46	1,02	0,779			
«ППАН + Co» + B	-7,38	1,03	0,224	0,171		
«ППАН + Co» + B ₂	-7,31	1,09	0,135	0,348	0,323	
«ППАН + Co» + B ₃	-7,31	1,08	0,062	0,311	0,252	0,39

Установлено, что увеличение количества атомов аморфизующего элемента приводит к увеличению ширины запрещенной зоны и уменьшению связи. Одноэлектронные спектры и плотность состояния показаны на рисунке 6.

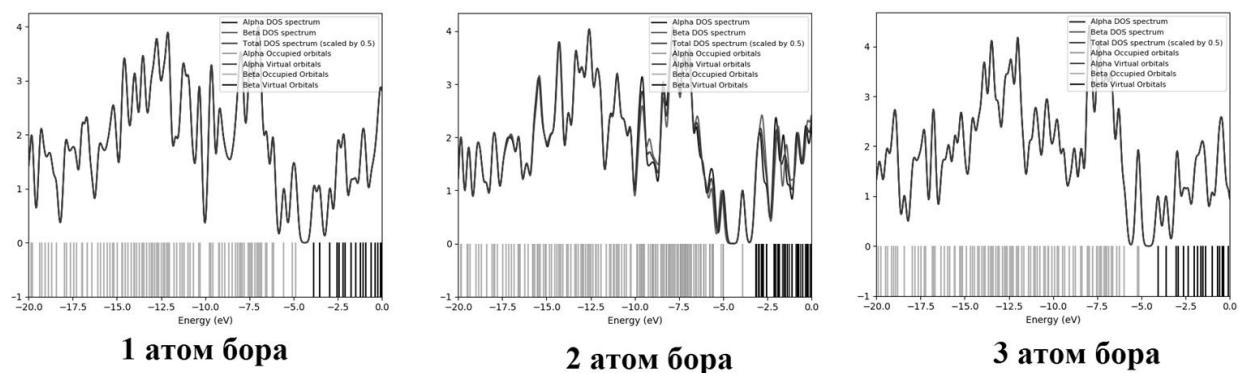


Рис. 6. Одноэлектронные спектры и плотность состояния металлокомпозита «ППАН+Co» с аморфизующим элементом бором.

В результате проведенного исследования было установлено, что бор, как аморфизирующий элемент, играет ключевую роль в улучшении механических свойств металлокомпозитов на основе ППАН и кобальта. Взаимодействие атомов бора с металлом и полимерной матрицей способствует образованию устойчивых адсорбционных комплексов, что в свою очередь повышает прочность и термостойкость композита. Увеличение количества атомов бора приводит к увеличению ширины запрещенной зоны и уменьшению энергии связи, что открывает новые перспективы для разработки современных материалов с заданными свойствами. Таким образом, использование аморфизирующих добавок, таких как бор, представляет собой эффективный подход к созданию высокоэффективных металлокомпозитов, что может найти применение в различных отраслях.

References

1. Pyrolyzed Polyacrylonitrile Based Composite with Amorphizing Silicon Additives / O. Kakorina, I. Zaporotskova, I. Kakorin [et al.] // Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies, MWENT 2020 - Proceedings, Moscow, 11–13 марта 2020 года. – Moscow, 2020. – P. 9067360. – DOI 10.1109/MWENT47943.2020.9067360.
2. Металлокомпозиты на основе пиролизованного полиакрилонитрила с примесями тройного соединения переходных металлов / О. А. Какорина, И. В. Запороцкова, И. А. Какорин, Д. П. Радченко // Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение (GRS-2019) : Материалы III Международной научно-практической конференции, Тамбов, 13–15 ноября 2019 года. – Тамбов: ИП Чеснокова А.В., 2019. – С. 222-223.
3. Давлетова, О. А. Структура и электронные характеристики пиролизованного полиакрилонитрила : специальность 05.27.01 "Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Давлетова Олеся Александровна. – Волгоград, 2010. – 17 с.
4. Metal-Polymer Nanocomposites Based on Pyrolyzed Polyacrylonitrile with Fe–Ni–Co Inclusions / I. V. Zaporotskova, O. A. Kakorina, N. P. Boroznina [et al.] // Russian Physics Journal. – 2021. – Vol. 63, No. 11. – P. 1909-1915. – DOI 10.1007/s11182-021-02250-4.
5. Simulation of pyrolysed polyacrylonitrile based composite with amorphising boron additives / O. A. Kakorina, I. V. Zaporotskova, I. A. Kakorin, L. V. Kozhitov // Journal of Physics: Conference Series : Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics:

Current Problems, Voronezh, 11–13 ноября 2019 года. – Bristol: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012131. – DOI 10.1088/1742-6596/1479/1/012131.

6. Davydova, E. S. Electrocatalytic and capacitive properties of pyrolyzed polyacrylonitrile nanofibers synthesized by electrospinning / E. S. Davydova, A. Y. Rychagov, I. I. Ponomarev // Russian Journal of Electrochemistry. – 2013. – Vol. 49, No. 10. – P. 1010-1011. – DOI 10.1134/S1023193513100066.

7. Nanostructured carbon materials based on IR-pyrolyzed polyacrylonitrile / G. P. Karpacheva, L. M. Zemtsov, K. A. Bagdasarova [et al.] // NATO Security through Science Series A: Chemistry and Biology. – 2007. – P. 577-586. – DOI 10.1007/978-1-4020-5514-0_74.

8. Semenistaya, T. V. Study of the properties of Cu-containing polyacrylonitrile nanostructured gas-sensing films / T. V. Semenistaya // Materials Physics and Mechanics. – 2018. – Vol. 37, No. 2. – P. 109-117. – DOI 10.18720/MPM.3722018-1.

9. Potentials of Polyacrylonitrile Substitution by Lignin for Continuous Manufactured Lignin/Polyacrylonitrile-Blend-Based Carbon Fibers / D. S. J. Wolz, R. Seidel-Greiff, T. Behnisch [et al.] // Fibers. – 2024. – Vol. 12, No. 6. – P. 50. – DOI 10.3390/fib12060050.

10. Rheological behavior of polyacrylonitrile and polyacrylonitrile/lignin blends / H. C. Liu, C. C. Tuan, A. A. Bakhtiary Davijani [et al.] // Polymer. – 2017. – Vol. 111. – P. 177-182. – DOI 10.1016/j.polymer.2017.01.043.

UDC 544

Panchenko A.N. Investigation of composites based on polymer compounds with carbon nanotubes

Исследование композитов на основе соединений полимера с углеродными нанотрубками

Panchenko Alexandra Nikolaevna,

Master's Student, Volgograd State University, Volgograd, Russia

Панченко Александра Николаевна,

магистрант, Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

Abstract. *In this paper, the interaction of a polymer, pyrolyzed polyacrylonitrile (PPAN), with single-walled carbon nanotubes (CNTs) of type (3,3) is investigated. The interaction between PPAN and CNT was modeled using different nanotube orientations: parallel-longitudinal, parallel-transverse, and perpendicular. The calculation results (calculations were carried out by two methods, the DFT method with a B3LYP potential and a semi-empirical PM6) showed that stable complexes are formed only with a perpendicular orientation of the CNT, which is confirmed by the presence of chemical bonds and a significant decrease in the band gap compared with pure PPAN. The data obtained highlight the potential of using carbon nanotubes to improve the properties of polymer composites.*

Keywords: *pyrolyzed polyacrylonitrile, carbon nanotubes, molecular cluster, polymer composites, chemical adsorption, energy calculations, band gap, stable complexes, interaction, nanomaterials.*

Аннотация. В данной работе исследуется взаимодействие полимера - пиролизованного полиакрилонитрила (ППАН) с одностенными углеродными нанотрубками (УНТ) типа (3,3). Взаимодействие между ППАН и УНТ моделировалось с использованием различных ориентаций нанотрубки: параллельно-продольной, параллельно-поперечной и перпендикулярной. Результаты расчетов (расчеты проводились двумя методами методом DFT с потенциалом B3LYP и полумэмпирическим PM6) показали, что стабильные комплексы образуются только при перпендикулярной ориентации УНТ, что подтверждается наличием химических связей и значительным снижением ширины запрещенной зоны по сравнению с чистым ППАН. Полученные данные подчеркивают потенциал использования углеродных нанотрубок для улучшения свойств полимерных композитов.

Ключевые слова: *пиролизованный полиакрилонитрил, углеродные нанотрубки, молекулярный кластер, полимерные композиты, химическая адсорбция, энергетические расчеты, ширина запрещенной зоны, стабильные комплексы, взаимодействие, наноматериалы.*

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Современные материалы с улучшенными механическими и электрическими свойствами играют ключевую роль в различных отраслях, включая электронику, энергетику и медицину [1]. Пиролизованный полиакрилонитрил (ППАН) является одним из таких материалов, обладающим высокой термостойкостью и прочностью [2]. В последние годы углеродные нанотрубки (УНТ) привлекают внимание исследователей благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая прочность, легкость и отличная проводимость. Взаимодействие ППАН с УНТ может привести к созданию новых полимерных композитов с улучшенными характеристиками [3-12].

В работе рассматривается молекулярный кластер слоя пиролизованного полиакрилонитрила, состоящий из 118 атомов: 72% составляют атомы углерода, 17,8% - атомы азота и 10,2% - атомы водорода (рис. 1), который взаимодействовал с наполнителем - одностенными углеродными нанотрубками типа (3,3), кластер которых содержал 60 атомов углерода. Из-за геометрических особенностей кластера ППАН было введено два обозначения для определенности - "вдоль кластера" и "поперек кластера", это четко показано стрелками на рисунке 1.



Рис. 1 Молекулярный кластер пиролизованного полиакрилонитрила.

Процесс взаимодействия нанотрубки с ППАН был смоделирован следующим образом. УНТ приближалась к полимерному слою с шагом 0,1 Å, ориентируясь относительно поверхности следующими способами:

1) параллельно-продольное расположение - трубка ориентирована параллельно вдоль кластера ППАН (рис. 2, а);

2) параллельно-поперечное расположение - трубка ориентирована параллельно поперек относительно границы кластера (рис. 2, б);

3) перпендикулярное расположение - трубка ориентирована перпендикулярно плоскости монослоя ППАН (рис.2, в). Геометрические параметры слоя оптимизировались на каждом этапе.

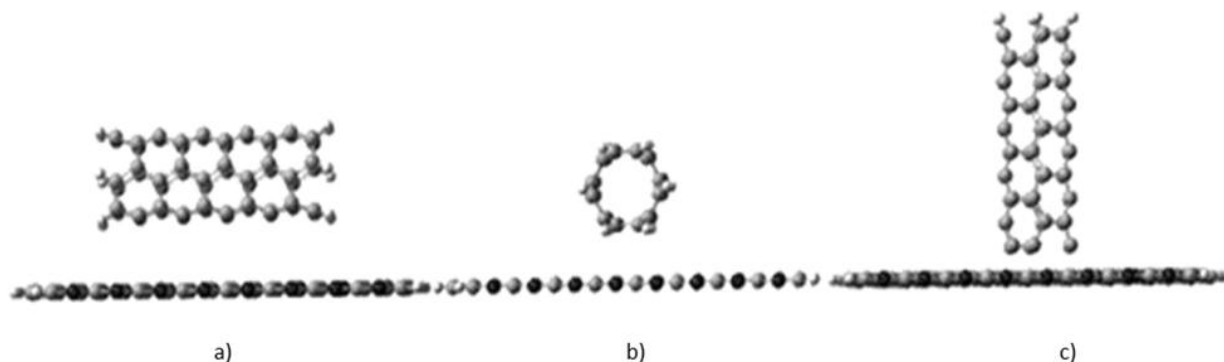


Рисунок 3.2. Ориентация нанотрубки относительно монослоя пиролизованного полиакрилонитрила: а) параллельно-продольное расположение; б) параллельно-поперечное расположение; в) перпендикулярное расположение

При параллельном расположении рассматриваются два положения нанотрубки: А) УНТ ориентирована относительно монослоя боковой гранью, когда углеродные шестиугольники параллельны плоскости ППАН; В) УНТ ориентирована цепочкой атомов углерода, расположенных в вершинах шестиугольников (рис. 3).

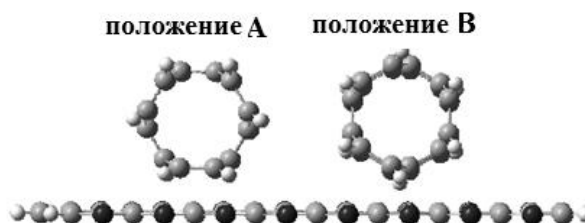


Рисунок 3. Положение УНТ относительно монослоя ППАН при параллельном расположении (А) или (В).

Выполненные расчеты взаимодействия УНТ с монослоем ПАН для случая параллельно-продольной ориентации трубки позволили построить профили потенциальной энергии взаимодействия для двух положений А и В, показанные на рис. 4. Анализ кривых показал, что параллельно-продольная ориентация нанотрубки относительно поверхности ППАН, которая привела бы к созданию стабильного комплекса, невозможна - на кривых отсутствует минимум энергии.

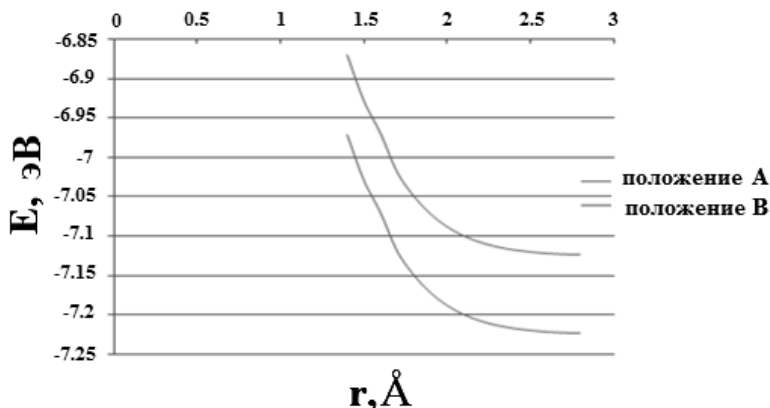


Рисунок 4. Энергетические кривые взаимодействия УНТ с монослоем ПАН методом параллельно-продольной ориентации для двух положений трубки.

Далее были рассмотрены два положения А и В с параллельным расположением нанотрубки относительно монослоя ППАН. УНТ постепенно приближался к поверхности, в результате чего были построены энергетические кривые этого процесса (рис. 5).

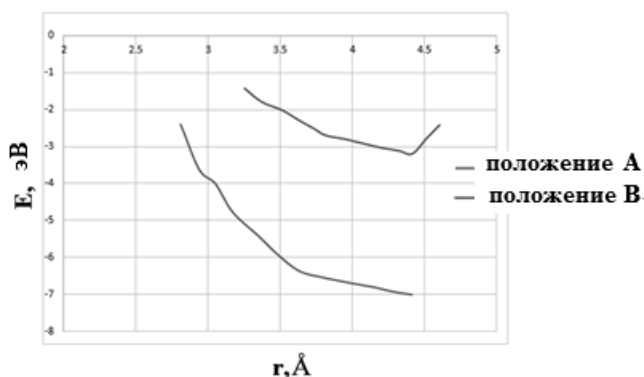


Рисунок 5. Энергетические кривые взаимодействия УНТ с монослоем ПАН методом параллельно-поперечной ориентации для двух положений трубки

Анализ результатов установил возможность существования комплекса "ППАН+УНТ" для положения А (УНТ ориентирован относительно монослоя боковой гранью, когда углеродные шестиугольники параллельны плоскости ППАН): на кривой имеется минимум, соответствующий расстоянию 4,41 Å, энергия взаимодействия составляет 3,19 эВ.

Анализ геометрии систем показал, что приближение нанотрубки к монослою ППАН вызывает изменение плоскостности слоя: слой в области нанотрубки деформируется (изгибается), нанотрубка поворачивается в сторону локализации атомов

азота в слое пиролизованного полиакрилонитрила до тех пор, пока не займет стабильное положение. Угол поворота составлял 7 градусов относительно первоначального расположения УНТ (рис. 6).

Для ориентации УНТ параллельно-поперек в положении В (УНТ ориентирована цепочкой атомов углерода, расположенных в вершинах шестиугольников) на кривых отсутствует минимум, что указывает на невозможность взаимодействия между УНТ и слоем ППАН при таком расположении.

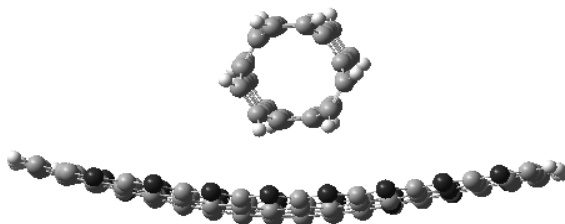


Рис. 6. Изменение геометрии комплекса с параллельным расположением УНТ относительно слоя ПАН, позиция А.

Затем было смоделировано взаимодействие нанотрубки с монослоем пиролизованного полиакрилонитрила с перпендикулярной ориентацией нанотрубки относительно слоя. Анализ рассчитанной энергетической кривой процесса (рис. 7) установил факт химической адсорбции УНТ на поверхности слоя.

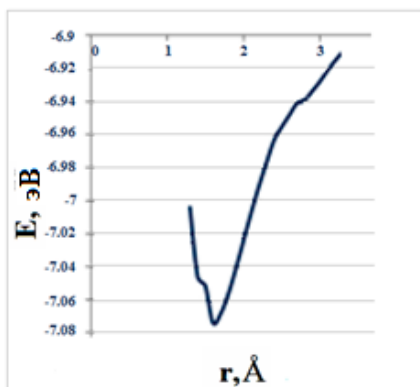


Рисунок 7. Энергетическая кривая взаимодействия УНТ и монослоя ПАН при перпендикулярной ориентации нанотрубки относительно слоя.

Анализ геометрии взаимодействующих полимера и нанотрубки показал следующее. Монослой ППАН начинает изгибаться по направлению к нанотрубке на расстоянии 3,5 Å между ними. После этого образуется химическая связь между атомами углерода нанослоя и нанотрубки, когда расстояние уменьшается до 1,6 Å.

Заключительным этапом является наклон нанотрубки на 10 градусов к нанослою относительно главной оси и образование еще одной связи между атомами углерода. Таким образом, образовались три химические связи C-C, между атомом полимера и трубкой, средняя длина связи составляет 1,59 Å, энергия взаимодействия -7,07 эВ (рис. 8, а).

Далее было рассмотрено соединение второй нанотрубки (3, 3) с адсорбционным комплексом "ППАН+УНТ". Нанотрубка располагалась перпендикулярно трубке, уже сорбированной на монослое полимера, расстояние между нанотрубками составляло 2,5 Å, среднее расстояние до монослоя полимера составляло 4,5 Å. Анализ геометрических параметров процесса поиска стабильного положения нанотрубки относительно комплекса "ППАН+УНТ" показал следующее. Нанотрубка приближается к полимерному слою на 0,5 Å, после чего дальнейшее приближение сопровождается смещением УНТ относительно исходного положения, угол отклонения составил 45 градусов; на расстоянии 2 Å атомы полимера начинают взаимодействовать с граничными атомами УНТ, а именно они двигались навстречу ему. На расстоянии 1,7 Å между атомами нанотрубки и полимера образуются четыре связи C-C, затем наблюдается уменьшение длины связи до значения 1,59 Å, энергия взаимодействия в этом случае составляет 9,53 эВ (рис. 8, б).

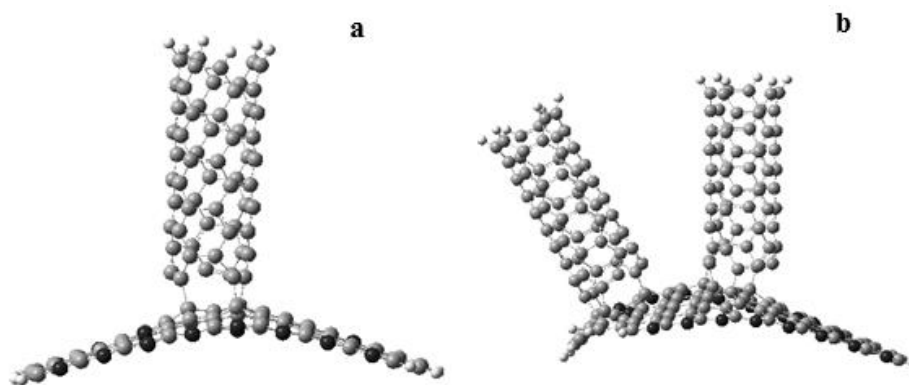


Рисунок 8. Образование адсорбционного комплекса: а) "ПАН+УНТ"; б) "ПАН+2 УНТ"

Теоретические расчеты позволили рассчитать энергию связи полученного нанокompозита (таблица 1). Расчеты проводились двумя методами РМ6 и методом DFT с функционалом В3LYP. Сравнение результатов расчетов показало, что значения энергии связи, энергии взаимодействия, расстояния адсорбции, значение геометрических параметров системы отличаются незначительно. Значения ширины запрещенной зоны, рассчитанные методом РМ6, завышены в несколько раз, и не

совпадают с экспериментальными значениями. Значения энергии связи, сопоставимые со значениями энергии чистого ППАН, доказывают, что полученные адсорбционные комплексы "ППАН+УНТ" стабильны. Было обнаружено, что взаимодействие УНТ с полимером приводит к уменьшению ширины запрещенной зоны по сравнению с шириной чистого ППАН (Таблица 1). Электронно-энергетические и геометрические характеристики полимерных композитов с УНТ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики полимерных композитов с УНТ: $E_{\text{св}}$ - энергия связи, ΔE_g - ширина запрещенной зоны, $E_{\text{ад}}$ – энергия адсорбции, $R_{\text{ад}}$ – среднее расстояние адсорбции.

Структура	Метод	$E_{\text{св}}$, эВ	ΔE_g , эВ	$E_{\text{ад}}$, эВ	$R_{\text{ад}}$, Å
ППАН	PM6	8,27	5,00		
	B3LYP	9,03	1,19		
УНТ (3,3)	PM6	7,71	5,92		
	B3LYP	8,81	2,54		
ППАН+УНТ (параллельно-поперечное расположение)	PM6	8,08	5,03	-3,61	4,32
	B3LYP	8,98	0,28	-3,19	4,41
ППАН+УНТ (перпендикулярная ориентация)	PM6	8,21	5,43	-7,29	1,54
	B3LYP	8,43	0,37	-7,07	1,59
ППАН+ 2 УНТ (перпендикулярная ориентация)	PM6	8,18	3,7	-10,03	1,55
	B3LYP	8,35	1,05	-9,53	1,59

В результате проведенного исследования было установлено, что взаимодействие молекулярного кластера пиролизованного полиакрилонитрила с одностенными углеродными нанотрубками приводит к образованию стабильных адсорбционных комплексов только при перпендикулярной ориентации нанотрубки. Энергетические расчеты показали, что при этом образуются химические связи между атомами углерода ППАН и УНТ, что подтверждается значительным снижением ширины запрещенной зоны по сравнению с чистым ППАН. Полученные результаты подчеркивают потенциал использования углеродных нанотрубок для улучшения свойств полимерных композитов, что открывает новые возможности для их применения в различных областях. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию состава и структуры таких композитов для достижения еще более высоких характеристик.

References

1. Multi-scale numerical simulations on piezoresistivity of CNT/polymer nanocomposites / B. Hu, N. Hu, Yu. Li [et al.] // *Nanoscale Research Letters*. 2012. – Vol. 7, No. 1. P. 1-11. DOI 10.1186/1556-276x-7-402.
2. Давлетова О. А. Структура и электронные характеристики пиролизованного полиакрилонитрила : специальность 05.27.01 "Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Давлетова Олеся Александровна. – Волгоград, 2010. – 17 с.
3. Крестинин А. В. Эффективность применения углеродных нанотрубок для упрочнения конструкционных полимеров // *Российские нанотехнологии*. – 2019. – Т. 14, № 9-10. – С. 18-34. – DOI 10.21517/1992-7223-2019-9-10-18-34.
4. Zeynalov E. B., Agaguseynova M. M., Salmanova N. I., 2020. Effect of nanocarbon additives on stability of polymer composites. *ChemChemTech*. Vol. 63, No. 11. P. 4-12. DOI 10.6060/ivkkt.20206311.6213.
5. Kudryavtsev P. Beilin D., 2021. Carbon nanotubes (CNT): preparation, properties, polymer and cementitious composites with using CNT review. *Scientific Israel - Technological Advantages*. Vol. 23, No. 3-4. P. 3-54.
6. Zare Y., Rhee K. Y., 2020. Polymer tunneling resistivity between adjacent carbon nanotubes (CNT) in polymer nanocomposites. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. Vol. 147. P. 109664. DOI 10.1016/j.jpics.2020.109664.
7. Minakov A. A., Schick C., 2019. Nanoscale Heat Conduction in CNT-POLYMER Nanocomposites at Fast Thermal Perturbations / A. A. Minakov, // *Molecules*. Vol. 24, No. 15. DOI 10.3390/molecules24152794.
8. Arena A., Taló M., Lacarbonara W., Snyder M. P., 2020. Enhancing flutter stability in nanocomposite thin panels by harnessing CNT/polymer dissipation. Vol. 104. P. 103495. DOI 10.1016/j.mechrescom.2020.103495.
9. Modeling the impact of glass transition on the frequency-dependent complex conductivity of CNT-polymer nanocomposites / X. Xia, Z. Du, J. Zhang [et al.] // *Mechanics of Materials*. 2022. Vol. 165. P. 104195. DOI 10.1016/j.mechmat.2021.104195.
10. Patnaik S. S., Roy T., 2021. Viscoelastic and mechanical properties of CNT-reinforced polymer-based hybrid composite materials using hygrothermal creep. *Polymers and Polymer Composites*. Vol. 29, No. 9_suppl. P. S1386-S1402. DOI 10.1177/09673911211052730.
11. Ma Q., Hao B., Ma P. C., 2022. In-situ characterization on the fracture behavior of three dimensional polymer nanocomposites reinforced by CNT sponge. *Composites Science and Technology*. Vol. 217. P. 109132. DOI 10.1016/j.compscitech.2021.109132.
12. Kallumottakkal M., Hussein M. I., Haik Y., Latef T. B. A., 2021. Functionalized-CNT polymer composite for microwave and electromagnetic shielding. *Polymers*. Vol. 13, No. 22. DOI 10.3390/polym13223907.

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

UDC 004.4

Garifullin R. Application of RxJS and NgRx for reactive programming in industrial web development: methods for managing asynchronous data streams and application state

Garifullin Rinat

bachelor's degree, Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

***Abstract.** This article examines the use of RxJS and NgRx for implementing reactive programming in the context of industrial web development. Approaches to managing asynchronous data streams and application state using modern JavaScript tools are studied. The effectiveness of these technologies is investigated various scenarios, such as event processing, data synchronization, and complex business logic management. Special attention is given to the advantages of RxJS and NgRx, including performance improvement, simplified development, and enhanced application reliability. Recommendations for their application in complex web systems are provided.*

***Keywords:** RxJS, NgRx, reactive programming, asynchronous data, state management, industrial web development, data synchronization, event processing, JavaScript.*

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

1. Introduction

Modern industrial web applications are characterized by a high degree of complexity, as they encompass numerous interconnected components and modules. Such applications necessitate efficient data exchange between various system parts, including the user interface, server-side logic, and external Application Programming Interface (API). Moreover, managing real-time data streams has become an increasingly critical challenge in the face of growing data volumes and escalating performance demands.

Reactive programming offers a fundamentally new approach to handling asynchronous data and application state. By leveraging tools such as RxJS (Reactive Extensions for JavaScript) and NgRx (Angular Reactive Extensions), developers can design architectures that streamline event processing, enhance code readability and maintainability, and improve overall application reliability. These technologies have become integral to the web development ecosystem, providing robust solutions for addressing industrial-scale challenges. The objective of this study is to explore the application of RxJS and NgRx in implementing reactive programming within the context of industrial web development.

2. Main part. Analysis of web application challenges

Modern web development is rapidly evolving to meet the increasing demands of businesses and users. Industrial web applications occupy a unique position within this ecosystem, as they address complex tasks such as processing large volumes of data, integrating with various external services, and delivering interactive user interfaces. These applications serve as a foundation for automating business processes, enhancing interactions between clients and suppliers, and improving the operational efficiency of enterprises [1].

Despite that, the complexity of modern web applications introduces a range of significant challenges. One of the key issues is establishing efficient data exchange between different parts of an application. The user interface, server-side logic, databases, and external API must operate within a unified information environment, ensuring continuous and synchronous interaction. At the same time, the asynchronous nature of contemporary systems requires developers to address issues related to processing, routing, and managing data under conditions of uncertainty, as events can occur at unpredictable intervals.

Traditional approaches to application development, which rely on direct component interaction and the use of global variables for state management, have proven increasingly inadequate in the face of growing demands. These methods fail to provide the necessary flexibility, scalability, and reliability, often leading to difficulties in code maintenance, extended development timelines, and application errors. These challenges are particularly acute in industrial projects, where each error can result in significant costs and operational disruptions.

Reactive programming offers a novel perspective on managing data and state in web applications. This approach is grounded in event-driven processing and data streams, providing developers with tools to handle asynchronous operations and enhance system predictability. The RxJS library and the NgRx framework are among the most widely adopted solutions in this domain. RxJS delivers robust mechanisms for creating, processing, and combining data streams, while NgRx focuses on application state management through a unified architecture based on Redux principles.

The adoption of these technologies in industrial web development addresses key challenges such as ensuring consistent state management in applications with numerous interacting components and facilitating asynchronous data exchange between the user interface and the server side. Likewise, these tools simplify the handling of complex interaction scenarios, including real-time updates and integration with external API.

3. Analysis of reactive programming with RxJS and NgRx

Reactive programming is a paradigm that enables the handling of events and data streams as sequences that can be manipulated declaratively. The core principle lies in focusing on what needs to be accomplished rather than how it should be implemented. This

approach is particularly relevant for modern industrial web applications, where interacting with asynchronous data and managing state often demand the simplification of complex processes.

One of the most popular libraries for reactive programming in JavaScript is RxJS. It provides functional methods for creating and processing data streams, enabling the development of applications that are resilient to asynchronous events and intricate component interaction scenarios. According to a 2023 report [2], nearly a quarter of developers worldwide have utilized this library (fig. 1).

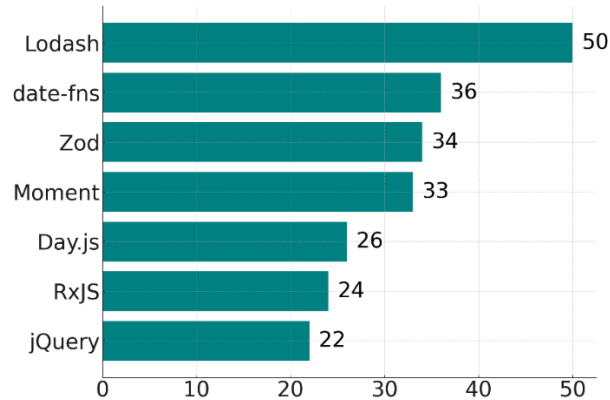


Figure 1. The usage of different libraries among worldwide specialists in 2023, %

One of the key concepts in RxJS is Observables. They are abstractions that represent data streams, which can be either asynchronous or synchronous. These streams can generate events originating from various sources, such as user input, HTTP requests, or system events [3]. Using RxJS operators, developers can perform a wide range of operations on these streams, including filtering, transformation, combination, and ordering.

The primary advantages of RxJS in industrial web development lie in its ability to manage the complexity of asynchronous operations. By utilizing operator chains, developers can significantly simplify code structure. Additionally, RxJS facilitates the combination and routing of data streams, enabling seamless integration of data from multiple sources and real-time processing. Applications also benefit from automatic responsiveness to changes in data streams, resulting in smoother and more dynamic user interactions.

An example of RxJS in action can be seen in implementing form autocompletion based on user input [4]. The event stream generated as the user types can be processed using filtering and delay operators to prevent excessive server requests, optimizing both performance and user experience.

A framework for application state management built on the principles of Redux is **NgRx**. The primary goal of NgRx is to centralize state management and ensure its

predictability, even in applications with numerous interacting components. At the core of NgRx’s architecture is the **Store**, which acts as the single source of truth for the entire application state. The state is immutable, and changes occur through **Actions** and **Reducers**, ensuring transparency and control over the data:

- **Actions:** represent descriptions of events that can occur within the application (e.g., data loading, user updates);
- **Reducers:** define how the state changes in response to actions. These are pure functions that return a new state based on the previous one;
- **Effects:** handle side effects, such as interactions with external API, and bridge the gap between state and asynchronous data streams.

Seamlessly integrating with RxJS, NgRx enables the management of complex data streams through effects. For instance, server requests triggered by user actions (e.g., button clicks, text input) can be processed as event streams, with the results automatically updating the store’s state. The combined use of RxJS and NgRx provides a comprehensive approach to industrial web application development (table 1).

Table 1

Advantages of Using RxJS and NgRx [5, 6]

Advantage	Description
Scalability	Centralized management of state and event handling simplifies the expansion of application functionality.
Predictability	Immutability of state and declarative approaches to data processing enhance reliability and ease debugging.
Simplification of asynchronous operations	Data streams enable the development of applications resilient to changes and delays inherent in asynchronous operations.
Improved code readability	Operators provided by RxJS and the NgRx architecture make the code more structured and intuitive.

Powerful tools for addressing the challenges associated with asynchronous data handling and state management in industrial web applications are offered by RxJS and NgRx. By leveraging the capabilities of Observables, operators, and a centralized store architecture, these technologies streamline the development process, enhance application reliability, and improve user experience. The seamless integration of RxJS and NgRx allows for the creation of scalable, predictable, and maintainable systems, making them indispensable for modern web development projects that require robust and efficient solutions.

4. Practical application in industrial web applications and recommendations

Indispensable tools for addressing the challenges of industrial web development, where high levels of automation and reliability are required, are RxJS and NgRx. Their adoption enables the creation of scalable applications capable of processing large volumes of data while ensuring seamless interaction between various system components.

The application of RxJS and NgRx proves most effective in a range of specific scenarios characteristic of industrial web development. One key area of their use is **monitoring and analytics systems**, such as dashboards that display real-time performance metrics, server load levels, or the operational status of manufacturing equipment [7]. In such systems, RxJS facilitates the collection of data from various sources, processes it on the fly, and consolidates it into a unified stream structure for visualization. NgRx, on the other hand, manages the state of the user interface, ensuring that the displayed data remains synchronized with the current system state.

Real-time event handling is another critical area of application. In e-commerce systems, where delays in data processing can result in lost revenue, RxJS enables immediate responses to user actions, such as adding items to a cart, modifying search parameters, or participating in promotions. In such scenarios, NgRx ensures data consistency across different application components and provides the ability to precisely restore the application state in the event of errors.

Another domain of application involves **processing data from multiple sources**. Data aggregators leveraging these technologies can efficiently collect, transform, and display information while minimizing delays and ensuring data consistency. This capability is particularly valuable in environments where sources operate asynchronously or at varying transmission speeds.

Tools like RxJS and NgRx are also utilized in implementing complex business logic, such as automated event routing, task queue management, and sequential operations that account for interdependencies [8]. These scenarios demand a high degree of reliability and predictability, which is achieved through the unified architecture for state and data stream management.

To maximize the effectiveness of RxJS and NgRx, developers should adhere to several key recommendations. Before initiating development, it is essential to define the structure of data streams, including their sources and interconnections. This allows for strategic planning regarding the most suitable RxJS operators and the elimination of redundant requests.

To prevent performance issues, operators such as 'debounceTime' or 'throttleTime' should be used when handling user actions like text input. These operators help minimize the number of server requests and avoid system overload. When using NgRx, careful planning of the state structure is crucial to avoid excessive data nesting. This approach simplifies application maintenance and reduces the time required to introduce new features.

Effects should be strictly responsible for handling side effects, such as API requests or writing to local storage. This separation of concerns helps prevent the mixing of business logic with state management, resulting in cleaner and more maintainable code that is also

scalable. Thorough testing of data streams (Observables) using tools like marble testing, along with writing unit tests for reducers and effects, significantly enhances system reliability.

The use of these technologies in the aforementioned scenarios provides industrial web applications with the flexibility, performance, and reliability required for efficient operation under conditions of intensive use and large data volumes. RxJS and NgRx empower developers to address the complex challenges of modern applications, offering robust and elegant tools for managing both data and application state.

5. Conclusion

The use of RxJS and NgRx opens new horizons in the development of industrial web applications by enabling efficient management of asynchronous data streams and application state. These technologies address key problems in modern web development, such as the complexity of component integration and data synchronization, while significantly enhancing system performance, reliability, and scalability. Reactive programming with these tools represents a pivotal step toward building more resilient, flexible, and adaptive applications that meet the high standards of businesses and users alike.

References

1. Malygin D.S. Performance issues of relational databases in distributed architectures and strategies for their solution // Modern High-Tech Technologies. – 2024. – № 10 – P. 61-71.
2. Other tools: libraries / State of JavaScript 2024 // URL: <https://2023.stateofjs.com/en-US/other-tools/> (date of application: 06.12.2024).
3. Alabor M., Stolze M. Debugging of RxJS-based applications // Proceedings of the 7th ACM SIGPLAN international workshop on reactive and event-based languages and systems. – 2020. – P. 15-24.
4. Elliott E. Composing software: An exploration of functional programming and object composition in JavaScript // Packt Publishing Ltd. – 2024.
5. Aluev A. Addressing security issues in node.js applications: the economic implications of increased security // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2024. – Vol. 9-1(96). – P. 94-98.
6. Kodali N. NgRx and RxJS in Angular: Revolutionizing State Management and Reactive Programming // Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT). – 2021. –Vol. 3048. – P. 4855.
7. Ethan C., Chloe T. Reactive Programming in Angular: Unleashing the Potential of NgRx and RxJS for State Management // International Journal of Trend in Scientific Research and Development. – 2021. – Vol. 5(6). – P. 2030-49.
8. Padalkar S., Jaybhaye M.D., Jaybhaye S.M. Angular RxJS for E-commerce Development // International Conference on Intelligent Manufacturing and Energy Sustainability. – 2023. – P. 59-68. Singapore: Springer Nature Singapore.

UDC 621.311

Sadykbek T., Telegenov Kh., Orazbayev K. Modernization of the power supply system to increase the resulting stability of the motor load units

Модернизация системы электроснабжения для повышения результирующей устойчивости узлов двигательной нагрузки

Sadykbek Toleusserik

JSC «Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University»

Telegenov Khabi

JSC «Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University»

Orazbayev Kazbek

Zhezkazgan Baikonurov University

Садықбек Төлеусерік Әбішұлы

АО «ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева»

Телегенов Хаби Есенович

АО «ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева»

Оразбаев Казбек Найманказиевич

Жезказганский университет имени О.А. Байконурова

Abstract. The results of scientific and experimental work on the creation and implementation of a microprocessor automatic reserve transfer (MART) device built on digital input value processing systems are presented. It is established that when using MART, the limitation on the total power of the motors of the power-losing section is removed. It does not require field blanking and resynchronization of synchronous motors. Reduces the cycle time of the ART with $t_{\pi}=0,7-5,0$ s with the traditional ART to $t=0,06-0,25$ s with a high-speed ART. The currents of turning on motors powered by the damaged input do not exceed $(2-2,5)I_n$.

Keywords: microprocessor automatic reserve transfer, starting device, short-time power failure, relay protection and automation (RPaA), self-starting, in-phase switching.

Аннотация. Приведены результаты расчетно-экспериментальных работ по внедрению устройства микропроцессорного автоматического включения резерва (МАВР), построенного на цифровых системах обработки входных величин. Установлено, что при использовании МАВР, снимается ограничение на суммарную мощность сохраняемых в работе двигателей потерявшей питание секции. Не требуется гашение поля и ресинхронизация синхронных двигателей. Сокращается время цикла АВР с $t_{\pi}=0,7-5,0$ с при традиционном АВР и $t_{\pi}=0,06-0,25$ с при быстродействующем АВР. Токи включения двигателей, питающихся от поврежденного ввода, не превышает $(2-2,5)I_n$.

Ключевые слова: микропроцессорное автоматическое включение резерва, пусковое устройство, кратковременное отключение питания, релейная защита и автоматика (РЗиА), самозапуск, синфазное переключение.

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

1. Введение.

Решение задачи обеспечения надежного электроснабжения потребителей возможно на основе нового класса микропроцессорных устройств быстродействующего автоматического включения резерва (БАВР) на вакуумных выключателях разработки кафедры Электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий НИУ «МЭИ» [1-5].

Использование современной элементной базы и ноу-хау в обработке сигналов обеспечивает время реакции на возникший аварийный режим от 9 до 22 мс, а в комплексе с быстродействующими вакуумными выключателями (Контакт, Таврида Электрик, ЭЛКО, АВВ, Evolis) полный цикл срабатывания устройства составляет 40–120 мс и зависит от вида и места аварии.

2. Методы и методики.

Построение БАВР основано на результатах расчетно-экспериментальных исследованиях, а также анализа аварийных режимов функционирования устройства на цифровых системах обработки входных величин.

Эффективным решением проблемы кратковременных нарушений нормального электроснабжения для газоперерабатывающих, нефтедобывающих, нефтехимических и металлургических предприятий, а также магистральных трубопроводов является применение комплексного БАВР, позволяющего осуществить почти мгновенный перевод на резервный источник питания [6-8].

Для достижения общего времени переключения на резервный ввод не более 65 мс реализован комплекс БАВР, преимущества которого по сравнению с действующими, заключается в следующем:

- минимальное время реакции на аварийный режим 5-12 мс;
- надежное и непрерывное электроснабжение потребителей за счет быстродействующего ввода резервного питания;
- переключение на резервный ввод всегда осуществляется с соблюдением синфазности источников питания;
- при срабатывании БАВР, в отличие от обычного АВР, синхронные двигатели не теряют синхронизма и не требуется гашение поля и ресинхронизация;
- токи включения двигателей, питающихся от поврежденного ввода, не превышают $(2-2,5)I_n$, что увеличивает ресурс электродвигателей и механизма;
- переходные процессы после срабатывания БАВР заканчиваются за десятые доли секунды;
- открытая логика работы с возможностью модернизации под запросы заказчика;

- работает при несимметричных коротких замыканиях (КЗ) и питающей энергосистеме, которые составляют более 80% всех КЗ, используя контроль направления мощности и особое реле направления тока;
- надежно работает как при наличии синхронных и/или асинхронных двигателей напряжением 6(10) кВ, так и при их отсутствии;
- обеспечивает уровни остаточных напряжений на шинах подстанций не ниже $0,9U_{ном}$ (время выбега на КЗ сокращается до 14–20 мс) и существенно уменьшает отпадание магнитных пускателей, контакторов в цепи питания низковольтных электродвигателей, сбои компьютерных систем управления, отключения станций управления;
- осуществляет автоматического определение значений активной, реактивной и полной мощности, напряжения и токов, состояния дискретных сигналов подстанции с поддержанием протоколов МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104 и передачей журнала событий в АСДУ;
- автоматическое осциллографирование параметров режима в энергозависимой памяти с длительностью записи не менее 600 с;
- работает без привязки к какой-либо РЗА на подстанции, а для РУ (ТП) без существующей РЗА на базе БАРВ 072 можно реализовать защиту вводов МТЗ, ТО и ЗМН;
- силовой тиристорный блок (модификация БАНР 072.02), который позволяет коммутировать силовоточные цепи включения секционного выключателя (используемые для БАРВ напряжением 35 кВ);
- работает как при схеме подстанции с секционным выключателем, так и с двумя вводами на секцию;
- обеспечивает надежное автоматическое восстановление нормального режима (ВНР) без вмешательства персонала;
- работает с любыми вакуумными и/или газовыми выключателями.

Выполненные расчетные исследования подтверждают высокую эффективность работы разработанного БАРВ по сравнению с существующей автоматикой ввода резервного питания. Снижение времени АВР с существующих 3,5 с до предлагаемых 35 мс позволит не только существенно увеличить остаточные напряжения на шинах ТП-6/0,4 кВ, секций ЗРУ-6 кВ УПСВ «Впадина», но и не выйдут за пределы критических времен нарушения нормального электроснабжения, определяемых по опрокидыванию синхронных и асинхронных двигателей при снижении напряжения на их выводах и росту угла нагрузки двигателей. Внедрение БАРВ на ЗРУ-6 кВ ТП-110/6 кВ УПСВ «Впадина»

позволит защитить оборудование, запитанное от отходящих линий РУ-6 кВ от кратковременных нарушений нормального электроснабжения в цепях питания любого из вводов подстанции.

3. Результаты.

Выводы проекта внедрения БАВР:

1. Удержание в рабочем состоянии насосов и приводов, а также вспомогательных механизмов, запитанных от ЗРУ-6 кВ ТП-110/6 кВ УПСВ «Впадина».
2. Снижение затрат на повторный запуск оборудования.
3. Увеличение срока службы трансформаторов, двигателей.
4. Повышение надежности работы электрооборудования ЗРУ-6 кВ за счет малого времени реакции на аварийный режим (5-12 мс) комплекса быстродействующего АВР.
5. Возможность автоматического восстановления нормального режима.

Ввиду того, что время отключения вводных выключателей значительно меньше времени включения секционного ($8 < 22$ мс), то предлагается одновременное АВР (рисунок 1). Ввод в работу АВР всегда будет обеспечен с контролем синфазности источников питания.

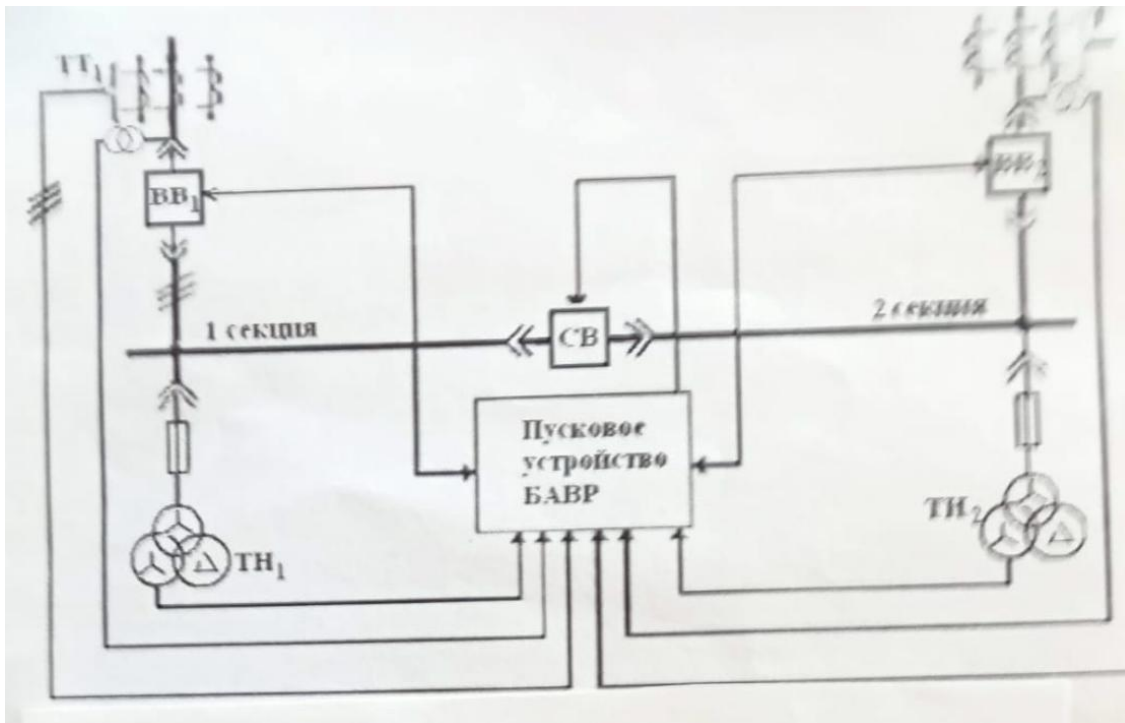


Рисунок 1. Схема быстродействующего автоматического включения резерва

References

1. Цырук С.А., Гамазин С.И., Пупин В.М., Козлов В.Н., Павлов А.О. Способ автоматического включения резервного электропитания потребителей и устройство для его осуществления // Патент РФ № 2326481. 2008. Бюл. № 16.
2. Гамазин С.И., Цырук С.А., Куликов А.И., Садыкбек Т.А., Жармагамбетова М.С., Еркелдесова Г.Т. Устройство быстродействующего микропроцессорного автоматического включения резерва нового поколения // Вестник МЭИ. – 2012. – №3. – С. 43–47.
3. Садыкбек Т.А., Мухамбетов Д.Г., Садыкбек А.Т., Гамазин С.И., Цырук С.А. Способ автоматического включения резервного электропитания и устройство для его осуществления // Патент РК № 28086. 2014. Бюл. № 1.
4. Садыкбек Т.А., Шонтыбаев Е., Гамазин С.И., Цырук С.А. Научно-технические решения по быстродействующему автоматическому вводу резерва электропитания // Транс-Экспресс Қазақстан. – 2014. – №6 (61).
5. Данилов Н.В., Цырук С.А., Садыкбек Т.А. Устройство быстродействующего включения резервного электропитания // Патент РК на полезную модель №2665. 2018. Бюл. № 10.
6. Minakova T, 2019. Method of reliability and speed increase of work of automatic input of a reserve on the basis of the microprocessor terminal. Journal of Physics: Conference Series 1384: 012030. doi: 10.1088/1742-6596/1384/1/012030.
7. Derkachev S.V., 2021. Ways of constructing of measuring and starting elements of microprocessor devices of fast acting automatic transfer switch. Vestnik IGEU: 41-48. doi: 10.17588/2072-2672.2021.1.041-048.
8. Orobchuk B, Serhii B, Buniak O, Sysak I, Kostyk L, 2023. Development of an educational laboratory stand at the base fast-acting automatic reserve input. Scientific journal of the Ternopil national technical university 112: 12-25. doi: 10.33108/visnyk_tntu2023.04.012.

UDC 629.46

Sarantuya Yu. A study on reducing idle time of local wagons

Sarantuya Yu.

Master of Science in Engineering
Railway Institute, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract. This paper investigates the percentage of freight and passenger transportation by railway over the past 14 years, playing a vital role in the social and economic development of Mongolia. To address the average idleness of wagons per one operation of freight and overcome barriers to achieving transportation volume and railway development goals by 2030, this study investigates the unloading dynamics at all stations of the UB Railway JVC over the past decade. The study examines the efficiency of shunting locomotives utilized in disassembling and placing unloaded wagons on branch tracks at stations with high unloading demand. Additionally, it conducts operational analysis by marshalling trains based on destination stations, cargo receivers, and branch line zoning to explore the potential reduction of local wagon idle time, impacting the average idle time per one freight operation.

Key words: transported freight, local wagons, shunting locomotives, branch tracks

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Introduction

In 2021, railway transport significantly contributed to our country's freight transportation sector, with a record-breaking 31.2 million tons of cargo transported, marking a 4.2 percent increase from the previous year, and Decreased in 2022 due to the epidemic.

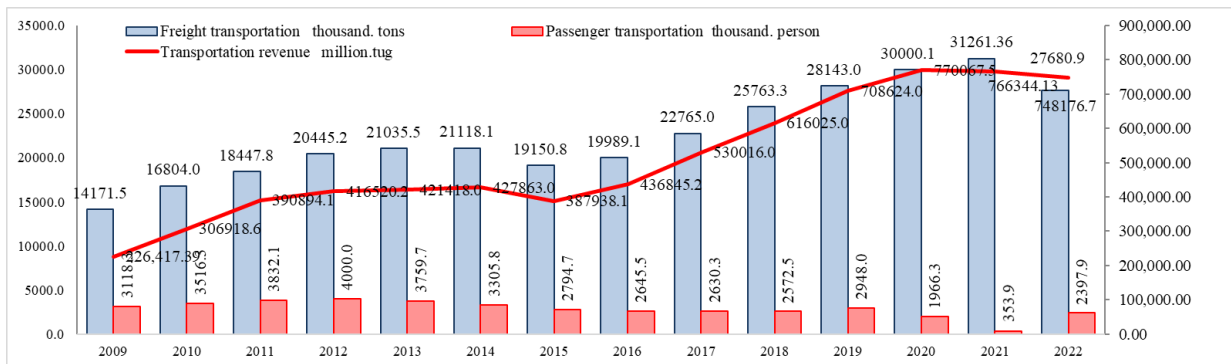


Figure 1. The freight transported by Railway over the past 14 years

In 2020, export freight experienced a significant increase of 12.1 percent compared to the previous year, while container train travel along the main line showed a remarkable rise of 59

percent. However, due to the epidemic, local passenger transport was suspended, resulting in a decline of 33.3 percent and 47.9 percent in passenger turnover compared to the previous year.

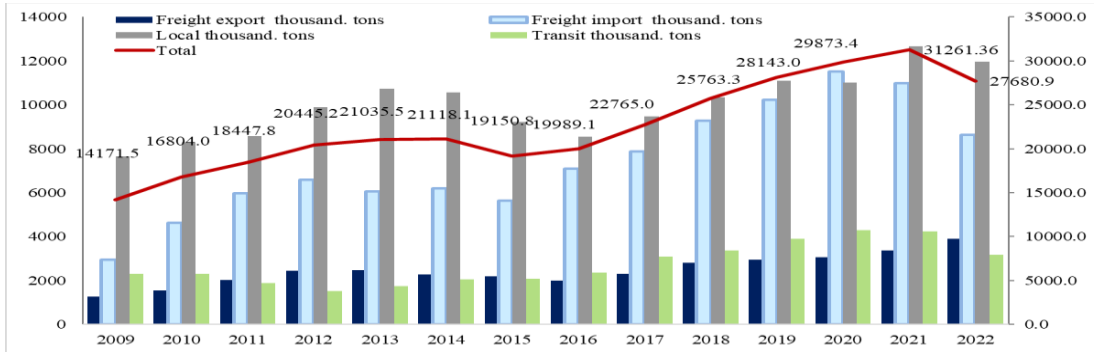


Figure 2. The percentage of freight transported by Railways

Although the rise in freight transportation volume (Figure 1, 2) enables the fulfillment of the plan to transport 41.1 million tons in 2025 and 56.7 million tons in 2030, as outlined in the long-term program for the development of the UB Railway JVC until 2030 (Compendium of the Reform and Development Program of UB Railway JVC- 2030 Reports, Published in 2017, p. 55), achieving these goals requires the gradual implementation of technical and technological progress and modernization efforts. This includes initiatives like expansion and enhancement of the foundational infrastructure, the construction of a new station and level crossing, a two-track entrance, a second main line, marshalling yards in line tracks, and modernization of the locomotive fleet. Consequently, the introduction of new technology and the reduction of average wagon idle time per load operation are closely tied to the local wagon idle time at the station. To address this, a functional study has been conducted on the proposed technology to be implemented on wagons upon arrival at the station.

Results of Research and Development

Wagons used for various freight operations such as loading, unloading, transshipment, sorting of small parcels, and handling containers, are termed local wagons. These wagons are categorized based on the specific freight operations as follows:

- Local wagons arriving loaded and leaving empty
- Local wagons arriving empty and leaving after loading
- Local wagons arriving with cargo, then reloaded and leaving the station
- Local wagons arriving with containers or sample cargo for sorting

Wagons are classified into single cargo operations or dual cargo operations (loading and unloading), depending on the number of cargo operations they undergo. This encompasses a range of activities, including, placing wagons at the loading point, distributing them at various loading and unloading points, transferring for dual operations of freight, collecting and setting wagons on station tracks after unloading, cleaning, washing, and sanitizing wagons, conducting technical and commercial inspections before loading, transferring cargo from one wagon to another, positioning wagons on the branch track owned by a company for small parcel sorting and retrieving them etc.

Operations on local wagons, depending on the organization of work, type of cargo, and the location of stations and sidings, are conducted on both public and special branch tracks.

According to a survey of wagons arriving at the station of UB Railway JVC for loading and unloading operations (Figure 3), there has been a significant increase in freight activity over the last ten years. The survey indicated a notable rise in unloading operations at major stations, with Ulaanbaatar handling 1,122,063 wagons, Tolgoit 285,489 wagons, MCh-UB 251,016 wagons, Erdenet 147,696 wagons, Darkhan-2 98,953 wagons, MCh-Zuud 63,821 wagons, MCh- Tolgoit 53,122 wagons, Zamyn-Uud 46,657 wagons, Sainshand 45,276 wagons, Khotol 35,134 wagons, and Choir 30,259 wagons.

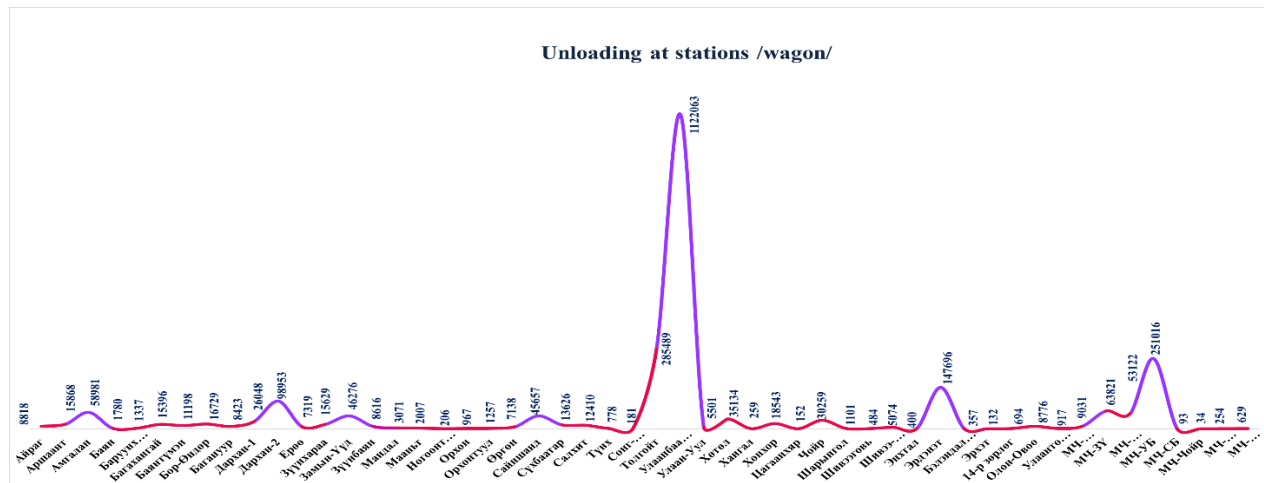


Figure 3. Unloading at all stations of UB Railway JVC /increase over the past 10 years/

At Ulaanbaatar station, there is a hump with marshalling equipment for disassembling trains. However, at all other stations, trains are marshalled only upon arrival. After technical and commercial inspections, loaded wagons are separated using unloading branch tracks and receivers. Shunting work is then conducted using shunting sidings. Table 1 presents data on the number of shunting locomotives and their total hours of operation at stations where shunting work is conducted on shunting sidings.

Table 1

Total hours of shunting locomotives operation

Stations	Operation at stations	Operation at sidings	Transference	Mealtime	Hot downtime	Shift handover	Stoppage due to breakdown	TO-2 servicing	Number of shunting diesel
Zamyn-Uud	4631	2765	12	620	865	562	231	325	4
Sainshand	3921	884.7	8.5	274	1096	274	45.2	53.4	2
Choir	1653	3493	56.5	511	509.5	284	30.5	18	1
Baganuur	991	2096	7	274	512	274	35	24	1
Ulaanbaatar	14878	13251	41	1350	0	2700	0	180	4
Tolgoit	4934	5620.5	76.1	420.3	161.5	230	764.3	317.2	3
Zuunkharaa	1563	3295	58	520	264	274	26	25	1
Darkhan	8406	3383.2	202.8	566.7	358.9	548.6	31.2	223.2	3
Sukhbaatar	3640	411	0	234	411	146	0	40	2
Total	44617	35199.4	461.9	4770	4177.9	5292.6	1163.2	1205.8	21

Efficiently diversifying loading and unloading activities, implementing suitable technologies for various types of cargo, coordinating arrivals and departures, and ensuring seamless operations at local wagon stations are essential for minimizing idle time. This requires close coordination between technical and freight commercial operations, as well as alignment with branch track operations and train traffic diagrams.

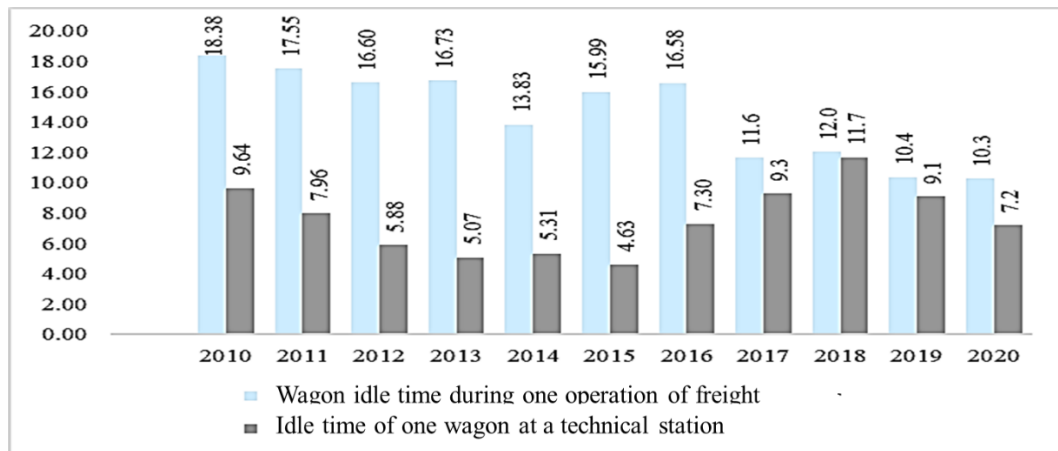


Figure 4. Wagon Idle Time

The total stoppage time of local wagons at a station equals the sum of all operational hours, but it's important to consider potential idle intervals between operations. Idle time, while

waiting for local wagons to be placed and retrieved, can be reduced by enhancing the utilization of shunting locomotives or by effectively coordinating shunting operation.

The freight imports arriving at the local unloading by UB Railway JVC (Figure 2) are distributed with 70% coming through Zamyn- Uud station and 30% through Sukhbaatar station. Most of the cargo imported from China at Zamyn-Uud Station consists of container cargo, construction materials, and other goods.

According to the study on DU-1 specifically the document detailing 957 trains dispatched from Zamyn-Uud station to Ulaanbaatar station from January to October 2019, cargo undergoes a gauge transfer from narrow gauge to broad gauge at Ulaanbaatar station. Subsequently, the trains are marshaled according to their destination, as depicted in Figure 5.

16	РЖД	60778123	вс	4	гв	23 4	1	Армавир	16 6	76	ТОЛГОИТ	2019 05 26 16 29	гвар
17	УБЖД	220426	т	4	вон	22 7	1 41	Мэшин үеэлэв	41 16	76	ТОЛГОИТ	2019 05 26 12 24	Таш
18	УБЖД	94190980	т	4	вон	24	1 12	Чингэлзүг ачаатай	8 79	76	ТОЛГОИТ АШЛИ	2019 05 26 12 24	гвар
19	УБЖД	20000568	т	4	вон	20 2	1	Чингэлзүг ачаатай	8 79	76	ТОЛГОИТ АШЛИ	2019 05 26 12 24	гвар
20	УБЖД	211011	м	4	вон	18 5	1	Чингэлзүг ачаатай	8 79	76	ТОЛГОИТ АШЛИ	2019 05 26 12 24	гвар
21	УБЖД	221366	м	4	вон	18 1	1	Чингэлзүг ачаатай	8 79	76	ТОЛГОИТ АШЛИ	2019 05 26 12 24	гвар
22	УБЖД	211805	м	4	вон	17 9	1	Чингэлзүг ачаатай	11 7	76	ТОЛГОИТ АШЛИ	2019 05 26 12 24	гвар
23	УБЖД	20001129	т	4	вон	19 6	1	Чингэлзүг ачаатай	11 09	76	ТОЛГОИТ Сүтэй Богд Бомд Транс ХХК	2019 05 27 00 10	Таш
24	УБЖД	94190659	т	4	вон	24	1 12	Чингэлзүг ачаатай	12 65	76	ТОЛГОИТ Сүтэй Богд Бомд Транс ХХК	2019 05 27 00 20	Таш
25	УБЖД	94190972	т	4	вон	24	1 12	Чингэлзүг ачаатай	12 53	76	ТОЛГОИТ Сүтэй Богд Бомд Транс ХХК	2019 05 27 00 24	гвар
26	УБЖД	210633	м	4	вон	17 5	1	Чингэлзүг ачаатай	12 7	76	ТОЛГОИТ Сүтэй Богд Бомд Транс ХХК	2019 05 27 00 24	гвар
27	УБЖД	20001343	т	4	вон	19 8	1	Чингэлзүг ачаатай	10 5	76	Толгойм голд	2019 05 25 23 06	гвар
28	УБЖД	210617	м	4	вон	17 8	1	Чингэлзүг ачаатай	10 79	76	Толгойм голд	2019 05 25 23 06	гвар
29	УБЖД	211730	м	4	вон	18 1	1	Чингэлзүг ачаатай	10 14	76	Тол Ашли	2019 05 26 23 06	гвар
30	УБЖД	211797	м	4	вон	18 4	1	Чингэлзүг ачаатай	9 78	76	Тол Ашли	2019 05 26 23 06	Таш
31	УБЖД	20000663	т	4	вон	18 3	1	Чингэлзүг ачаатай	10 22	76	Тол Ашли	2019 05 26 23 06	гвар
32	УБЖД	220632	т	4	вон	21 1	1 41	Чингэлзүг ачаатай	41 04	76	Тол Ашли	2019 05 26 12 29	гвар
33	УБЖД	94190550	т	4	вон	24	1 12	Чингэлзүг ачаатай	44 11	76	Тол Ашли	2019 05 26 01 22	гвар
34	УБЖД	94190485	т	4	вон	25 5	1 12	Чингэлзүг ачаатай	10 35	76	Тол Ашли	2019 05 26 23 06	Таш
35	УБЖД	320283	т	4	вон	22 3	1 04	Чингэлзүг ачаатай	46 34	76	Тол Ашли	2019 05 26 12 24	гвар
36	УБЖД	210427	м	4	вон	16	1	Чингэлзүг ачаатай	46 34	76	Тол Ашли	2019 05 26 12 24	гвар
37	УБЖД	211052	м	4	вон	18 1	1	Чингэлзүг ачаатай	11 75	76	Тол Шигшэн	2019 05 25 17 30	гвар
38	УБЖД	211953	м	4	вон	18 1	1	Чингэлзүг ачаатай	12 06	76	Тол Ашли	2019 05 26 23 06	гвар
39	УБЖД	94190642	т	4	вон	24	1 12	Чингэлзүг ачаатай	7 3	76	Тол Трансгойт	2019 05 26 12 24	гвар
40	УБЖД	94190519	т	4	вон	25 5	1 12	Чингэлзүг ачаатай	27 43	76	Тол Пачирмак ХХК	2019 05 26 12 24	Таш
41	УБЖД	220988	м	4	вон	17 0	1	Чингэлзүг ачаатай	13 25	76	Тол Ашли	2019 05 26 23 06	гвар
42	УБЖД	212373	м	4	вон	20 4	1	Чингэлзүг ачаатай	6 6	76	Тол Трансгойт	2019 05 26 12 24	гвар
43	УБЖД	210989	м	4	вон	18 4	1	Чингэлзүг ачаатай	10 81	76	Тол Сүтэй Богд Бомд Транс ХХК	2019 05 27 17 30	Таш
44	УБЖД	94190816	т	4	вон	24	1 12	Чингэлзүг ачаатай	12 65	76	Тол Сүтэй Богд Бомд Транс ХХК	2019 05 27 17 30	Таш
45	УБЖД	220426	т	4	вон	18 3	1	Чингэлзүг ачаатай	17 88	76	Тол Интерком	2019 05 26 23 06	гвар

Figure 5. A piece of document that trains are marshalled by their destination

Trains from that station are not appropriately grouped according to zoning groups and receivers. Consequently, at each station where the wagon is unloaded, shunting operations are performed using a shunting siding on the station track to transfer it to the unloading branch track.

As depicted in Figure 5, during unloading operations, the train originating from Zamyn-Uud station arrives at UB station and subsequently merges with Tolgoit station. Upon arrival at Tolgoit station, the recipient of the unloading process utilizes "Tol Ashli" wagons on a branch track to reshuffle them using the shunting siding three times before finally placing them onto the unloading branch track.

As indicated in Table 1, the duration of this operation is calculated based on the "Working time at the station" and significantly affects the idle time of local wagons. The working time on the branch track encompasses the period during which the wagons marshaled at the station are placed on the unloading track and retrieved.

On the branch tracks, organizing marshaling and shunting operations by the unloading branch tracks and the recipient for unloading incurs considerable time and expenses for the shunting brigade. The cost of one hour of shunting operation is detailed in Table 2.

Table 2

Cost of one hour for the shunting brigade

Hourly consumption of the shunting brigade		Uses	Cost /tugrug/
Shunting brigade	Hourly wage or payment of machinists	Hourly wage or payment of machinists	7300
		Assistant Engineman	6800
	Cost of materials for one hour of shunting locomotive operation	Fuel (17litres) /2690/	45730
		Oil (50grams)	915
		Water	50
		Sand	60
	Hourly wage or payment of train shunting operators	Rank YI	9063
		Assistant worker with Rank V	7647
	Total		

Assuming that 40% of the total 44,617 hours worked at the station (Table 1), or 17,846 hours, will be spent on branch tracks for unloading, the cost would amount to 1,384 million MNT.

Therefore, implementing the following measures could potentially improve the utilization of shunting locomotives working at the station, reduce the idle time of local wagons waiting for positioning and retrieval, and minimize the duration of shunting and marshaling. This, in turn, would reduce the average idle time of wagons per freight operation (Figure 4). The measures include:

1. Segmenting the station branch tracks into East zones I and II, Central zones III and IV, and West zone V, respectively. (For example, the case of Tolgoit station in Figure 6.)

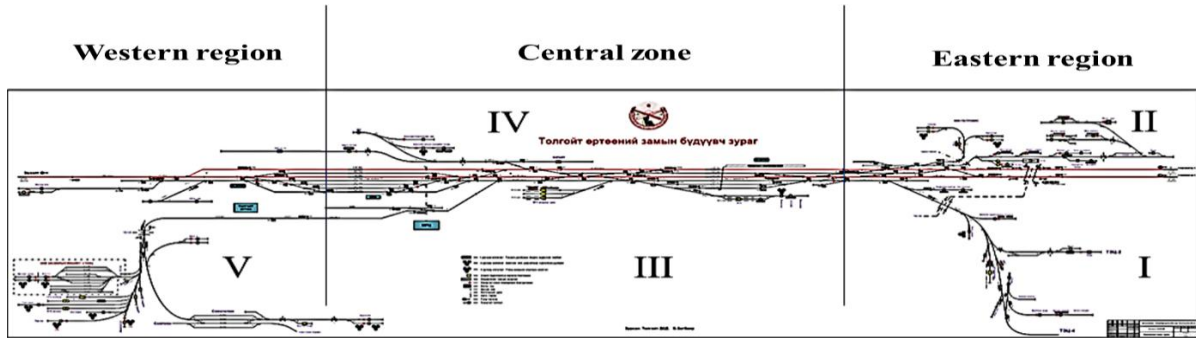


Figure 6. Schematic Diagram of Tolgoit Station Tracks and Sidings Divided into Zones

2. The owners of sidings, client companies, and citizens should include the name of the departure station, the receiving siding, and the grouping number for zoning on the cargo documents issued from the station of origin. For instance, documents may indicate Tolgoit station Magnai Trade V- (TLG.MT.V) or station code (76.MT.V), among other possibilities. Additionally, an owner of a siding can also be coded.
3. The freight operator at the station where the cargo is loaded into the wagon should input the arrival station, receiving siding, and zoning group number into the ATMS program, following the format illustrated in Figure 7. For instance, Tolgoit station, Altan Taria-I (76.A.Taria.I), etc.

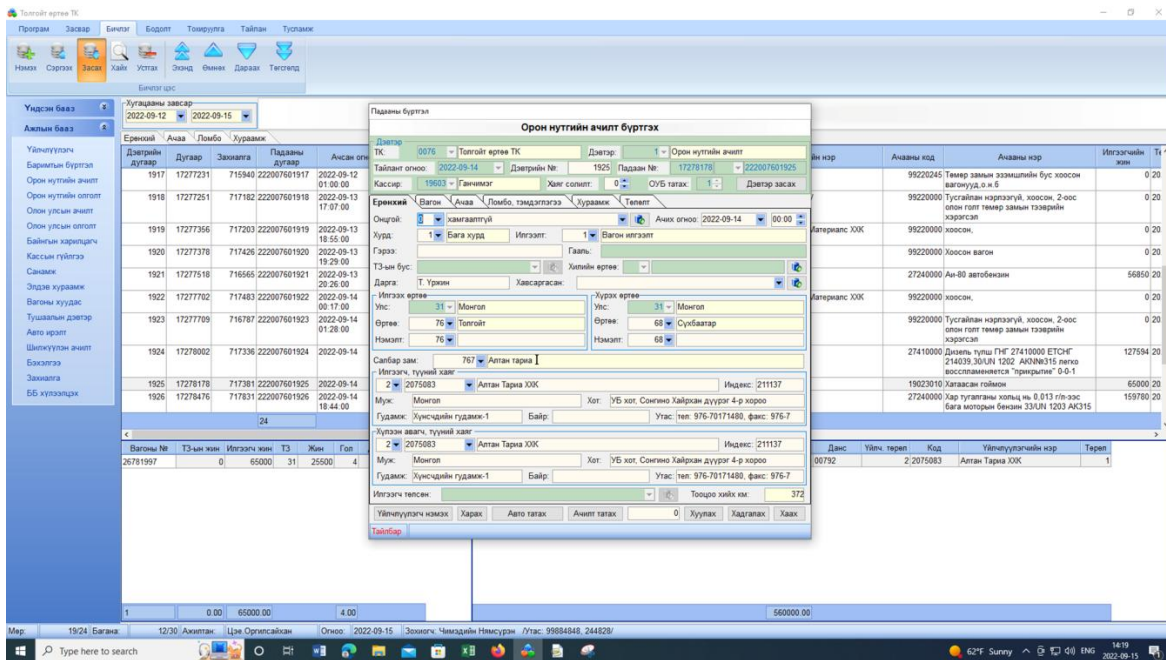


Figure 7. ATMS application used by a freight operator at the station where the freight is loaded into wagons

4. Trains should be marshaled according to destination stations, receiving sidings, and zoning groups as specified in the marshaling plan at the station.

As a result of the preparation conducted in the above sequence, upon the train's arrival at the unloading station, the wagons designated for unloading on the branch track will be retrieved from the station track and arranged on the unloading tracks without requiring additional dismantling and marshaling at the unloading station for each zoning group. This process will lead to a reduction in the number of shunting operations, shunting time, fuel costs of the shunting locomotives, and idle times for wagons.

Conclusion

In conclusion, implementing measures to marshal trains by sorting shipments at the loading station based on destination station, receiving branch line, and zoning group facilitates the efficient positioning of local wagons on sidings at unloading stations. This approach reduces the need for extensive shunting operations and minimizes time spent at the station, leading to cost savings in terms of shunting brigade expenses and idle times for local wagons. By improving the productivity of shunting locomotives, accelerating car turnover, increasing station throughput capacity, and reducing the average wagon idle time per operation, overall efficiency in railway operations can be significantly enhanced.

References

1. Lhagvasuren Ch. "Organization of Train Traffic in Railway Transport." UB: Gan Zam, 2015, 250p.
2. Sukhee. D. "Organization and Management of Railway Operation. " UB: Gan Zam, 2014, 460p.
3. Sengee. L. "The Years Leading up to Development." UB: Gan Zam Press, 2014, 88p.
4. Database of Statistical Information. Available at: <https://www.1212.mn>
5. "Reform and Development Program of Ulaanbaatar Railway JVC - 2030: Collection of Articles." Ulaanbaatar, Mongolia: Northern Railways LLC, 2017, p.210.
6. "Technological Process and Technical Ordinance Act of Tolgoit station, Development Plan for Tolgoit station until 2030.

UDC 621.316.925.1

Telegenov Kh. Modern microprocessor-based relay protection and automation devices

Современные микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики

Telegenov Khabi

JSC «Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University»

Телегенов Хаби Есенович

АО «ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева»

***Abstract.** The main disadvantages and advantages of the operated relay protection devices (RP) on analog electromechanical, static and digital relays are considered in the article.*

***Keywords:** relay protection, short circuit, automatic reclosing, automatic reserve input, digital protection.*

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные недостатки и преимущества эксплуатирующихся устройств релейной защиты (РЗ), выполненных на аналоговых электромеханических, статических и цифровых реле.*

***Ключевые слова:** релейная защита (РЗ), короткое замыкание (КЗ), автоматическое повторное включение (АПВ), автоматический ввод резерва (АВР), цифровая защита.*

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

1. Введение.

Большинство ныне эксплуатирующихся устройств РЗ выполнены на базе аналоговых электромеханических и статических реле, на долю цифровой РЗ приходится не более 10%. Многолетняя статистика показывает, что высокий процент правильных действий аналоговой РЗ достигается благодаря большим трудозатратам на ее обслуживание. Наряду с этим для аналоговой РЗ характерны и некоторые существенные недостатки, которые препятствуют или существенно затрудняют комплексную автоматизацию энергосистем. К таким недостаткам относятся:

- большое время устранения междуфазных КЗ, особенно на головных участках, то есть вблизи источников питания, из-за высоких значений ступеней селективности, отсутствия в большинстве электроустановок ускорения РЗ после АПВ, отсутствие логической защиты шин;
- невозможность выполнения многократных устройств АПВ, в том числе из-за указанного ранее отсутствия ускорения защиты после АПВ;

- большие трудности выполнения автоматического отключения поврежденного участка, бестоковой паузы с помощью управляемых разъединителей;
- трудности в выполнении устройств для автоматического изменения установок срабатывания РЗ при внезапном изменении режима питания электрической сети, что необходимо для сетей с двумя источниками питания и так называемым сетевым АВР;
- отсутствие эффективной РЗ от однофазных замыканий на землю.

2. Методы и методики.

Одним из способов повышения надежности электроснабжения промышленных предприятий является применение цифровой релейной защиты. В современном цифровом устройстве могут быть совмещены многие функции: РЗ от всех видов повреждений и аномальных режимов работы электроустановок, АВР, автоматическое отключение поврежденного участка и других автоматических устройств управления в аварийном и послеаварийном режимах, измерение и запись электрических величин, оперативное и запрограммированное управление коммутационными аппаратами, определение места повреждения на аварийно отключившейся линий и т.д.

В настоящее время большинство фирм производителей прекращают выпуск электромеханических реле и устройств и переходят на цифровую элементную базу [1, 2, 3, 4].

Переход на новую элементную базу не приводит к изменению принципов релейной защиты и электроавтоматики, а только расширяет ее функциональные возможности, упрощает эксплуатацию и снижает стоимость. Именно по этим причинам микропроцессорные реле очень быстро занимают место электромеханических и микроэлектронных.

Основные характеристики микропроцессорных защит значительно выше микроэлектронных, а тем более электромеханических. Так, мощность, потребляемая от измерительных трансформаторов тока и напряжения, находится на уровне 0,1–0,5 ВА, аппаратная погрешность в пределах 2–5%, коэффициент возврата измерительных органов составляет 0,96–0,96.

Мировыми лидерами в производстве релейной защиты и автоматики являются европейские концерны ALSTOM, ABB и SIEMENS. Общим является все больший переход на цифровую технику. Цифровые защиты, выпускаемые этими фирмами, имеют высокую стоимость, которая, впрочем, окупается их высокими техническими характеристиками и многофункциональностью.

Современные цифровые устройства РЗА интегрированы в рамках единого информационного комплекса функций релейной защиты, измерения, регулирования и

управления электроустановкой. Такие устройства в структуре автоматизированной системы управления технологическими процессами энергетического объекта являются оконечными устройствами сбора информации. В интегрированных цифровых комплексах РЗ появляется возможность перехода к новым нетрадиционным измерительным преобразователям тока и напряжения – на основе оптоэлектронных датчиков, трансформаторов без ферромагнитных сердечников и т.д. Эти преобразователи технологичнее при производстве, обладают очень высокими метрологическими характеристиками, но имеют малую выходную мощность и непригодны для работы с традиционной аппаратурой.

Цифровые микропроцессорные комплексы РЗ являются интеллектуальными техническими средствами. Им присущи [5, 6, 7]:

- 1) многофункциональность и малые размеры (одно цифровое измерительное реле заменяет десятки аналоговых);
- 2) дистанционные изменения и проверка установок с пульта управления;
- 3) ускорение противоаварийных отключений и включений;
- 4) непрерывная самодиагностика и высокая надежность;
- 5) регистрация и запоминание параметров аварийных режимов;
- 6) дистанционная передача оператору информации о состоянии и срабатываниях устройств РЗ;
- 7) возможность вхождения в состав вышестоящих иерархических уровней автоматизированного управления;
- 8) отсутствие специального технического обслуживания, периодических проверок настройки и исправности.

3. Результаты.

Опыт применения цифровых устройств позволяет сделать вывод о том, что затраты на установку и эксплуатацию этих устройств окупаются в течение нескольких лет только лишь за счёт снижения ущерба у потребителей и, следовательно, из-за недоотпуска электроэнергии, уменьшение расходов на компенсацию этого ущерба со стороны электроснабжающей организации. Использование цифровых устройств РЗ дает дополнительный экономический эффект благодаря существенному снижению расходов на обслуживание РЗ, уменьшению размера повреждения электроустановок за счёт быстрого устранения КЗ и осуществления противоаварийной защиты электрооборудования от опасных аномальных режимов.

References

1. Киреева Э.А., Цырук С.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учеб. для студентов. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.
2. Шабад М.А. Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2000. – 68 с.
3. Садыкбек Т.А. Режимы систем промышленного электроснабжения с электродвигательной нагрузкой: учеб. пособие. – Алматы: КазАТК, 2010. – 163 с.
4. Садыкбек Т.А., Сагитов П.И. Электромеханика и электромеханическое оборудование: учеб.-методическое пособие. – Алматы.: КазАТК, 2012. – 290 с.
5. Neftissov A, Kazambayev I, Kirichenko L, Urazayev D, Biloshchytskyi A, Abdirashev O, 2024. Identification of characteristics of conceptual prototype of microprocessor resource-saving relay protection system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 5: 60-69. doi: 10.15587/1729-4061.2024.312489.
6. Moiseev V, 2022. Provision of Cyber Security for Microprocessor and Relay Processor Interlocking Systems on Russia Railway JSC. Prospects and Practical Application of the Remedies. Transport automation research 8: 266-275. doi: 10.20295/2412-9186-2022-8-03-266-275.
7. Polishchuk V, Kritsky M, Bannov D, Malyshev S, 2020. Application of unified microprocessor relay protection units in electrical machine diagnostics. Power engineering: research, equipment, technology 21: 93-100. doi: 10.30724/1998-9903-2019-21-6-93-100.

UDC 37.013

Zabolotsky S.Y., Tolstykh G.V. Improving the efficiency of operation of hydraulic emergency rescue tools in low-temperature conditions

Повышение эффективности эксплуатации гидравлического аварийно-спасательного инструмента при низкотемпературных условиях

Zabolotsky Semen Yakovlevich,

student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"North-Eastern Federal University",
Yakutsk

Tolstykh Gennady Vladimirovich,

Doctor of Historical Sciences,
Head of the Department of Social and Labor Sphere Research
State Budgetary Institution "Arctic Research Center
of the Republic of Sakha (Yakutia)"
Yakutsk

Заболоцкий Семен Яковлевич,
студент, ФГБОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет»,
г. Якутск

Толстых Геннадий Владимирович,
доктор исторических наук,
Руководитель отдела исследования социально-трудовой сферы
ГБУ «Арктический научно-исследовательский центр РС(Я)»
г. Якутск

Abstract. *The article develops a technical solution that ensures the efficient operation of a hydraulic emergency rescue tool at low ambient temperatures. Full-scale experiments were conducted to confirm the applicability of the developed technical solutions.*

Keywords: *hydraulic emergency rescue tool, low temperatures, efficiency, working fluid.*

Аннотация. *В статье разработана техническое решение, обеспечивающее эффективную эксплуатацию гидравлического аварийно-спасательного инструмента при низких температурах окружающей среды. Проведены натурные эксперименты, подтверждающие применимость разработанных технических решений.*

Ключевые слова: *гидравлический аварийно-спасательный инструмент, низкие температуры, эффективность, рабочая жидкость.*

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Введение

Чрезвычайные ситуации техногенного характера и стихийные бедствия происходят ежедневно и сопровождаются разрушениями, а также человеческими жертвами. Раньше при проведении работ по спасению людей, спасателям приходилось работать непосредственно руками или пользоваться теми средствами, которые оказывались под рукой: ломом, киркой, лопатой и т.п. В такой ситуации работы по спасению пострадавших затягивались на долгие часы, а иногда и сутки. Это приводило к тому, что спасти живыми удавалось не многих. [10]

В нашем современном мире невозможно представить работу пожарно-спасательных подразделений по деблокированию пострадавших при выполнении аварийно-спасательных работ в условиях чрезвычайных ситуаций без применения гидравлического аварийно-спасательного инструмента (ГАСИ). ГАСИ предназначен для выполнения комплекса работ, связанных с перекусыванием арматуры, подъема и перемещения элементов завала, строительных и других конструкций, расширения проемов в завалах с целью высвобождения заземленных людей на пожарах или в результате аварий, дорожно-транспортных происшествий и других стихийных бедствий, а также для вскрытия металлических дверей. [8]

Кроме того, как показывает практика при эксплуатации в условиях низких температур окружающей среды, имеются недостатки, такие как: замерзание рабочей жидкости, шланга высокого давления, образование микротрещин, появления свищей в местах соединения со штуцером. Более того, техническая документация рекомендует эксплуатировать ГАСИ до минус 40 °С, а на северных регионах нашей страны температура окружающего воздуха может опуститься до минус 70 °С. Данные факты могут привести к невыполнению поставленных боевых задач.

Результаты и обсуждение

Разработка технического решения

Задачей технического решения является обеспечение усиленного самоподогрева рабочей жидкости, находящегося в насосной станции, ГАСИ теплотой, выделяющейся при работе 4х тактного двигателя в условиях низких температур. [13]

Для решения этой задачи самоподогрев рабочей жидкости производят посредством высокоэффективной теплоизоляции насосной станции ГАСИ (рис.1) для максимального сохранения выделяющейся теплоты и обеспечивающей значительное уменьшение их теплоотдачи зимой, что обуславливает повышение уровня производительности, экономичности и долговечности. [2]

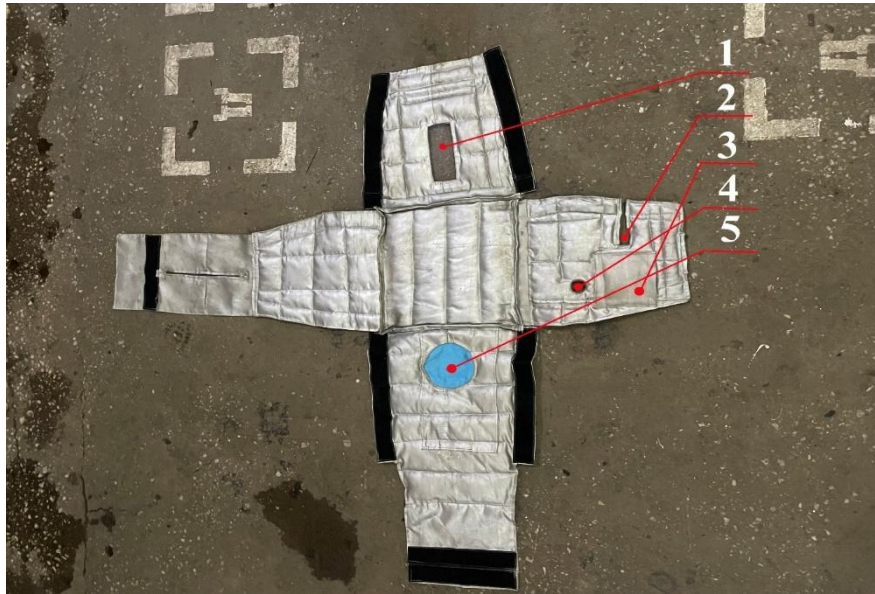


Рис.1. - Теплоизолирующий чехол

Схема теплоизолирующего чехла:

- 1 – контрольное окно уровня рабочей жидкости, выполненного из ПЭТ пленки
- 2 - отверстие для пропуска гидравлического рукава
- 3 – карман для внешнего портативного аккумулятора
- 4 – отверстие выпуска отработанных газов ДВС
- 5 - отверстие для пропускания воздуха, выполненного из х/б материала

Кроме того, подогрев рабочей жидкости в гидравлических рукавах высокого давления производит морозостойкий саморегулируемый греющий кабель, установленный на всю длину. Электропитание греющего кабеля производится от внешнего портативного аккумулятора с емкостью обеспечивающего среднее время проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) на данном гарнизоне с напряжением 12 В. [5]

Основные свойства и технические характеристики греющего кабеля приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики морозостойкого саморегулируемого греющего кабеля

Напряжение	220 В	12В
Тип	Зонально-резистивный	Двужильный саморегулирующийся
Греющий элемент	Константановая проволока	Константановая проволока
Наружная оболочка	Силикон	Силикон
Удельная мощность	10 Вт/м	17 Вт/м
Максимальная рабочая температура	45°С	65°С
Максимальная допустимая температура	80°С	85°С
Размер (ширина x толщина)	6 x 9 мм	5 x 10 мм
Температура эксплуатации	от -60 °С до +280 °С	от -60 °С до +280 °С
Степень защиты	IP57	IP68

Гидравлический рукав высокого давления и греющий кабель покрываются теплоизолирующим слоем толщиной 3 мм. (рис. 2).



Рис.2. – Теплоизолирующий слой

Технические характеристики теплоизолирующего слоя приведены в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики теплоизолирующего слоя.

Параметры	Значения
Отражающий эффект излучающей энергии	До 97%
Температура применения	От -60 °С до +100 °С
Сопротивление теплопередаче (R)	1,2 м ² °С/Вт
Водопоглощение по объему	0,6-3,5 %
Удельная теплоёмкость	1,95-2 кДж/кг °С
Массовое отношение влаги в материале	2 %
Динамический модуль упругости	0,26-0,77 Мпа
Относительное сжатие	0,09-0,2
Коэффициент теплопроводности	0,037-0,038 (Вт/м °С)
Предел прочности сжатия	0,035 МПА
Удельный вес	4410 кг/м ³
Коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 часа)	0,44-0,48 (Вт/м °С)

Сущность технического решения. Перед началом осенне-зимнего периода эксплуатации в ходе сезонного технического обслуживания, на насосную станцию надевают съемный теплоизолирующий чехол, и на всю длину гидравлический рукава устанавливают гибкий греющий кабель. Причем теплоизолирующее покрытие трехслойное. [14]

Теплоизолирующий чехол полностью покрывает практически все наружные поверхности ГАСИ кроме, контрольного окна уровня рабочей жидкости, выполненного из ПЭТ пленки, отверстие для пропускания воздуха для работы 4х тактного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) насосной станции, выполненного из х/б материала, отверстия выпуска отработанных газов ДВС и отверстия для пропуска гидравлического рукава.

Весной, при установлении адекватных температур окружающей среды теплоизолирующий чехол и теплоизоляция рукава высокого давления с греющим гибким кабелем полностью легко снимается. Таким образом, гидравлический аварийно-спасательный инструмент готов работать в штатном режиме. [4]

Результатом предложенного технического решения является сокращение потерь, выделившейся при работе ДВС насосной станции ГАСИ теплоты в окружающую среду путем эффективной теплоизоляции с применением дополнительного источника теплоты для прогрева рабочей жидкости находящегося в гидравлическом рукаве высокого давления в условиях низких температур.

При использовании эффективного теплоизолирующего покрытия уменьшаются износы, увеличивается КПД и долговечность данных узлов зимой, т.к. указанные показатели во многом зависят от температуры рабочей жидкости в них.

Таким образом, следует ожидать повышение надежности и эффективности ГАСИ в условиях низких температур окружающего воздуха, увеличение производительности, экономичности, долговечности и расширения температурного диапазона эксплуатации зимой. [11]

Методика проведения эксперимента

Натурный эксперимент проводился на базе 2 пожарно-спасательной части, 5 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Республике Саха (Якутия).

Настоящая методика проведения эксперимента была утверждена начальником управления организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ ГУ МЧС по Республике Саха (Якутия) подполковником внутренней службы М.В. Денисовым и начальником подразделения подполковником внутренней службы В.И. Мироненко. [9]

Задачей экспериментальных исследований является установление закономерностей взаимосвязей изучаемых явлений и проверке высказанных теоретических предположений.

Для решения поставленных научных задач методикой проведения экспериментов предусматривались сравнительные испытания ГАСИ при низкотемпературных условиях.

На данном ГАСИ измерялась температура рабочей жидкости в типовом исполнении при работающей насосной станции с включенным рабочим инструментом в виде кусачек. Для обеспечения циркуляции рабочей жидкости на период экспериментов кусачки работали в штатном режиме. Продолжительность эксперимента составлял 20 минут. Затем измерялась температура на том же ГАСИ с применением предложенных технических решений. [7]

Кроме того, измерялась температура рабочей жидкости ГАСИ при неработающей насосной станции до достижения температуры окружающей среды.

Для этого в заливную пробку рабочей жидкости был вмонтирован температурный датчик. Технические характеристики датчика приведены в таблице 3.

Таблица 3

Основные технические характеристики термопреобразователя сопротивления
ДТС014-50М.В3.20/3

Наименование	Значение
Тип	ДТСХХ4
Диапазон измеряемых температур, 0С	-50...+150
Класс допуска	В
Показатель тепловой инерции, с, не более	10
Минимальная глубина погружения, мм.	80
Группа климатического исполнения	С4; Р2

Схема установки температурного датчика в бак рабочей жидкости насосной станции ГАСИ приведен на рисунке 3. Результаты измерения величины температуры рабочей жидкости регистрировались и протоколировались с шагом 30 секунд.

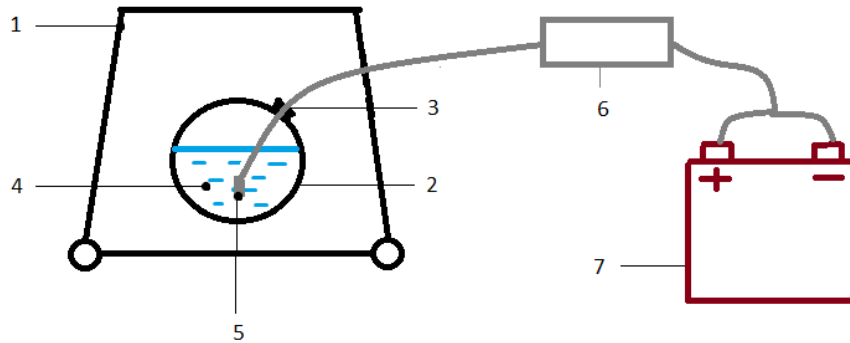


Рис.3. – Схема установки температурного датчика в бак рабочей жидкости насосной станции ГАСИ

Схема установки температурного датчика в бак рабочей жидкости насосной станции ГАСИ: [12]

1 - Насосная станция; 2 - Бак рабочей жидкости; 3 - Заливная пробка рабочей жидкости;

4 - Рабочая жидкость; 5-Температурный датчик; 6 - Показывающий прибор ТРМ-501;

7 - Аккумуляторная батарея 12В.

В качестве показывающего прибора в экспериментах использовался реле-регулятор с таймером марки ТРМ501, который был запитан постоянным током напряжением 12В от аккумуляторной батареи. Технические характеристики данного прибора приведены в таблице 4.

Таблица 4

Основные технические характеристики показывающего прибора ТРМ501

Параметр	Значение
Питание	
Напряжение питания	12 В (постоянного или переменного тока)
Допустимое отклонение напряжения питания	-10...+10 %
Потребляемая мощность, не более	3ВА
Входы	
Время опроса входных каналов, не более	1 сек
Предел допустимой основной приведенной погрешности изменения входной величины (без учета погрешности датчика)	±0,5 %
Напряжение низкого (активного) уровня на управляющем входе («ПУСК/СТОП»)	0...0,8 В
Напряжение высокого уровня на управляющем входе («ПУСК/СТОП»)	2,4...30 В
Выходное сопротивление устройства внешнего управления таймером	Не более 1кОм

Обработка результатов эксперимента

На рисунке 4 приведен график остывания температуры рабочей жидкости при не работающей насосной станции ГАСИ. Температура окружающего воздуха составляла минус 40 °С. [6]

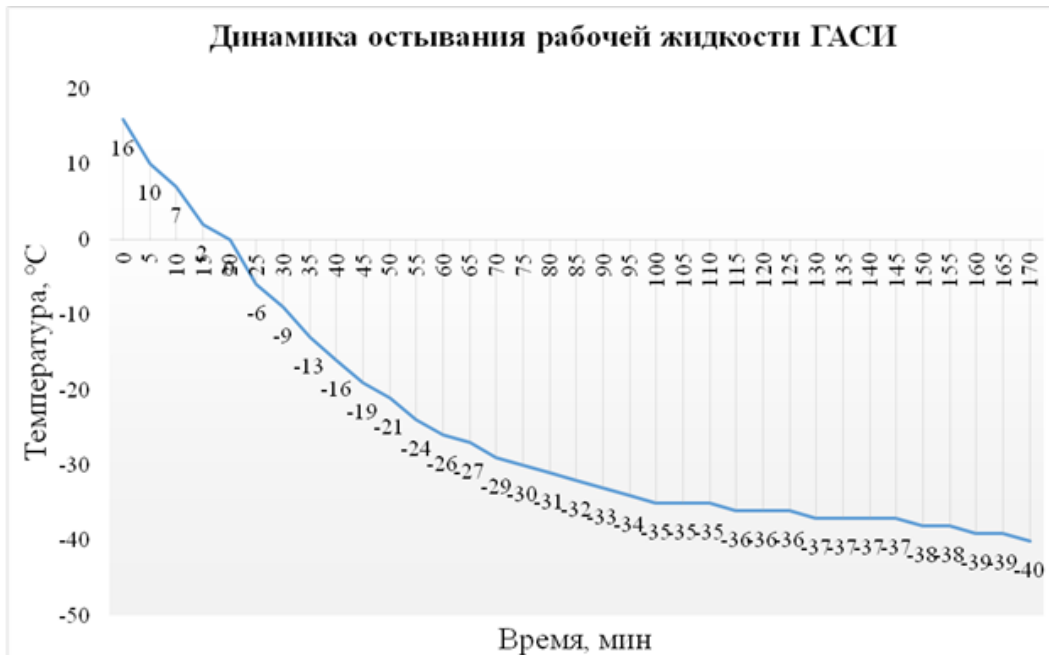


Рис.4. – Динамика остывания рабочей жидкости ГАСИ

Из графика видно, что температура рабочей жидкости находящийся в баке при неработающей насосной станции ГАСИ падает весьма интенсивно. За 170 минут температура опустилась с отметки плюс 16 °С до -40 °С. [3]

На рисунке 5 изображены кривые остывания и прогрева рабочей жидкости при работающей насосной станции ГАСИ. Температура окружающего воздуха при экспериментах составляла минус 30 °С.

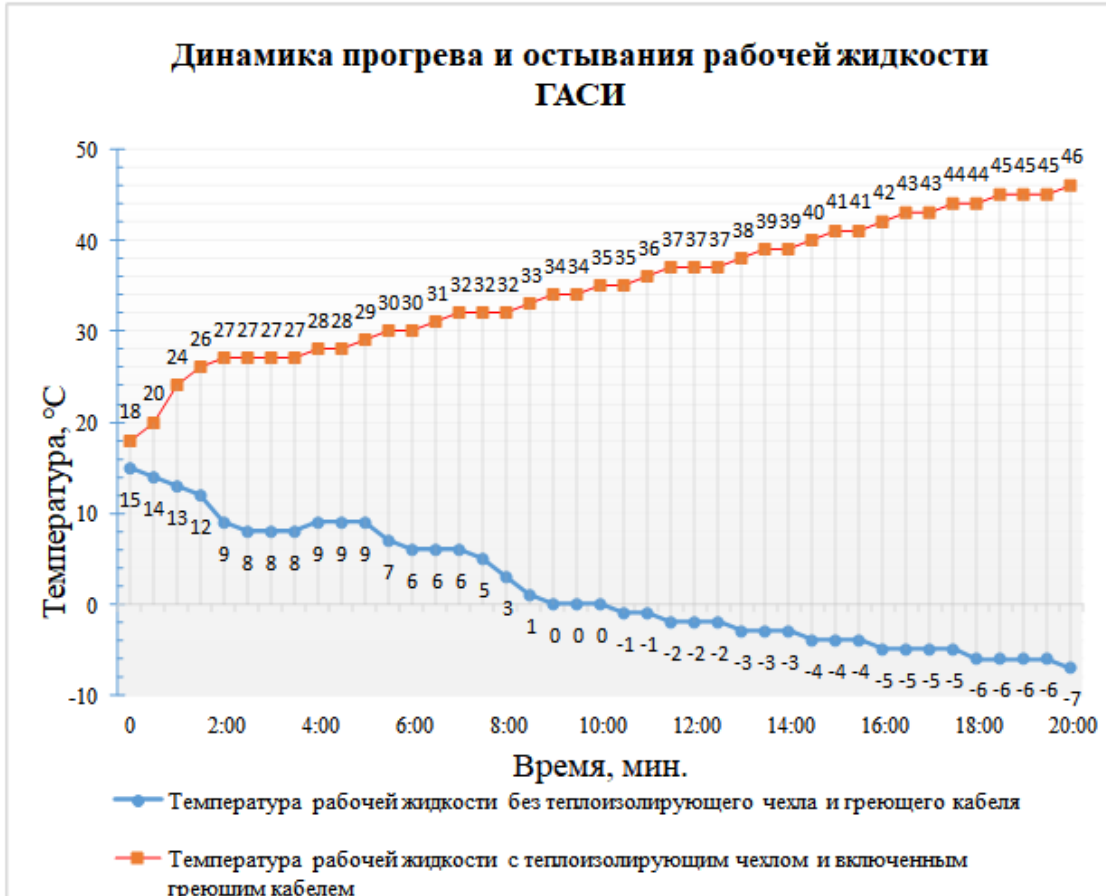


Рис.5. – Динамика прогрева и остывания рабочей жидкости ГАСИ

Из графика видно, что температура рабочей жидкости не оборудованного теплоизоляцией упала с +15°С до -7°С к концу 20 мин. от начала эксперимента. Для сравнения: температура масла в теплоизолированном ГАСИ с включенным греющим кабелем на рукаве высокого давления возросла с 18 до 46°С за 20 мин.

Так, предложенные технические решения по подогреву рукава высокого давления греющим кабелем и теплоизоляция насосной станции ГАСИ обеспечили аккумуляцию теплоты рабочей жидкости, что гарантирует возможность эксплуатации ГАСИ при низких температурах. [1]

Таким образом, следует ожидать повышение надежности и эффективности ГАСИ в условиях низких температур окружающего воздуха, увеличение производительности, экономичности, долговечности и расширения температурного диапазона эксплуатации зимой.

Заключение

Результаты проведенных исследований в виде сравнительных испытаний, моделирующих основные фазы эксплуатации ГАСИ состоящих в боевом расчете подразделений пожарной охраны, убедительно свидетельствуют об определенной эффективности подогрева морозостойким гибким греющим кабелем рукава высокого давления, а также теплоизоляции насосной станции ГАСИ съемным чехлом.

Действительно при использовании съемного теплоизоляционного чехла насосной станции ГАСИ появляется возможность аккумуляции производимой теплоты при работе двигателя внутреннего сгорания насосной станции, которое можно направить на прогрев запаса рабочей жидкости.

Разработанное техническое решение, способствует повышению надёжности и эффективности ГАСИ в условиях низких температур окружающего воздуха, обеспечивается увеличение производительности, экономичности и долговечности.

Целесообразно продолжить эмпирические исследования по повышению адаптации ГАСИ для эксплуатации при низких температурах окружающей среды.

References

1. Анализ и разработка аварийно-спасательного инструмента / М. А. Егоров, В. И. Ястребова, А. Л. Егоров, В. А. Костырченко // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 10(94). – С. 39-50.
2. Борисов, А. А. Современные виды аварийно-спасательного инструмента / А. А. Борисов // Студенческий форум. – 2022. – № 20-1(199). – С. 53-55.
3. Веттегрень В. И., Ложкин В. Н., Савин М. А. Эффективная эксплуатация основных пожарных автомобилей при низких температурах: монография (в 2 частях). Екатеринбург, 2019. 383 с.
4. Взаимосвязь эффективности аварийно-спасательной техники с условиями ее эксплуатации / Е. В. Мусияченко, А. Н. Минкин, Д. А. Едимичев [и др.] // Кризисное управление и технологии. – 2022. – № 1(20). – С. 81-97.
5. Галимов, Д. И. Оценка эффективности гидравлического аварийно-спасательного инструмента, применяемого при ликвидации чрезвычайных ситуаций / Д. И. Галимов // Студенческий вестник. – 2022. – № 32-3(224). – С. 34-35.

6. Гребенкина, А. С. Расчет оптимальной стратегии эксплуатации аварийно-спасательного инструмента / А. С. Гребенкина // Вестник Академии гражданской защиты. – 2021. – № 1(25). – С. 169-175.
7. Губин, Е. Ю. Оценка сил и средств местного пожарно-спасательного гарнизона города Москвы при проведении аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров с использованием гидравлического аварийно-спасательного инструмента / Е. Ю. Губин // Научный электронный журнал Меридиан. – 2021. – № 7(60). – С. 23-25.
8. Журавлев, Р. В. Методы по обновлению гидравлического аварийно-спасательного инструмента в территориальном управлении № 13 ГКУ МО "Мособлпожспас" / Р. В. Журавлев // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 12. – С. 156-160.
9. Особенности применения пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента в летний и зимний периоды / В. В. Киселев, А. В. Топоров, В. П. Зарубин [и др.] // Техносферная безопасность. – 2020. – № 2(27). – С. 57-63.
10. Пожарная техника: Учебное пособие. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2015. – 67-89 с.
11. Фазлыев, И. Тенденции развития гидравлического аварийно-спасательного оборудования / И. Фазлыев // Гидравлика. – 2020. – № 9. – С. 43-47.
12. Файдрахманов, Р. Р. К вопросу о применении аварийно-спасательных гидравлических инструментов при чрезвычайных ситуациях / Р. Р. Файдрахманов, С. Г. Аксенов // E-Scio. – 2023. – № 3(78). – С. 413-418.
13. Чурута, Е. С. Анализ гидравлического инструмента в аварийно-спасательных службах / Е. С. Чурута // Научный Лидер. – 2023. – № 25(123). – С. 31-32.
14. Чурута, Е. С. Анализ гидравлического инструмента в аварийно-спасательных службах / Е. С. Чурута, В. И. Нестеров // Научный Лидер. – 2021. – № 15(17). – С. 120-122.

CONCLUSION

The International Journal of Professional Science, Issue №12(2), 2024, offers a comprehensive exploration of contemporary scientific advancements, reflecting the diverse challenges and innovations shaping our understanding of the world. The issue features a wide range of articles, including research on charging stations based on used electric vehicle batteries, modernized power supply systems, composites with carbon nanotubes, and cutting-edge technologies in industrial web development. These studies highlight the dynamic nature of science and its impact on both theory and practice.

By including research on topics such as linguistic evolution, advanced microprocessor-based relay protection devices, and improving the efficiency of hydraulic tools in low-temperature conditions, this issue underscores the importance of interdisciplinary collaboration and global contributions. Each article enriches the understanding of its respective field, offering practical insights and theoretical advancements.

As this edition concludes, we hope it serves as an inspiration for future studies and a catalyst for continued growth in professional science. We extend our gratitude to the authors, whose works form the foundation of this journal, as well as to the reviewers and readers who contribute to its ongoing success. Together, we advance the frontiers of knowledge and create a meaningful impact on society.

Warm regards,
Krasnova N.
Editor-in-Chief
International Journal Of Professional Science

Electronic scientific editions

International journal of Professional Science

international scientific journal
№12(2)/2024

Please address for questions and comments for publication as well as suggestions
for cooperation to e-mail address mail@scipro.ru



Format 60x84/16. Conventional printed
sheets 3,6
Circulation 100 copies
Scientific public organization
“Professional science”