



Sciences of Europe

VOL 1, No 28 (2018)

Sciences of Europe
(Praha, Czech Republic)

ISSN 3162-2364

The journal is registered and published in Czech Republic.
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 12 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Chief editor: Petr Bohacek

Managing editor: Michal Hudecek

- Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva
- Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic
- Smirnova Oksana K., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze
- Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)
- Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice
- Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)
- Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- Kozachenko Artem Leonidovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci
- Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)
- Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: info@european-science.org

Web: www.european-science.org

CONTENT

ARCHITECTURE

<i>Ivanov-Kostetskiy S.</i> ARCHITECTURAL REHABILITATION OF FORMER FACTORIES FOR THE CENTER OF ARTISTIC CHILD CREATIVITY AND DEVELOPMENT (ON EXAMPLE OF BLUMENFELD FACTORY IN LVIV)	3
--	---

CHEMICAL SCIENCES

<i>Kasianov V.K., Averina Yu.M., Menshikov V.V., Strelnikova A.S.</i> METHODS OF PROCESSING DISTILLER LIQUID AS WASTE OF PRODUCTION OF CALCINATED SODA WITH AMMONIUM METHOD	12
--	----

MEDICAL SCIENCES

<i>Zhukovskiy O.O.</i> NEUROPROTECTIVE THERAPY IN A COMPREHENSIVE TREATMENT OF MILD CRANIOCEREBRAL INJURY	16
<i>Muhutdinova G.M., Muhametshin I.R., Patyashina M.A., Avdonina L.G., Rybachenok T.M., Philippova S.U., Imamov A.A.</i> THE ROLE OF FOOD TO ACHIEVE OPTIMAL HEALTH.....	19
<i>Khudiakova M., Sokolova I., Ryabokon Ye.</i> CATALASE ACTIVITY IN PATIENTS WITH CHRONIC GENERALIZED PERIODONTITIS OF II DEGREES OF SEVERITY	24

PHYSICS AND MATHEMATICS

<i>Malysenko Yu.I., Roenko A.N., Kostina V.L.</i> INDICATRIXES OF MILLIMETER AND TERAHERTZ WAVE ANGULAR SCATTERING BY WATER DROPS AND RAIN.....	27
<i>Hadjiyev F.H., Gasimov G.G., Karimov V.A.</i> THE DEVELOPMENT OF EXPERT SYSTEMS FOR THE STUDY OF COMPLEX OBJECTS	32
<i>Karimov V.A., Gasimov G.G., Hadjiyev F.H.</i> AN APPLICATION OF THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD FOR FINDING OPTIMAL SOLUTIONS ON STOCHASTIC NETWORKS	37
<i>Kovderko V.E.</i> WHO IS NOT RIGHT	41
<i>Rysin A.V., Rysin O.V., Boykachev V.N., Nikiforov I.K.</i> THE PARADOX OF SKIN EFFECT	52

TECHNICAL SCIENCES

<i>Vasilyeva T.N., Avanesyan M.A., Doronkin O.A.</i> INDUCED VOLTAGE MEASUREMENT METHODS IN MUE RYAZAN CITY POWER DISTRIBUTION NETWORKS (RCPDN)	61
<i>Dudnik A.S.</i> DEVELOPMENT MICROPROCESSOR DEVICE MEASURING POWER FOR COMPUTER SYSTEMS MEASURE THE DISTANCE	64
<i>Roik I.V.</i> QUALITY IMPROVEMENT OF HYDROCARBON FUELS WITH USING MULTYFUNCTIONAL ADDITIVES	68

ARCHITECTURE

АРХІТЕКТУРНА РЕАБІЛІТАЦІЯ КОЛИШНІХ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ ПІД ПРОСТОРИ ДЛЯ НАВЧАННЯ ТА ТВОРЧОСТІ ДІТЕЙ (НА ПРИКЛАДІ ФАБРИКИ БЛЮМЕНФЕЛЬДА У ЛЬВОВІ)

Іванов-Костецький С.О.

Національний університет «Львівська політехніка»

Кафедра дизайну архітектурного середовища

ARCHITECTURAL REHABILITATION OF FORMER FACTORIES FOR THE CENTER OF ARTISTIC CHILD CREATIVITY AND DEVELOPMENT (ON EXAMPLE OF BLUMENFELD FACTORY IN LVIV)

Ivanov-Kostetskiy S.

Lviv Polytechnic National University

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано особливості промислових, зокрема, виробничих будівель, що потребують реновації; досліджено колишню фабрику Блюменфельда у місті Львові та розглянуто можливість її реабілітації під творчий дитячий центр; окреслено базові засади адаптації будівель, які можна переобладнати для перебування в них дітей.

ABSTRACT

The paper explores the features of industrial buildings which need renovation; investigated former factory of Blumenfeld in L'viv and considered it rehabilitation into Creative Children's Center; outlined the basic foundations of buildings that are designed to stay children there.

Ключові слова: творчий дитячий центр, виробнича споруда, Генріх Блюменфельд, архітектурна реабілітація, реновація, адаптація, промислова територія, лофт.

Keywords: Children's creative center, industrial building, Henrik Blumenfeld, architectural rehabilitation, renovation, adaptation, industrial territory, loft.

Постановка проблеми

Промислові зони, які у свій час були центрами індустріального життя, сьогодні все частіше перетворюються в закинуті депресивні зони. Занедбані місця приносять містам великі збитки – будівлі загнивають, без догляду займають як малі та й значні території і псує загальне враження і образ міста. Їх територія розглядається як потенційний резерв для подальшого розвитку міського простору шляхом адаптації промислових об'єктів під нову відповідну доцільну функцію.

З іншого боку жителі міста потребують нових закладів, зокрема, для навчання та розвитку дітей. Адже відвідування дитини «творчого центру» є досить важливим аспектом у її вихованні. У центрі уваги позашкільної педагогіки стоїть особистість дитини з її потребами та інтересами. Робота гуртків такого типу має на меті розкриття творчого потенціалу, розвиток практичних навичок в сфері художньо-творчої діяльності, формування естетичного світовідчуття. Навчання дітей у такому центрі сприяє збагаченню творчості дитини, дозволяє їй самостійно вирішувати творчі завдання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Відносно сильна тенденція про «відродження» і перевтіленні індустріальних, зокрема-виробничих будівель та приміщень у культурні центри, на сьогоднішній день, більш ніж популярна. Існує велика

кількість прикладів того, як занедбані простори, в яких раніше функціонували заводи і фабрики, – адаптовані, реабілітовані. Реконструкція занедбаних індустріальних будівель в сучасні Центри вже давно стали трендом сучасної архітектури, що відображає соціально-економічні зміни, які відбуваються у світі. Така практика дозволяє не тільки оновити стагнуючі «закуточки» міської забудови, а й забезпечує істотну економію у витраті, наприклад, на нове будівництво та демонтаж старої.

Досліджено функції та призначення колишніх виробничих споруд, що перепрофілювалися на простір для навчання та розвитку дітей, проаналізовано вітчизняний досвід та світові аналоги (рис.1):

- Школа для дітей молодшого віку Ikea (Eku Early Years); арх.: Кіра Петелл, Еліза Хіггінс, Гре-гуар Розігнол (Collective Project); Карнатака, Індія; 2014 рік [1];
- Будинок по догляду за дітьми в Кемпердауні (Camperdown Childcare); арх.: Уїлл Фунг, Патрік Браун, Тіна Енгель; Кемпердаун, Австралія; 2014 рік [2];
- Дитяча наукова лабораторія (Kids Science Labs); арх.: Вудхаус Тіннасі; Іллінойс, США; 2014 рік [3];



Рис. 1. Світовий досвід реабілітації колишніх виробничих будівель під творчі дитячі центри:
а) Школа для дітей молодшого віку Ікеа, Індія, 2014 р. [1]; б) Будинок по догляду за дітьми в
Кемпердауні, Австралія, 2014 р. [2]; в) Дитяча наукова лабораторія, США, 2014 р. [3]

- Дитяче містечко (Kids Village); арх.: Гліб Семякин, Ярова Катерина, Інна Шаповалова; Москва, Росія; 2014-2015 роки;
- Дитячий центр «Енергія світла» (Fai-Fah); арх.: Spark Architects; Таїланд; 2012 рік [4].

Формулювання мети статті

Метою цього дослідження є висвітлення основних рішень, що притаманні архітектурі дитячих центрів при архітектурній реабілітації колишніх виробничих будівель на прикладі фабрики Блюменфельда у Львові.

Виклад основного матеріалу

По цій тематиці на кафедрі «Дизайн архітектурного середовища» у Національному університеті «Львівська політехніка» вже не один рік проводиться дипломне та науково-експериментальне проектування щодо архітектурно-функціональної реабілітації історичної промислової архітектури Львова. Зокрема, було розроблено два дипломних проекти на тему: «Дизайн просторів та функціональна адаптація колишньої фабрики Блюменфельда на вул. Б. Хмельницького у м. Львові під центр мистецької дитячої творчості та розвитку» бакалавра архітектури (4-й рік навчання) Сало В.С., 2015 р. та «Архітектурна реабілітація архітектурного середовища колишньої фабрики Блюменфельда у м. Львові під інтерактивний центр дитячої творчості та розвитку» бакалавра архітектури (4-й рік навчання) Мельничук Я.І., 2018 р. роботи під керівництвом канд. архіт., доц. Іванова-Костецького С.О.

В цьому проекті пропонується функціональна адаптація колишньої фабрики Генріха Блюменфельда під центр дитячої мистецької творчості і розвитку. Перед початком проектування досліджена історія будівлі, а також проведена комплексна оцінка існуючого стану та архівних матеріалів, що стосуються колишньої фабрики Блюменфельда, а також прилеглих до неї будівель.

Історична складова існуючого об'єкту. Доктор фармації Генріх Блюменфельд (Dr. Henryk Blumenfeld, 1855-1930) – аптекар, підприємець, фабрикант, власник аптеки «Під Золотим слоном» (вул. Б. Хмельницького, 4; рис. 2, рис. 3, рис. 4) та хімічного підприємства. Генріх був одним з дев'яти дітей у родині голови Кагалу єврейської громади, першого єврея-адвоката у Львові, доктора права Емануеля Блюменфельда (Dr. Emanuel Blumenfeld, 1801-1880). Генріх Заснував на базі аптечної лабораторії у 1882 році невелике виробництво супових консервів (вул. Б. Хмельницького, 6), якими постачав австрійське військо. У 1890 р. на базі реорганізованої аптеки Г. Блюменфельд відкриває «фабрику харчових консервів, лаків, фарб та крейдових виробів», яка одночасно виготовляла супові консерви, віконну замазку і крейдові вироби. У 1901 р.

Блюменфельд купує територію колишнього млина Натана Ма'єра (який згорів у 1894 р.) на вул. Млинарській, 13 (тепер вул. Хімічна, 4). А у 1902 р. він переносить на цю територію виробництво лаків і фарб, організувавши «Першу Галицьку фабрику хімічних виробів» (співвласником фабрики разом із Генріхом Блюменфельдом стає його син доктор права Емануель Тадеуш Блюменфельд (Dr. Emanuel Tad. Blumenfeld); рис.5, рис. 6, рис. 7). Блюменфельд заснував у Львові першу в Галичині фабрику переробки хімічних продуктів, яка виготовляла хімічні препарати, рослинні масла, лаки, фарби (в перше вироблялась фарба білого кольору) і розчинники для технічних цілей. Хімічна фабрика відокремилася від аптеки «Під золотим слоном». В приміщенні фабрики консервів Блюменфельда (вул. Б. Хмельницького, 4-6; рис.8) у 1912 р. обладнали фабрику вати Ельстер-Сокаль, а у 1929 р. – всю споруду займала пекарня Абрахама Штерна [5]. Від 2000-х років приміщення фабрики (тепер адреса будівлі – вул. Рибна, 3А) належать приватній особі, яка час від часу надає приміщення цієї будівлі в оренду під офіси (рис. 9).

При дослідженні об'єкту визначено, що будівля потребує архітектурної реабілітації та реконструкції, багато із існуючих цінних елементів архітектури та декору необхідно зберігати у процесі проектування та адаптації.

Методика вибору програми реабілітації.

Канд. архіт. С.О. Івановом-Костецьким у 2007-2011 роках було проведено дослідження та захищено кандидатську дисертацію по темі: «Принципи архітектурно-функціональної реабілітації історичних промислових будівель та споруд» [5]. У цій роботі розкриті принципи і методи архітектурно-функціональної реабілітації цінної історичної індустріальної спадщини. Визначено, що ця реабілітація індустріальної спадщини в умовах сучасної України – це відродження міського середовища та промислово-виробничого об'єкту у зв'язку з його цінним історичним та культурологічно-функціональним значенням; архітектурно-функціональна реабілітація може бути із



Рис. 2. Реклама «Аптеки під золотим Слоном Генріка Блюменфельда у Львові». 1887 р. [6, с.2]



Рис. 3. Реклама «Аптеки під золотим Слоном» у Львові. 1891 р. [7, с.4]

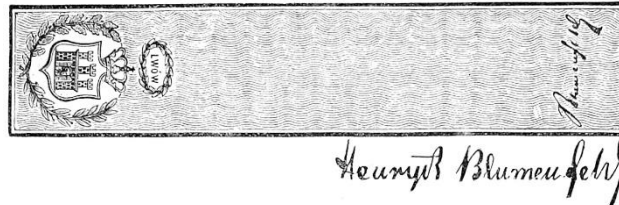


Рис. 4. Етикетка та підпис аптекаря Генріха Блюменфельда. 1887 р. [6, с.2]

I. gal. Fabryka produktów chemicznych, lakierów, farb, pokostów, smarów, kredy, wyrobów kredowych i t. p.

Henryka Blumenfelda we Lwowie

wyrobia

W oddziale I. **FABRYKA LAKIERÓW I POKOSTÓW**: Pokosty liniany i sztuczne, Lakier damarsowy kopalowy, spirytusowy, brunoliny, lakier asfaltowy do żelaza; emalie, farby lakierowe i olejne; farby i lakier do podłóg, drzwi, okien i ścian itp. Emalie i lakier do malowania maszyn rolniczych, radiatorów, konstrukcji mostowych itp. Lakier do modeli drewnianych dla odlewania żelaza.

W oddziale II. **FABRYKA FARB**. Farby suche. Farby ziemne: Ugię w 6 odcieniach, Czerwień karmazynowa pompejańska, farby czarne. Farby chemiczne: żółte, niebieskie, zielone, czerwone, do wapna, pokostu i lakieru, we wszystkich kolorach i odcieniach. Farby fasadowe białe i kolorowe, wytrzymałe na deszcz, słońce i inne wpływy atmosferyczne.

W oddziale III. **FABRYKA SMARÓW I OLEI**. Smary do maszyn i wozów, Tłuszcz Tawota, Wasełina biała, żółta i czarna do maszyn i do skór, oleje maszynowe, Karbolinum przeciwko gnicia drzewa; ter drzewny, olejowy i pogazowy Terpentyna polska.

W oddziale IV. **FABRYKA KREDY I WYROBÓW KREDOWYCH**. Kreda mielona, płażona (szlamowana) dla malarzy, specjalna kreda płażona dla kamienia bydlę, Kreda w łaskach, rznięta i prasowana, dla szkół i kawiarni. Kreda białkowa kolorowa. Ołówki i kredki kolorowe dla biur, magazynów, leśniczych itp. Pastele kolorowe artystyczne i dziecięce. Kreda krawiecka. Kit szklarski do okien. Kit muniowy i żelazny.

W oddziale V. **ARTYKUŁY CHEM.-TECHN. DLA UŻYTKU DOMOWEGO**. Czernidło do butów „Kilńskiego”, Pasta do bucików, Pasta, kredka i proszek do czyszczenia metali. Smółka do łazek. Lak pocztowy do pieczętowania listów. Masa francuska i wełna do podłóg. Olej do podłóg.

EMAILINA
B-FARBA-EMALIOWO-PORECLANOWA
- ROZMAITYCH KOLORACH -

GOTOWA DO UŻYTKU, DO PRZELAKIEROWANIA ŚCIAN WAPNIANYCH, DRZEWIA, ŻELAZA, MIERU I T.P.

FABRYKA CHEM. FARB, LAKIERÓW I POKOSTÓW
HENRYKA BLUMENFELDA
- LWÓW, MEYNAWSKA 13 - TELEFON 152 -

Proszę zgłaszać przedłożenia oferty i przesłania cenników i wzorników.

Рис. 5. Реклама «Першої галицької фабрики продуктів хімічних, лаків, фарб...» у Львові. 1913 р. [8, с.158]

Pierwsza Galicyjska Fabryka Produktów Chemicznych

Jako to:

FARB, POKOSTÓW, LAKIERÓW I T. P.

HENRYKA BLUMENFELDA

WE LWOWIE.

Poleca uważać PP. Inżynierów, Architektów, Budowniczych i wogóle wszystkich, którzy przemysłem budowlanym i maszynowym w kraju się zajmują, własne wyroby niedoścignione pod względem jakości i cen a mianowicie:

LAKIERY

na sposób angielski, francuski i amerykański oprowadzane, a więc nieustraszone lakieru jutowemu, lakieru do maszyn, lakieru porcelanowego, lakieru do podłóg, do drzwi, jak również lakieru do okien, lakieru do żelaza i stali, lakieru do maszyn rolniczych, lakieru do konstrukcji mostowych itp. Lakier do modeli drewnianych dla odlewania żelaza.

NAJLEPSZE FARBY

suche i tarte na pokostach, lakierach lub lakierach emulsiowych. Farby te są najlepsze do robót lakierskich w przemyśle, w sztuce, w budownictwie i w innych dziedzinach. W szczególności farby te są najlepsze do malowania maszyn, do malowania maszyn rolniczych, do malowania konstrukcji mostowych itp. Farby te są najlepsze do malowania modeli drewnianych dla odlewania żelaza.

FARBY HYDROSYLIKATOWE

Farby te do ścian, klatek schodowych i robót wewnętrznych nie nadające, dają powłoki co do wyglądu zupełnie do farb olejnych podobne. A więc polak malowany nie ustępuje przez zużycie lub oczyszczenie z proszku. Nie tracą koloru, nie zmieniają koloru, są ogniotrwałe, wytrzymałe na słońce i wpływy atmosferyczne. Farby hydro-silikatowe są w użyciu nadzwyczaj oszczędne, białe, jasne i tanie (jeden klg. lakieru wystarcza na 10 m. kwadrat, na 100 m. kwadrat na 100 m. kwadrat). Mając wszystkie zalety farb olejnych nie mają wad tychże, jak zapach, zapachy itd.

Fabryka dostarcza swych wyrobów od szeregu lat dla c. k. Zakładów kolei państwowych, wszystkich szpitali krajowych, dla kolei elektrycznej we Lwowie i wielu innych przedsiębiorstw i zakładów i składowi jest do modlitwy najdalej idących usług w cenie i jakości, prosząc PP. Inżynierów, Architektów, Budowniczych itd. o łaskawe poparcie tej jej w kraju fabryki tego rodzaju.

Рис. 6. Реклама «Першої галицької фабрики продуктів хімічних...» у Львові. 1907 р. [9, с.24]

Fabryka Farb i Lakierów

Henryka Blumenfelda

Lwów, ul. J. Hermana 31

WYTWARZA I POLECA:

„Oxylin” lakier nitrocel. do skór narco, galanter, i inn. kryjące i bezbarwne lakieru ochronne i materiały pomocnicze.

„Oxylin” lakier do obcasów i opasek.

„Citofin” farby wodne do skór o wysokiej koncentracji.

Top i II glans do farb wodnych.

Finish B. 20 czarny o wybitnym połysku i wielkiej wydajności.

Ponadto wszystkie specjalne lakieru i emalie do lakierowania samochodów, mebli, ścian, grzejników i t. p.

Wydawca i redaktor odpowiedzialny: Albert Balkin

Рис. 7. Реклама «Фабрики фарб і лаків Генріка Блюменфельда» у Львові. 1937 р. [10, с.80]

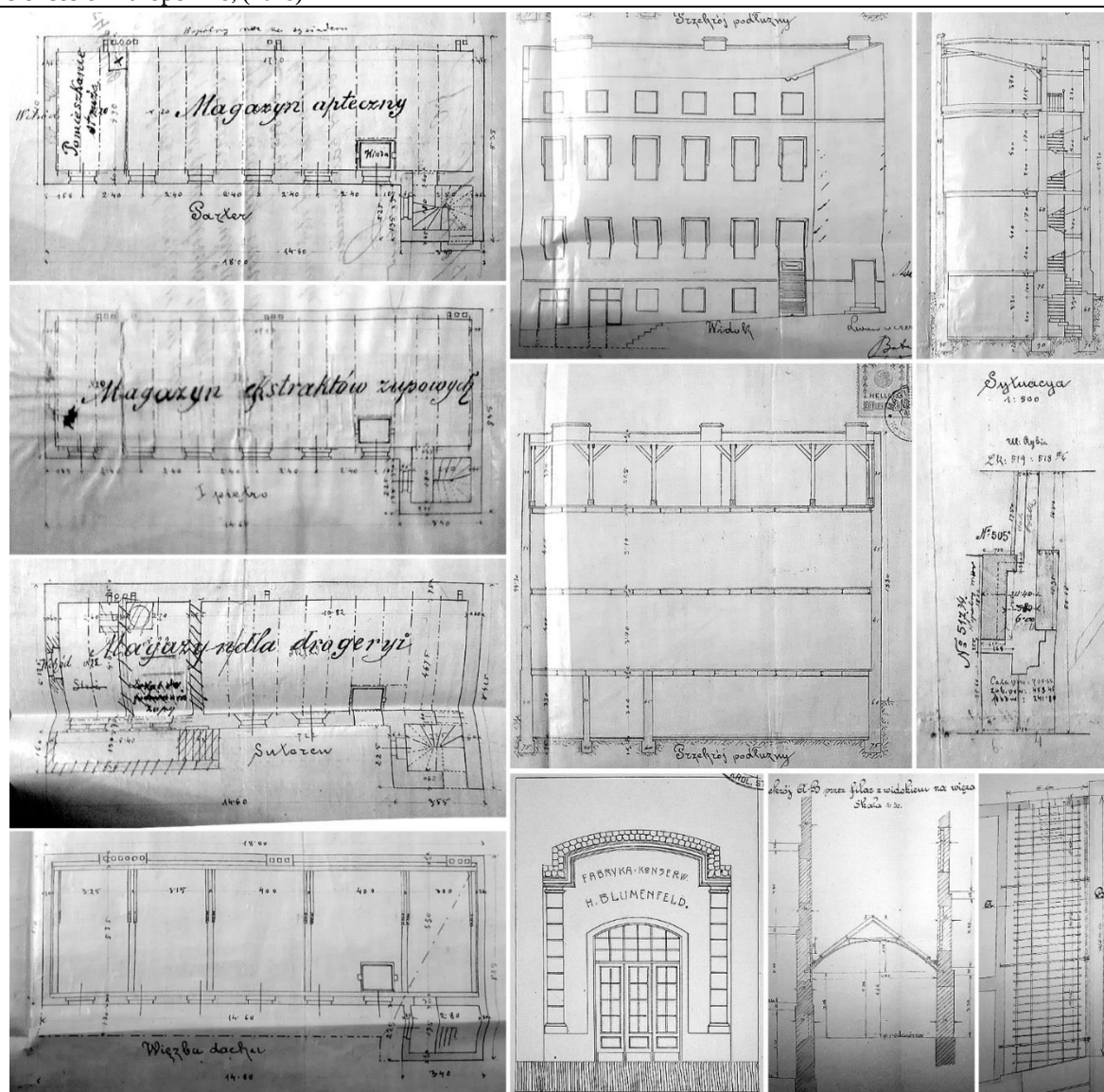


Рис. 8. Архівні креслення фабрики: поверхові плани, бічний фасад, повздовжній та поперечний розрізи, ситуаційна схема (1899 р.); брама (1910 р.), переріз проходу із аркою даху та план конструкцій накриття входу зі сторони вул. Рибної (1914 р.) [фото автора, 2015 р., ДАЛО]



Рис. 9. Сучасний стан фабрики Блюменфельда на вул. Рибній, 3А. [фото автора, 2018 р.]

повною або частковою зміною первісного функціонального призначення. Виявлено дві основні групи промислових об'єктів: об'єкти значної історико-культурної цінності (пам'ятники промислової архітектури) та типові нейтральні промислові об'єкти (серійні, уніфіковані промислові будівлі та споруди), відповідно до яких було сформовано диференційований підхід під час реабілітації. Архітектурно-містобудівні завдання реабілітації полягають у:

- 1) виявленні та збереженні цінних об'єктів промислової спадщини; введенні їх до нових архітектурних ансамблів як базових елементів;
- 2) універсальному використанні території та будівель;
- 3) забезпеченні гнучкої планувальної організації; функціональної, екологічної, естетичної, економічної адаптації об'єктів у міському середовищі.

Концепція архітектурно-функціональної реабілітації фабрики Блюменфельда (дипломний проект «Дизайн просторів та функціональна адаптація колишньої фабрики Блюменфельда на вул. Б. Хмельницького у м. Львові під центр мистецької дитячої творчості та розвитку» бакалавра архітектури (4-й рік навчання) Сало В.Є., 2015 р.; рис. 10 та дипломний проект «Архітектурна реабілітація архітектурного середовища колишньої фабрики Блюменфельда у м. Львові під інтерактивний центр дитячої творчості та розвитку» бакалавра архітектури (4-й рік навчання) Мельничук Я.І., 2018 р.; роботи під керівництвом канд. архіт., доц. Іванова-Костецького С.О.; рис. 11). Концепція проекту центру дитячої творчості та розвитку полягає у створенні сучасного об'єкту з дотриманням чинних норм, який буде вписуватися в історичне сформоване середовище. Характерні особливості перепрофільованих об'єктів будуються на поєднанні сучасних матеріалів і методів будівництва із архітектурою історичний промислових будівель.

В проекті запропоновано збереження історичних фасадів фабрики, а за рахунок стриманих форм надбудови з використанням скляних поверхонь та металу, адаптувати внутрішній простір до поставлених завдань. Для безпеки дітей та шумозахисту, запроектовано скляну вітрину з входним порталом, яка б відділила будівлю дитячого центру від проїзної частини (вулиці Б. Хмельницького), а також завершила би композицію будівлі. В проекті передбачається використання торцевих фасадів дотичних сусідніх будинків, як площини, на яких будуть зображені контури будиночків та написи для створення своєрідного, інтерактивного середовища для дітей.

Концепція реабілітації передбачає максимальне збереження і наслідування існуючої планувальної структури будівлі. Таким чином на першому поверсі пропонується розміщення фойє, кафе та до-

поміжних приміщень. Класи для навчання, які розподілені за напрямками різних студійно-гурткових занять, а також за віковими категоріями дітей, розташовуються на 2-му, 3-му та 4-му поверхах. Недалеко від приміщень для навчання пропонується розміщення залів для відпочинку. На 2-му поверсі передбачено приміщень для викладачів, а на верхньому поверсі – універсального залу для проведення тренінгів, навчань, демонстрації фільмів, проведення лекцій. Роль вертикальних комунікацій всередині будівлі відіграє сходово-клітка та ліфт. Для зручності сполучення відвідувачів, ззовні (зі сторони вул. Хмельницького) пропонується розміщення ще одного ліфта, з якого є можливість критими переходами потрапити одразу у навчальні класи.

Висновки

Однією із основних програмних завдань під час архітектурної реабілітації колишніх індустриальних об'єктів, які мають історичну та культурну цінність, є формування шляхів гармонізації закинутого «брутального» середовища, при цьому паралельно висвітлюючи особливості таких виробничих будівель.

Характерними особливостями виробничих будівель, яким надають нове життя є неприховані конструктивні елементи, що підкреслюють індустриальне походження стилю (труби, балки, ферми і т.д.), а також неоштукатурені, не «ідеально» рівні, з виступами і, навіть, тріщинами стіни, або пофарбовані бетонні поверхні – це все особливості переобладнаних індустриальних будівель під функціонально-доцільні об'єкти.

Історичні промислові об'єкти – це невід'ємна частина культурної спадщини міста, тому в результаті реабілітації та адаптації, вони повинні отримати нове сучасне звучання, не приховуючи при цьому свою багату історію.



Рис. 10. Дипломний проект «Дизайн просторів та функціональна адаптація колишньої фабрики Блюменфельда на вул. Б. Хмельницького у м. Львів під центр місцевої дитячої творчості та розвитку», 2015 р.; виконана: Сало В.Є., керівник: канд. архіт., доц. Іванов-Костецький С.О.

АРХІТЕКТУРНА РЕАБІЛІТАЦІЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА ФАБРИКИ БЛЮМЕНФЕЛЬДА ПО ВУЛ. ХМЕЛЬНИЦЬКОГО У М. ЛЬВОВІ ПІД ІНТЕРАКТИВНИЙ ЦЕНТР ДИТЯЧОЇ ТВОРЧОСТІ

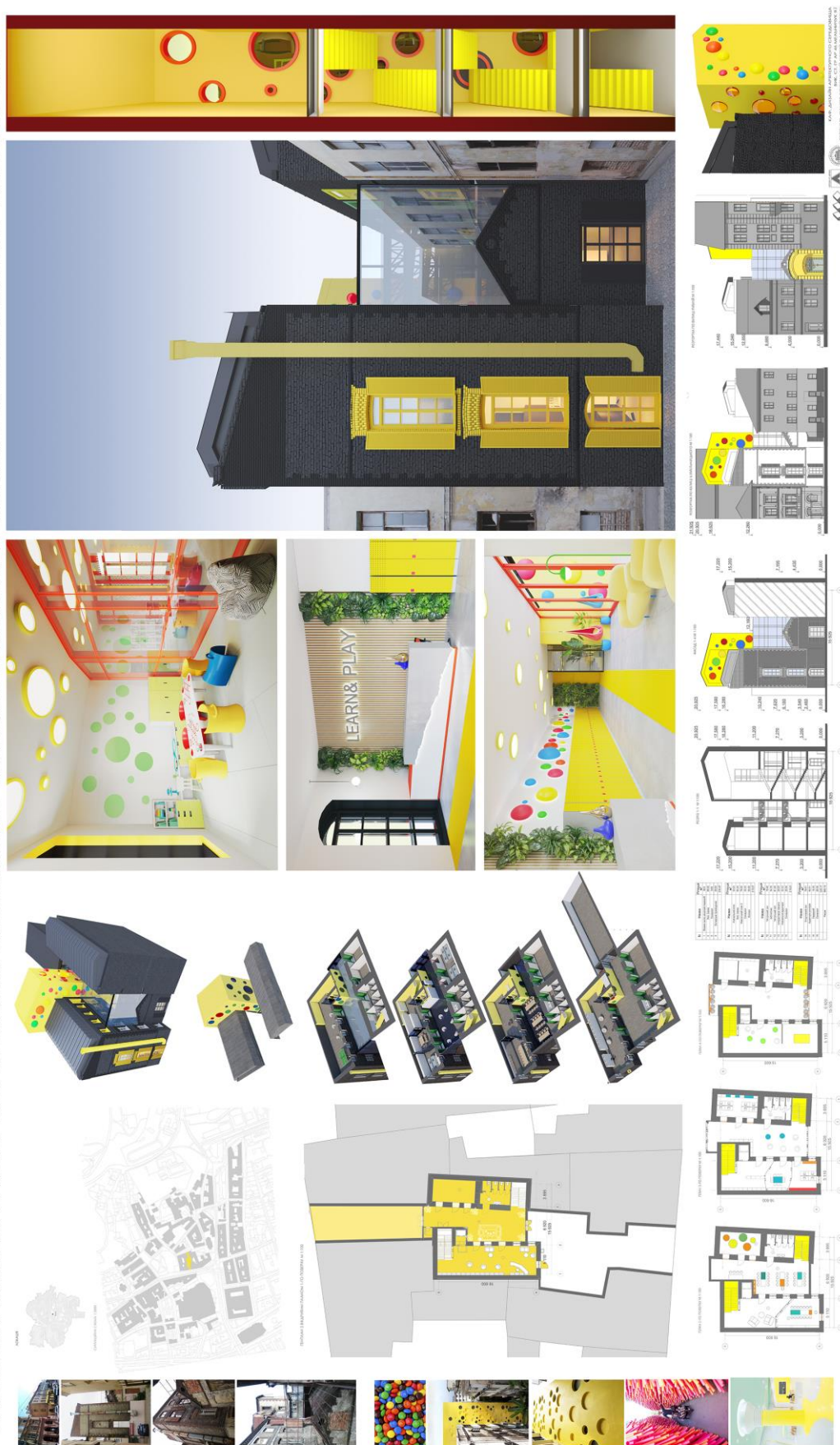


Рис. 11. Дипломний проект «Архітектурна реабілітація архітектурного середовища колишньої фабрики Блюменфельда у м. Львові під інтерактивний центр дитячої творчості та розважок», 2018 р.; виконана: Мельничук Я.І.; керівник: канд. архіт., доц. Іванов-Костецький С.О.

Література

1. Ekyu Early Years Kanakapura Road / CollectiveProject [Зображення]: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.archdaily.com>.
2. Camperdown Childcare / CO-AP [Зображення]: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.archdaily.com>.
3. Kids Science Labs 02 / Woodhouse Tinucci Architects [Зображення]: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.archdaily.com>.
4. Fai-Fah / SPARCH [Зображення]: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.archdaily.com>.
5. Иванов-Костецкий С.О. Принципи архітектурно-функціональної реабілітації історичних промислових будівель та споруд [Текст]: дис. ... канд. архітектури : 18.00.01 / Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів, 2011. — 192 с.
6. О Winach, syropach i innych środkach leczniczych premiowanych na wystawie przyrodniczo-lekarskiej w Krakowie 1881 roku wyrobu apteki pod "Złotym Słoniem" Henryka Blumenfelda we Lwowie. — Lwów: «Drukarnia Polska», 1887. — С.2 [Зображення]: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://polona.pl>.
7. Народна Часопись : додаток до Газети Львівської. — Lwów: «Gazeta Lwowska». — 1891.01.16 (1891.01.04). — ч. 2. — С.4 [Зображення]: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://jbc.bj.uj.edu.pl>.
8. Skorowidz przemysłowo-handlowy Królestwa Galicyi. - Lwów: «Nakł. Ligi Pomocy Przemysłowej». — 1912. — 1913, Wyd. 2. — С. 158 [Зображення]: [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.pbc.rzeszow.pl/dlibra>.
9. Architekt : miesięcznik poświęcony architekturze, budownictwu i przemysłowi artystycznemu — Kraków : «Nakładem Krakowskiego Towarzystwa Technicznego», 1907. — ROC VIII. — ZESZYT 4. — С.24 [Зображення]: [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://bcpw.bg.pw.edu.pl/dlibra>.
10. Przegląd Garbarsko-Techniczny oraz Wiadomości Przemysłu Chemicznego. - Warszawa: «Cech Zrzeszonych Garbarzy». — 1937. — R. 3, nr. 11-12 (listopad-grudzień 1937). — С. 80 [Зображення]: [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://dlibra.umcs.lublin.pl/dlibra>.

CHEMICAL SCIENCES

МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ДИСТИЛЛЕРНОЙ ЖИДКОСТИ КАК ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ АММИАЧНЫМ СПОСОБОМ

Касьянов В.К.

студент 4 курса бакалавриата кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ

им. Д.И. Менделеева

Аверина Ю.М.

к.т.н., доцент кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ

им. Д.И. Менделеева

Меньшиков В.В.

д.т.н., профессор кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ

им. Д. И. Менделеева

Стрельникова А.С.

аспирант РХТУ им. Д. И. Менделеева

METHODS OF PROCESSING DISTILLER LIQUID AS WASTE OF PRODUCTION OF CALCINATED SODA WITH AMMONIUM METHOD

Kasianov V.K.,

Bachelor of 4 course of the Department of Innovative materials and corrosion protection of the

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

Averina Yu.M.,

Assistant professor, PhD, Department of Innovative materials and corrosion protection of the

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

Menshikov V.V.,

Doctor of Technical Sciences, Professor of Innovative materials and corrosion protection of the

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

Strelnikova A.S.

Post-graduate student of the Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

АННОТАЦИЯ

Более жесткие требования норм экологической безопасности к отходам производства кальцинированной соды, производимой аммиачным методом, стимулируют развития способов переработки дистиллерной жидкости. Дорогое обслуживание отстойников побуждает компанию к выбору метода переработки.

ABSTRACT

More stringent requirements of environmental safety standards for wastes of soda ash produced by the ammonia method stimulate the development of methods for processing distillation liquid. Expensive maintenance of sediment tanks prompts the company to choose the method of processing.

Ключевые слова: кальцинированная сода; дистиллерная жидкость; способы переработки.

Keywords: soda ash; distiller fluid; ways of processing.

Аммиачный способ получения кальцинированной соды является самым востребованным на мировом и Российском рынке производства. Несмотря на достаточно хорошую изученность процесса, данный метод имеет немало проблем. Среди наиболее острых вопросов выделяют проблему «белых морей». Это обусловлено большим количеством отходов производства и усилением экологического контроля в мире. Мировой рынок производителей стремится создать такие технологии и продукты, которые наносить минимальный вред окружающей среде.

При производстве кальцинированной соды аммиачным способом, как правило, образуется большое количество отходов на 1 тонну соды:

1. Около 9-10 м³ дистиллерной жидкости, имеющей следующий состав 110-120 г/л CaCl₂, 54-58 г/л NaCl, 21-26 г/л взвеси Ca(OH)₂, CaSO₄ и CaCO₃;

2. Около 50 кг шлама, который образуется в результате получения известкового молока и золы топлива (CaCO₃, CaO);

3. Образуется около 0,1 м³ шлама в результате очистки рассола, который содержит 240-300 г/л взвеси Mg(OH)₂ и CaCO₃ [1].

Отходы содового производства, шламы и дистиллерную жидкость, хранят в специальных накопителях, которые называют «белыми морями». Они делятся на секции, заполняемые последовательно. Для того чтобы следить за данными накопителями требуется огромное количество материальных и технических средств (самосвалы, грейдеры, бульдозеры и др.), а также персонал. Заводы, производящие кальцинированную соду, могут сбросить в ближайшие реки и водоемы во время паводка до 13 млн. м³ дистиллерной жидкости. Данные отходы

наносит значительный урон не только рыбному хозяйству, но также делают непригодной воду для бытовых и технических целей.

Все более существенным недостатком производства кальцинированной соды становятся «белые моря» по мере увеличения требований к комплексности использования сырья и, как ранее говорилось, к охране окружающей среды. На протяжении всего времени развития производства соды были неоднократные попытки сделать аммиачный способ малоотходным или безотходным, но до сих пор никому не удалось этого достичь. Поэтому все чаще производители для решения данной проблемы прибегают к комплексной переработке дистиллерной жидкости.

Одним из часто используемых способов переработки является получения хлорида кальция, который применяют в строительстве, производстве бетона, обслуживании автодорог и пешеходных участков. Для того чтобы в выпарных аппаратах не образовалось накипи, из дистиллерной жидкости удаляют гидроксид кальция с помощью карбонизации и последующего выделения карбоната кальция. Образовавшийся шлам направляют на производство кормовых добавок или известкового мелиоранта. Затем в осветленный раствор добавляют затравку активного ангидрита CaSO_4 , который защищает поверхность теплообменных аппаратов от обрастания. Данный раствор отправляют в трехкорпусную выпарную установку, в которой выпаривают ее до концентрации хлорида кальция до 18%, а также кристаллизация сульфата кальция. Далее данная суспензия стекает в отстойник, где образующаяся суспензия CaSO_4 возвращается на смешение с осветленной дистиллерной жидкостью. Хлорид кальция подается на вторую выпарную установку, где достигается концентрация до 38-41% по хлориду кальция и выделяют хлорид натрия.

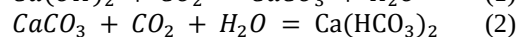
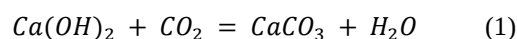
Концентрированную суспензию хлорида кальция направляют в отстойник, где отделивают хлорид натрия, который идет на продажу потребителям. Осветленный раствор хлорида кальция поступает в выпарной аппарат, где раствор концентрируется до 73% по хлориду кальция. Образовавшийся плав хлорида кальция направляют в аппарат чешуирования, в который подается холодная вода. Срезанные чешуйки ножом с барабана отправляются в аппарат сушки. Сушку проводят с помощью топочных газов и затем горячие чешуйки пересыпают в барабан, стенки которого охлаждаются холодной водой [2].

Расход ресурсов для получения 1 тонны хлорида кальция 67% составляют:

1. Дистиллерная жидкость – 7,3 м³;
2. Газ известковых печей – 96,6 м³;
- 3.оборотная вода – 163 м³;
4. Пар – 16,5 ГДж;
5. Электроэнергия – 410 МДж [3].

Данный метод имеет достаточно сложное конструктивное исполнение и дополнительные затраты на электроэнергию, многостадийность производства и использование газа известковых печей.

Дистиллерную жидкость также можно использовать для закачки в нефтяные скважины, чтобы поддерживать пластовое давление. К суспензии дистиллерной жидкости добавляют холодную дистиллерную жидкость, после чего направляют в первый отстойник, где происходит осаждение шлама, а осветленная жидкость переправляется в следующий отсек. Далее дистиллерную жидкость подают в резервуар, где к добавляют воду, чтобы снять перенасыщение по гипсу. Разбавленную дистиллерную жидкость направляют в карбонизационную колонну, куда поступает углекислый газ (дымовый газ). Если это газ известковых печей, то расход его может составить около 1,6 м³/м³ жидкости. Процесс можно описать следующими реакциями:



Вторая реакция является нежелательной и протекает только при избытке углекислого газа, поэтому pH раствора придерживают в районе 9,0 – 9,7.

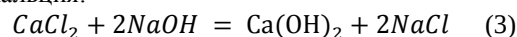
Для того чтобы уменьшить количество карбоната кальция на стенках колонны в аппарат подается ретурный шлам из отстойника 20% от количества дистиллерной жидкости. Затем осветленная жидкость поступает в отсек «белого моря», где окончательно осветляется и потом направляется на закачку в нефтяные скважины.

Шлам, который образуется в отстойнике, направляется в карбоколонну для уменьшения карбоната кальция на стенках карбонизационной колонны.

Данный метод обладает огромным преимуществом, если завод по производству кальцинированной соды находится недалеко от районов добычи нефти. Можно исключить потребность нефтепромыслов в воде и увеличить нефтеотдачу, так как жидкость обладает высокой плотностью [4].

В настоящее время ведутся работы над методом переработки дистиллерной жидкости с целью получения безводного пероксида кальция. Исследования проводились только в лабораторных условиях. Дистиллерную жидкость 100 мл поместили в стакан объемом 250 мл и при перемешивании добавили раствор аммиака. Через 2-4 минуты добавили раствор пероксида водорода в молярном соотношении 1,0:1,0. В результате образовалась мелкодисперсная суспензия, которую отфильтровывают под вакуумом и промывают водой. Полученный осадок подвергают дегидратации при температуре от 121 до 131 °C.

Существует метод переработки дистиллерной жидкости с получением гидроксида натрия, гидроксида кальция и хлора в виде товарных продуктов. Дистиллерную жидкость обрабатывают гидроксидом натрия, в результате выпадает осадок гидроксида кальция:



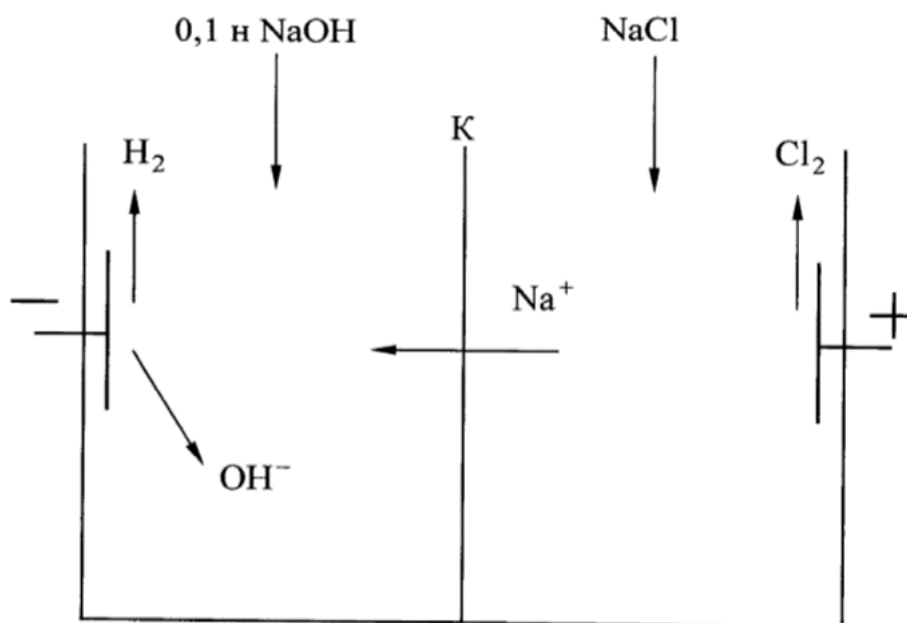


Рис. 1. Анодная камера двухкамерного электролизера с катионообменной мембраной [5].

Затем полученный фильтрат помещают в анодную камеру электролизера с катионообменной мембраной (рис. 1). В результате электролиза образуются газообразный хлор и гидроксид натрия [5].

В результате переработки 1 м³ дистиллерной жидкости можно получить в виде товарных продуктов:

- ✓ Гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 66,7$ кг;
- ✓ Гидроксид натрия $\text{NaOH} = 34,2$ кг;
- ✓ Хлор $\text{Cl}_2 = 94,3$ кг.

В таблице 1 отражены все основные достоинства и недостатки методов переработки дистиллерной жидкости.

Таблица 1

Методы переработки отхода аммиачного способа производства кальцинированной соды – дистиллерной жидкости.

Способ переработки	Достоинства	Недостатки
Получения безводного пероксида кальция	Получение в виде товарного продукта пероксида кальция	✓ Использование реагентов: пероксида водорода и раствор аммиака; ✓ Образование сточных вод, содержащих хлориды аммония и натрия.
Для закачки в нефтяные скважины	Не требуется сложного технического оформления	Необходимость нахождения содового завода в районах добычи нефти
Получение хлорида кальция	Получение в виде товарного продукта хлорида кальция	✓ Многостадийность производства; ✓ Сложное технологическое оборудование; ✓ Большие энергозатраты.
Получение гидроокиси кальция, гидроокиси натрия и хлора	✓ Более простой способ переработки; ✓ Снижение энергозатрат; ✓ Получение гидроокиси кальция, гидроокиси натрия и хлора в виде товарных продуктов; ✓ Получение воды, очищенной от хлорида кальция и натрия.	Сложное технологическое оборудование

Выбор метода переработки дистиллерной жидкости будет зависеть от некоторых факторов: месторасположение завода, производственные площади, энергетические мощности, финансовое состояние компании.

Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И. Менделеева. Номер проекта X032-2018.

Литература

1. Р. Р. Даминев, Л. Р. Асфандиярова, Р. Р. Насырови, Г. В. Юнусова Применение флокулянтов в целях очистки сточных вод химических производств, Уфимский государственный нефтяной технический университет, Стерлитамак, 2015.
2. Способ получения хлористого кальция: пат. 2474536 Рос. Федерация: МПК C01F11/24.
3. Ткач Г.А., Шаповрев В.П., Титов В.М. Производство соды по малоотходной технологии: Монография/– Х.: ХГПУ, 1998. – 429 с.
4. Способ подготовки дистиллерной жидкости к закачке в нефтяные пласты: авторское свидетельство SU 1678777 A1.
5. Способ переработки дистиллерной жидкости аммиачно-содового производства: пат. 2476386 Рос. Федерация: МПК C02F9/06 C01D7/18.

MEDICAL SCIENCES

NEUROPROTECTIVE THERAPY IN A COMPREHENSIVE TREATMENT OF MILD CRANIOCEREBRAL INJURY

Zhukovskiy O.O.

*Higher State Educational Establishment of Ukraine
"Bukovinian State Medical University", Chernivtsi*

ABSTRACT

The efficacy of Trimetazidine administration in a comprehensive treatment of brain concussion has been studied. A normalization effect of the drug on hypoxia processes, condition of the pro- and antioxidant systems, neuron-specific enolase level has been determined.

Keywords: brain concussion, Trimetazidine.

Introduction. Considering an important role of hypoxia, disorders of pro- and antioxidant balance, development of autoimmune reactions in pathogenesis of mild neurotrauma and brain concussion (BC) in particular, the necessity to control all these parameters is of no doubt, as well as administration of drugs possessing neuroprotective properties in a comprehensive treatment [1,7]. From this point of view the study of Trimetazidine ("Preductal") efficacy, a drug possessing pronounced anti-hypoxic and antioxidant properties, is rather topical and perspective [4].

Materials and methods. To solve the tasks 60 individuals were examined comprehensively. They were distributed into three groups:

1 group – practically healthy individuals (20 people);

2 group – BC patients receiving basic therapy (20 people);

3 group – BC patients receiving Trimetazidine in addition to the basic therapy (20 people).

The basic therapy included analgesics, diuretics, sedatives, vasoactive and nootropic agents. Trimetazidine was administered in a daily dose of 60 mg 3 times a day for the whole course of treatment (7-10 days). Biochemical examinations of plasma and erythrocytes of the patients and donors were made on the

first, fifth day after injury, and after completion of treatment. The levels of lactate, protein oxidative modification (POM), Malonaldehyde (MA), reduced glutathione [8], HS-groups [5], activity of ceruloplasmin [2] and catalase [3] were examined. The content of neuron-specific enolase (NSE) in the blood serum was determined by means of indirect immune-enzyme analysis. The data were processed statistically using Student criterion.

Results and discussion. On the first day after trauma all the patients with BC developed statistically reliable increase of lactate in the blood plasma which was indicative of activation of hypoxic processes in the nervous tissue. A gradual dynamic increase of lactate content was observed in patients with BC who received a comprehensive treatment. The situation was a little different in the third group of patients, who received Trimetazidine in addition to basic therapy. Lactic acid level in those patients did not increase, but it statistically reliably decreased. After initiated treatment in the patients from the third group the indices of lactate content were close to that of normal. On the basis of the data obtained a conclusion can be drawn that Trimetazidine inhibits accumulation of lactate and prevents the development of hypoxia in the cerebral tissue.

Table 1

Lactate content in the blood of patients with brain concussion

Index	1 control group (n=20)	On admission		5 day		After treatment	
		2 group (n=20)	3 group (n=20)	2 group (n=20)	3 group (n=20)	2 group (n=20)	3 group (n=20)
Lactate content, mmol/L	2,10±0,02	2,47±0,02 p ₁ <0,01	2,48±0,02 p ₁ <0,01 p ₂ >0,05	2,72±0,03 p ₁ <0,01	2,36±0,02 p ₁ <0,01 p ₂ <0,01	2,78±0,02 p ₁ <0,01	2,18±0,01 p ₁ >0,05 p ₂ <0,01

Notes: p₁ – difference between patients with BC and control group;

p₂ – difference between both groups of patients

Hypoxia development results in different metabolic disorders including changes of pro- and antioxidant balance. Considering an important role of the processes of lipid and protein peroxide oxidation in the development of irreversible changes in case of neurological injuries, we have examined these indices, and the condition of the blood antioxidant system in patients with BC. Having analyzed the indices of lipid and protein peroxide oxidation at the first day after injury

statistically reliable increase of MA level, one of the final products of lipid peroxidation was found, as well as the degree of protein oxidative modification (POM) in comparison with the control indices (Table 2). Violent reaction of these processes after injury as naturally associated with the body protective reaction – increased activity of the antioxidant system. Thus, increased activity of catalase and ceruloplasmin, increased level of

reduced glutathione, as the main component of the protective glutathione system, and the content of HS-

groups in comparison with the indices of the control group were determined in all the victims.

Table 2

**Indices of lipid and protein peroxide oxidation
and blood antioxidant system in patients with brain concussion**

Index	1 control group (n=20)	On admission		5 day		After treatment	
		2 group (n=20)	3 group (n=20)	2 group (n=20)	3 group (n=20)	2 group (n=20)	3 group (n=20)
Ceruloplasmin conten, $\Delta E/g$ of protein	186,26 $\pm$ 2,3	217,59 $\pm$ 5,2 $p_1 < 0,01$	218,40 $\pm$ 4,4 $p_1 < 0,01$	201,30 $\pm$ 5,4	234,16 $\pm$ 4,9 $p_2 < 0,01$	189,24 $\pm$ 4,8	240,2 $\pm$ 4,8 $p_2 < 0,01$
POM degree o.o.r./g of protein	6,63 $\pm$ 0,23	7,94 $\pm$ 0,23 $p_1 < 0,01$	7,93 $\pm$ 0,25 $p_1 < 0,01$	8,93 $\pm$ 0,34	7,06 $\pm$ 0,19 $p_2 < 0,01$	10,54 $\pm$ 0,35	6,97 $\pm$ 0,38 $p_2 < 0,01$
Malone aldehyde content, mcmol/L	7,74 $\pm$ 0,28	10,71 $\pm$ 0,56 $p_1 < 0,01$	10,68 $\pm$ 0,69 $p_1 < 0,01$	14,61 $\pm$ 0,70	8,93 $\pm$ 0,57 $p_2 < 0,01$	15,77 $\pm$ 0,68	7,39 $\pm$ 0,53 $p_2 < 0,01$
Reduced glutathione content, mcmol/ml	0,30 $\pm$ 0,06	0,54 $\pm$ 0,02 $p_1 < 0,01$	0,53 $\pm$ 0,03 $p_1 < 0,01$	0,41 $\pm$ 0,02	0,62 $\pm$ 0,02 $p_2 < 0,01$	0,32 $\pm$ 0,01	0,64 $\pm$ 0,02 $p_2 < 0,01$
Content of HS-groups, mcmol/ml	1,58 $\pm$ 0,03	1,77 $\pm$ 0,02 $p_1 < 0,01$	1,76 $\pm$ 0,02 $p_1 < 0,01$	1,62 $\pm$ 0,03	1,84 $\pm$ 0,03 $p_2 < 0,01$	1,54 $\pm$ 0,03	1,9 $\pm$ 0,03 $p_2 < 0,01$
Catalase activity, mcmol/min·ml	11,6 $\pm$ 0,54	13,4 $\pm$ 0,54 $p_1 < 0,05$	13,3 $\pm$ 0,49 $p_1 < 0,05$	12,4 $\pm$ 0,41	14,2 $\pm$ 0,42 $p_2 < 0,01$	11,1 $\pm$ 0,38	15,1 $\pm$ 0,30 $p_2 < 0,01$

Notes: p_1 – difference between patients with BC and control group;

p_2 – difference between both groups of patients

Having analyzed the above mentioned indices in dynamic observation we have determined that intensity of the processes of lipid peroxidation and protein peroxide oxidation continued to increase in the blood of patients from the second group who received basic therapy. Thus, on the fifth day after injury the content of MA and POM degree increased in comparison with the similar indices at the first day. These processes occurred against the ground of reduced activity of antioxidant enzymes – catalase, ceruloplasmin, level of reduced glutathione and HS-groups. Further observation determined stable high content of pro-oxidants in the blood of patients with BC associated with a low level of antioxidant protection factors. Decreased activity of catalase, ceruloplasmin, reduced glutathione and sulfhydryl groups occurred at the expense of exhaustion of the antioxidant system. The situation with patients from the third group who received cytoprotective drug Trimetazidine in addition to a comprehensive therapy was different. Thus, on the fifth day after injury the intensity of the processes of lipid peroxidation and blood protein peroxide oxidation decreased in comparison with the indices of the first day. At the same time, a clear tendency to increasing the activity of antioxidant protection factors was found. After treatment the indices of the processes of lipid peroxidation and protein peroxide oxidation in the third group of patients were close to those of the first group. The level of activity of antioxidant enzymes, reduced glutathione and HS-groups after treatment remained high.

The presented results are indicative of the fact that administration of Trimetazidine in a comprehensive treatment of patients with BC indirectly decreases a negative effect of lipid and protein peroxide oxidation activation at the expense of stabilization of the content and activity of antioxidant protection factors.

The level of neurospecific proteins is an integral index of metabolic disorders intensity and destructive changes in the nervous tissue [6]. Concerning the aspect of modern views about the role of anti-cerebral antigens and NSE in particular in pathogenesis of traumatic disease of the brain, investigation of its content in the blood serum of patients with BC in dynamics is important of course. On the first day after injury mean indices of NSE content as a marker of neuron injury were not higher than those of normal in patients with BC (Table 3). Although on the fifth day after injury considerable changes were found to occur in NSE concentration. Thus, in 85% of patients from the second group statistically reliable increase of NSE content was found. And in spite of the initiated treatment the individuals of this group developed a noticeable tendency to reduction of NSE level in comparison with the data of the fifth day, although its content in the blood serum was higher than that of the normal one. The situation in the third group of patients who received Trimetazidine was different. In this group of patients NSE level in the blood serum did not practically differ from the initial one during the whole course of treatment.

Table 3

Neuron-specific enolase content in the blood serum of patients with brain concussion							
Index	1 control group (n=20)	On admission		5 day		After treatment	
		2 group (n=20)	3 group (n=20)	2 group (n=20)	3 group (n=20)	2 group (n=20)	3 group (n=20)
NSE content mcg/L	8,44±0,45	8,52±0,61 p ₁ >0,05	8,50±0,58 p ₁ >0,05 p ₂ >0,05	15,9±0,61 p ₁ <0,01	8,85±0,73 p ₂ <0,01	13,1±0,42 p ₁ <0,01	8,67±0,53 p ₂ <0,01

Notes: p₁ – difference between patients with BC and control group;

p₂ – difference between the indices of both groups of patients with BC

Therefore, administration of cytoprotective drug Trimetazidine in a comprehensive treatment of patients with BC prevents the development of destructive processes in the nervous tissue.

Conclusions.

1. Brain concussion results in the development of hypoxic disorders, changes of the pro- and antioxidant balance, and as a result, appearance of neuron injury marker in the peripheral blood.

2. Administration of Trimetazidine in a comprehensive treatment of patients with brain concussion evidenced a pronounced anti-hypoxic, antioxidant and neuroprotective effects of the drug.

Further studies are stipulated by the necessity to investigate the effect of neuroprotective drugs in case of craniocerebral injuries – perspective and pathogenically substantiated direction in treatment.

References

1. Бульон В.В., Зарубина И.В., Коваленко А.Л., Алексеева Л.Е., Сапронов Н.С. Церебропротективный эффект цитофлавина при закрытой черепно-мозговой травме // Экспер. и клин. фармак. – 2003. – Т.66, №6. – С.56-58.

2. Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической химии. – Минск: Беларусь, 1982.- 290 с.

3. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. – 1998. - №1. – С.16-19.

4. Ланкин В.З., Тихадзе А.К., Жарова Е.А., Беленков Ю.Н. Исследование антиоксидантных свойств цитопротекторного препарата триметазидина // Кардиология. – 2001. - №3. – С. 21-28.

5. Мешишен І.Ф., Григор'єва Н.П. Метод кількісного визначення НS-груп у крові // Буковинський мед. вісник. – 2002. – Т.6, №2. – С.190-192.

6. Мироненко Т.В., Панченко Е.Н. Применение продигозана в комплексной терапии последствий лёгкой закрытой черепно-мозговой травмы // Лік. справа/Врач. дело. – 1999. - №5. – С.101-105.

7. Современные представления о патогенезе закрытой черепно-мозговой травмы / Под ред. Е.Г. Педаченко. – К.: ТОВ «Задруга», 1996. – 282 с.

8. Травина О.В. Руководство по биохимическим исследованиям. М.: Медгиз, 1955. – 256 с.

РОЛЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ДОСТИЖЕНИИ ОПТИМАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ**Мухутдинова Г.М.***Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан, г.Казань***Мухаметшин И.Р.***Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан, г.Казань***Патяшина М.А.***Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан, г.Казань***Авдонина Л.Г.***Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан, г.Казань***Рыбаченок Т.М.***Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан, г.Казань***Филиппова С.Ю.***ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г.Казань***Имамов А.А.***ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г.Казань***THE ROLE OF FOOD TO ACHIEVE OPTIMAL HEALTH****Muhutdinova G.M.,***Office of Rospotrebnadzor in the Republic of Tatarstan, Kazan***Muhametshin I.R.,***Office of Rospotrebnadzor in the Republic of Tatarstan, Kazan***Patyashina M.A.***Office of Rospotrebnadzor in the Republic of Tatarstan, Kazan***Avdonina L.G.***Office of Rospotrebnadzor in the Republic of Tatarstan, Kazan***Rybachenok T.M.,***Office of Rospotrebnadzor in the Republic of Tatarstan, Kazan***Philippova S.U.,***Kazan state medical University of the Ministry of health***Imamov A.A.***Kazan state medical University of the Ministry of health***АННОТАЦИЯ**

Показаны результаты анализа и эпидемиологическая характеристика структуры заболеваемости, связанной с нарушением питания, первично регистрируемой у населения Республики Татарстан и в Лениногорском районе Республики Татарстан за 2010-2016гг. Показано, что за период с 2010г. по 2016г. лидирующие позиции среди первичных заболеваний занимают заболевания эндокринной системы и заболевания, связанные с нарушением питания. Среди первичных заболеваний, связанных с нарушением питания, исключительным лидером является как в Республике Татарстан, так и в Лениногорском районе первичная заболеваемость ожирением. В результате проводимого мониторинга состояния питания отдельных групп населения, контроля за соответствием качества и безопасностью пищевой продукции требованиям законодательства Российской Федерации и Таможенного союза отмечено значительное снижение первичной заболеваемости ожирением в возрастной группе 0-14 лет отмечено в Лениногорском районе Республики Татарстан - в 25 раз относительно 2011 года. Полученные результаты указывают, что для достижения оптимального здоровья необходимо разнообразное и сбалансированное по всем компонентам физиологически полноценное питание, и включающее обогащенные пищевые продукты.

ABSTRACT

The results of the analysis and epidemiological characteristics of the structure of morbidity associated with malnutrition, initially recorded in the population of the Republic of Tatarstan and Leninogorsk district of the Republic of Tatarstan for 2010-2016 are shown. It is shown that for the period from 2010. till 2016. the leading position among the primary diseases are diseases of the endocrine system and diseases associated with malnutrition. Among the primary diseases associated with malnutrition, the exceptional leader is both in the Republic of Tatarstan and in Leninogorsk district primary morbidity obesity. As a result of the monitoring of the nutrition status of certain groups of the population, control over the compliance of the quality and safety of food products with the requirements of the legislation of the Russian Federation and the Customs Union, a significant decrease in the primary morbidity of obesity in the age group of 0-14 years was noted in the Leninogorsk district of the Republic of Tatarstan - 25 times compared to 2011. The obtained results indicate that to achieve optimal health you need a varied and balanced for all components of physiologically balanced diet, and include fermented food products.

Ключевые слова: нарушения питания, ожирение, факторы риска, заболеваемость, мониторинг, безопасность пищевых продуктов

Keywords: eating disorder, obesity, risk factor, morbidity, monitoring, food safety

Особенности современного индустриализованного мира с его глобальными нарушениями экологической обстановки, ростом сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, социальной нестабильностью, приводящей к психологическим перегрузкам, снижению физической активности и связанным с этим значительным сокращением энергетических затрат, широким распространением курения и употребления спиртных напитков отрицательно сказывается на здоровье каждого из нас. Здоровье, в свою очередь, является нашим богатством, требующим постоянной заботы.

Почти каждый аспект нашей «нормальной» индустриализованной жизни воздействует на нашу иммунную систему, стимулируя ее к постоянной сверхактивной деятельности. Эта сверхактивность приводит к непрекращающемуся высвобождению молекул, которые вызывают воспаление.

Кроме того, имеется тесная связь между воспалительным процессом и такими факторами риска, как стресс, гиподинамия, загрязнение окружающей среды, нарушение в питании и др. Так, употребление:

- растительных масел, содержащих трансжирные кислоты, которые возникают в процессе гидрогенизации при добавлении ионов водорода,
- простых сахаров, таких как фруктоза (почти каждый подслащенный напиток содержит сироп с высоким содержанием фруктозы),
- холестерина, содержащегося в мясе, в блюдах из яиц увеличивает уровень С-реактивного белка и приводит к хроническому воспалению в организме. [6]

Кроме того, для здоровья человека стало чрезвычайно важным не только полноценное питание, но и его профилактическая, оздоравливающая, детоксицирующая и геропротекторная функции. [9].

Необходимо отметить, что в настоящее время все чаще осуществляется подмена молочных жиров жирами немолочного происхождения, что создает потенциальную угрозу причинения вреда жизни или здоровью граждан.

Жиры немолочного происхождения на упаковках можно встретить под словом – «гидрогенизированный». «Гидрогенизированный» означает, что растительный жир был подвергнут обработке водородом при высоком давлении и превратился в насыщенный. Собственно, это процесс, при котором из растительного масла получают маргарин. Гидрогенизированные жиры имеют два основных экономических преимущества перед ненасыщенными жирами - они дешевле и дольше хранятся.

Если в рационе таких жиров много, это означает, что организм «недополучает» полезные жиры, а гидрогенизированные, тормозящие работу головного мозга, получает в избытке [6,8].

Гидрогенизированные жиры содержат ещё один тип жира, который не относится ни к насыщенным, ни к ненасыщенным. Структура трансжирных кислот представляет собой конструкцию из молекул «задом наперед». Для наших артерий

трансжирные кислоты - это тоже самое, что насыщенные жиры. Проведенные исследования в области диетологии свидетельствуют о том, что эти кислоты способствуют повышению уровня холестерина в крови [6,8,13].

При намеренном изменении химической структуры продукта возникает много проблем. Как показали исследования, трансжирные кислоты снижают выработку естественных противовоспалительных субстанций простагландинов - гормоноподобных веществ, регулирующих многие жизненно важные функции организма. В результате в организме начинают развиваться патологические изменения, которые впоследствии диагностируются как серьёзные заболевания: заболевания системы кровообращения, новообразования, заболевания эндокринной системы и связанные с нарушением питания [6].

К нарушению питания приводит и дефицит полиненасыщенных омега-3 жирных кислот – одному из самых распространенных дефицитов среди населения России. Полиненасыщенные омега-3 жирные кислоты – незаменимый элемент питания: способствуя уменьшению вязкости крови, нормализации ее липидного состава (естественный антагонист трансжирных кислот и гидрогенизированных жиров), они снижают риск развития атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний. Исходная омега-3 жирная кислота – линоленовая кислота - не вырабатывается в организме и должна поступать в него с пищей, в норме 1г является достаточным для организма [6,14,15].

Самыми богатыми источниками омега-3 жирных кислот считаются морепродукты и рыба. Однако, для того чтобы получить максимальную пользу, необходимо употреблять их в пищу в соевом, маринованном и, по возможности, сыром виде. Также омега-3 жирные кислоты присутствуют и в продуктах, имеющих растительное происхождение (льняное семя, грецкие орехи, зародыши пшеницы и овса, фасоль и другие овощи, злаки, зелень).

В организме человека также не вырабатывается витамин С. Витамин С предотвращает окисление холестерина и отложение его на сосудистых стенках, оказывая таким образом антиатеросклеротическое воздействие. Его достаточное содержание повышает стабильность других витаминов – А, Е и соединений группы В. В значительных количествах витамин С содержат фрукты и овощи [6].

В Республике Татарстан, в том числе в Лениногорском районе, ежегодно регистрируются заболевания эндокринной системы и заболевания, связанные с нарушением питания (сахарный диабет, ожирение, йододефицитные состояния) [7].

Первичная заболеваемость эндокринной системы и заболевания, связанные с нарушением питания в 2016 году имеет тенденцию к снижению в Лениногорском районе РТ на 22% относительно 2010года (рис.1).

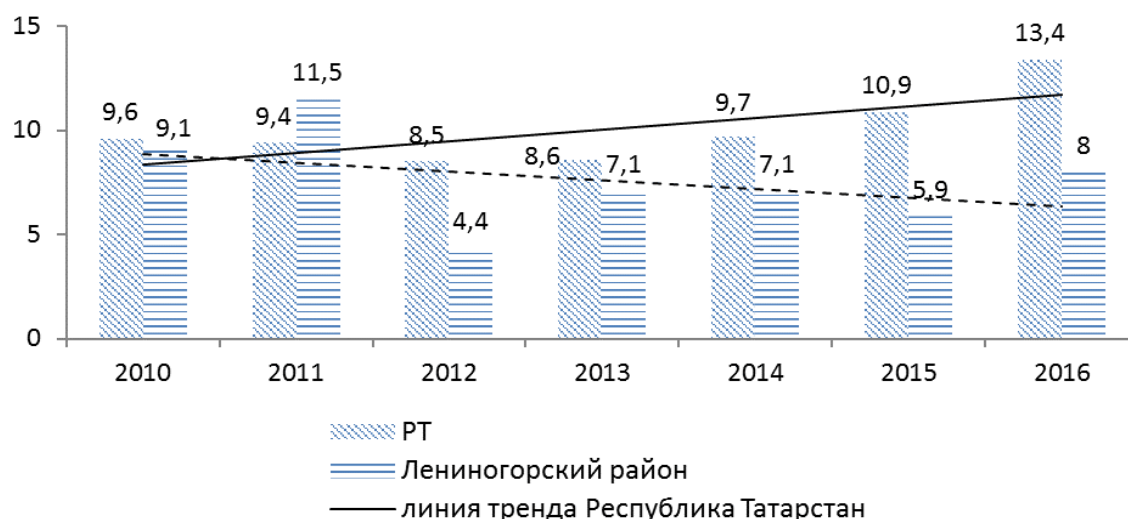


Рис.1 Первичная заболеваемость эндокринной системы и заболевания, связанные с нарушением питания на 1000 населения в Республике Татарстан и Лениногорском районе, 2010-2016 г.г.

Среди первичных заболеваний, связанных с нарушением питания, пристального внимания требует первичная заболеваемость ожирением как в Республике Татарстан, так и в Лениногорском районе РТ.

Первичная заболеваемость ожирением, в Республике Татарстан в 2016 году увеличилась по сравнению с 2010г. в 2 раза (рис.2), в Лениногорском районе РТ показатель с 2013 года колеблется, но в 2016 году находится ниже уровня 2014 года на 12%. (рис.2). [10-12].



Рис.2 Первичная заболеваемость ожирением на 100 тысяч населения в Республике Татарстан и Лениногорском районе, 2010-2016 г.г.

Отмечается снижение удельного веса первичной заболеваемости ожирением в возрастной

группе до 14 лет в Республике Татарстан в 2016 году в 2 раза относительно 2011 года (рис.3,4).

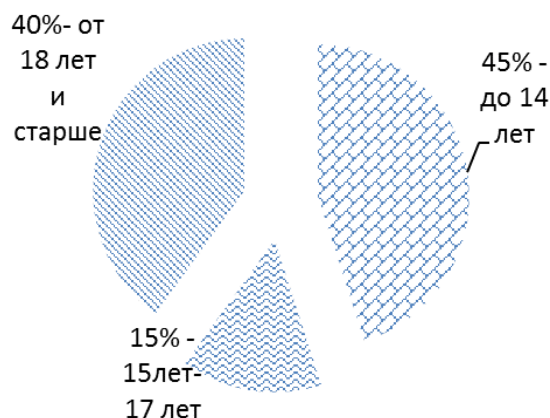


Рис. 3.
Структура первичной заболеваемости ожирением по возрастным группам в РТ, 2011 год

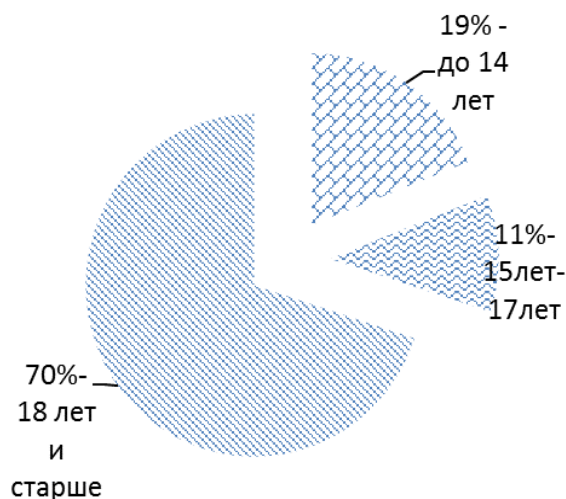


Рис. 4.
Структура первичной заболеваемости ожирением по возрастным группам в РТ, 2016 год

В Республике Татарстан особое внимание уделяется работе по реализации положений Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации в 2010 году, и Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации в 2010 году, в рамках которой осуществляется мониторинг состояния питания отдельных групп населения, контроль за соответствием качества и безопасностью пищевой продукции требованиям законодательства Российской Федерации и Таможенного союза. Проводятся мероприятия по контролю за оборотом пищевых продуктов, в том числе в пищеблоках детских и лечебно-профилактических организациях, социальных объектах [4,5].

С целью контроля за исполнением требований технических регламентов Таможенного союза при обороте пищевой продукции в Республике Татарстан, в том числе в Лениногорском районе, ежегодно проводятся лабораторные исследования пищевых продуктов на микробиологические показатели безопасности, на наличие химических загрязнителей, на физико-химические показатели [1-5].

В Лениногорском районе продукция, не соответствующая нормативным требованиям по санитарно-химическим показателям не выявляется с

2013г, по физико-химическим показателям удельный вес выявляемой не соответствующей нормативным требованиям пищевой продукции увеличился в 4 раза в 2017 году относительно 2011 года. [1-5,7]

В Республике Татарстан, в том числе в Лениногорском районе, большая работа осуществляется по недопущению оборота фальсифицированной молочной продукции на потребительском рынке Республики.

Ежегодно количество исследуемых проб в Лениногорском районе РТ на предмет обнаружения растительных жиров в молочной продукции увеличивается: с 3 проб в 2011 году до 19 проб в 2016 году, доля нестандартной продукции, в которой были обнаружены растительные жиры, составляет 21% (2015г. – 13%, 2014г. – 33%). Чаще всего факт фальсификации выявлялся в сливочном масле (50%), сыре (44%). С 2012 года в Лениногорском районе Республики Татарстан в детских образовательных организациях в питании детей используется молочная продукция местных производителей. Фальсифицированной молочной продукции в детских учреждениях не выявлялось с 2012 года [2-4].

В результате значительное снижение первичной заболеваемости ожирением в возрастной группе 0-14 лет отмечено в Лениногорском районе Республики Татарстан - в 25 раз относительно 2011 года (рис.5, 6).

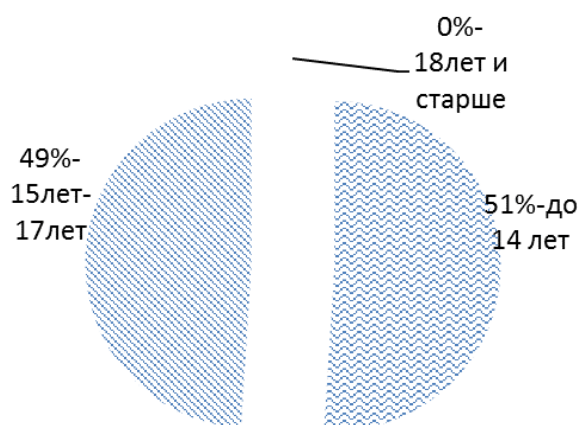


Рис. 5

Структура первичной заболеваемости ожирением по возрастным группам в Лениногорском районе РТ, 2011 год

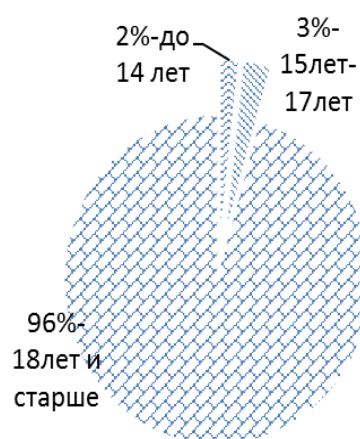


Рис. 6.

Структура первичной заболеваемости ожирением по возрастным группам в Лениногорском районе РТ, 2016 год

В 2017 году забраковано и снято с реализации в Лениногорском районе Республики Татарстан 111 партий пищевых продуктов в объеме 2т 336кг, из которых 4 партии объемом 75кг – по причине фальсификации (2016 год – 165 партий в объеме 2т 225 кг, в том числе 17кг-фальсификат) [2-5].

Удельный вес необоротоспособной продукции по причине фальсификации в 2017году составил 0,3%, в 2016 году – 0,8% (рис.7):

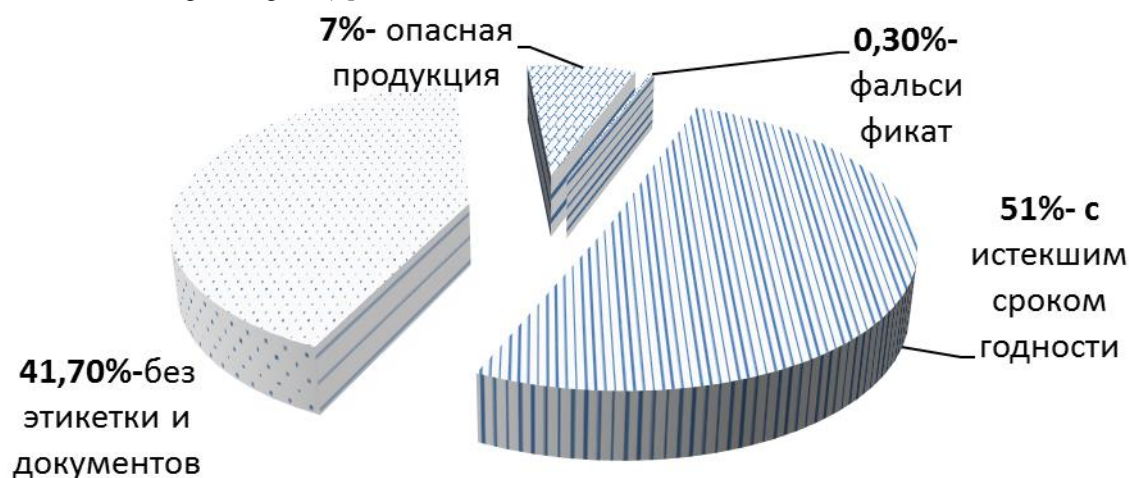


Рис. 7. Структура оснований забраковки пищевых продуктов в 2017 году

Ведется работа по гигиеническому обучению населения в области питания, в том числе необходимости использования пищевых продуктов с полиненасыщенными жирами.

Вывод. На основе полученных материалов дана эпидемиологическая характеристика структуры впервые регистрируемой заболеваемости, связанной с нарушением питания в Республике Татарстан и Лениногорском районе Республики Татарстан за период 2010–2016 гг.

В статистике заболеваемости ведущие места занимают болезни, связанные с нарушением углеводного и жирового обмена: сахарный диабет 2-го типа, ожирение.

В результате проведения контрольно-надзорной деятельности за оборотом пищевой продукции с учетом риск-ориентированной модели классификации пищевой продукции, обращаемой на потребительском рынке, и оценки потенциального риска причинения вреда здоровью при нарушении действующего законодательства вследствие использо-

вания потребителем небезопасной пищевой продукции и особенностей объемов ее потребления, отмечено снижение первичной заболеваемости ожирением в Лениногорском районе и Республике Татарстан.

Рекомендации. Предупреждение и снижение заболеваний, связанных с нарушением питания, заключается в снижении факторов риска развития болезни, в том числе:

- сокращения употребления транс-жиров и насыщенных жиров в рационе;
- употреблении полиненасыщенных омега-3 жирных кислот;
- употреблении фруктов и овощей 5-6 порций в день, в которых много антиоксидантов и фитонутриентов, витамина С;
- умеренной двигательной активности.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Лениногорском районе Республики Татарстан в 2012 году».
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Лениногорском районе Республики Татарстан в 2015 году».
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Лениногорском районе Республики Татарстан в 2016 году».
4. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Лениногорском районе Республики Татарстан в 2017 году».
5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республики Татарстан в 2017 году».
6. Дьюк Джонсон, «Революция оптимального здоровья» 2009г.
7. Мухутдинова Г.М, Мухаметшин И.Р., Авдоница Л.Г., Гараева Л.Т., Филиппова С.Ю., Имамов А.А., «Анализ заболеваемости, связанной с микронутриентной недостаточностью, на примере Лениногорского района Республики Татарстан»// Санитарный врач - 2017.- №10.
8. Талаева Т.В., Братусь В.В., «Атеросклероз: сочетание воспаления и модификации липопротеинов крови как основа его патогенеза» // Руководство по кардиологии под ред. В.Н. Коваленко 2008г.
9. Труды ИСА РАН 2005. Т. 13, В. Н. Крутько, А. М. Большаков, Н. С. Потемкина, А. Ю. Жигарев, О. В. Попова.
10. Учебно-методическое пособие «Статистика здоровья населения и здравоохранения» МЗ РТ, 2010-2014г.г.»
11. Учебно-методическое пособие «Статистика здоровья населения и здравоохранения», МЗ РТ, 2011-2015г.г.
12. Учебно-методическое пособие «Статистика здоровья населения и здравоохранения», МЗ РТ, 2012-2016г.г.
13. Lopez-Garcia E, et al. Consumption of trans fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction. J Nutr 2005.
14. Lopez-Garcia E, et al. Consumption of (n-3) fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction. J Nutr 2004.
15. The Omega Diet.1999. Harper Collins Publishers Inc.,10 East Third St, New York, NY.

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ У БОЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫМ ПАРОДОНТИТОМ ХРОНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ II СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ

*Худякова М.Б.
Соколова И.И.
Рябоконе Е.Н.*

Харьковский национальный медицинский университет, Украина

CATALASE ACTIVITY IN PATIENTS WITH CHRONIC GENERALIZED PERIODONTITIS OF II DEGREES OF SEVERITY

*Khudiakova M.,
Sokolova I.,
Ryabokon Ye.*

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

АННОТАЦИЯ

В статье представлено изучение активности КТ в ротовой жидкости (РЖ) больных ГП хронического течения II степени тяжести при местном использовании липосомального кверцетин-лецитинового комплекса (ЛКЛК) в индивидуальных пародонтальных капках. Схема комплексного лечения генерализованного пародонтита заключалась в базисной терапии с местным назначением ЛКЛК в индивидуальных пародонтальных капках из поливинилхлорида. Анализ динамики повышения уровня КТ в РЖ больных ГП хронического течения II степени при лечении ЛКЛК показал, что местное применение липосомальной формы кверцетина и использование пародонтальных капк для пролонгации местного действия может быть

новым перспективным направлением в комплексном лечении ГП и обусловлен антиоксидантным действием фосфатидилхолина и кверцетина.

ABSTRACT

The thesis proves pathogenetic role of abnormal processes of antioxidant defense in the oral fluids in their connection with clinical change in development of chronic generalized periodontitis of II degrees of severity. The scheme of complex treatment of periodontitis by means of local application of lipoflavon (liposomal quercetin-lecithin complex) using individual periodontal polyvinylchloride delivery tray contributing to inflammation elimination and long-term remission has been developed. This allows to recommend lipoflavon for local application as pathogenetically antioxidant substantiated drug in treatment of generalized periodontitis.

Ключевые слова: каталаза, генерализованный пародонтит, патогенез, липосомы, ротовая жидкость, липофлавон.

Keywords: catalase, generalized periodontitis, pathogenesis, liposomes, oral fluid, lipoflavon.

К отличительным особенностям антиоксидантной системы (АОС) пародонта следует отнести высокую активность каталазы (КТ) - антиперекисного фермента, который действует на более поздних стадиях свободнорадикального процесса, инактивирующий перекись водорода. Снижение активности фермента может быть следствием уменьшения его синтеза [4, 6]. В связи с этим, в комплексной терапии генерализованного пародонтита (ГП) хронического течения целесообразно применять антиоксиданты (АО) и другие биорегуляторы [7].

Кверцетин с успехом применялся в пародонтологии в качестве местной и общей терапии [2]. Целесообразность применения в комплексном лечении ГП препаратов эссенциальных фосфолипидов, в частности лецитина, обоснована их биологическими функциями, а также синергизмом действия фосфолипидов с антиоксидантами [3].

Не изученными остаются возможности коррекции патогенетических механизмов ГП путем использования отечественных препаратов природного происхождения с антиоксидантными свойствами - липосомального кверцетина («Липофлавон», ЗАО «Биолек», Харьков, Украина). В настоящее время разнообразные эффекты Липофлавона при лечении больных ГП начинают изучаться [5]. Необходимо проведение дополнительных исследований для установления его роли в медикаментозном лечении больных ГП.

Целью нашего исследования стало изучение активности КТ в ротовой жидкости (РЖ) больных ГП хронического течения II степени тяжести при местном использовании липосомального кверцетин-лецитинового комплекса (ЛКЛК) в индивидуальных пародонтальных капках.

Материалы и методы. Проведено комплексное лечение 16 больных ГП хронического течения II степени тяжести с местным применением ЛКЛК в индивидуальных пародонтальных капках.

Больным проводили базисную терапию с местным назначением ЛКЛК (инъекционная форма препарата «Липофлавон») в виде суспензии, приготовленной ex tempore, которая содержит 137,5 мг лецитина и 3,75 мг кверцетина. Суспензия готовилась при замешивании 1/4 части содержимого флакона с 5 мл изотонического 0,9 % раствора хлорида натрия, подогретого до 38° С в индивидуальных пародонтальных капках с экспозицией 40 минут 2 раза в день в течении 14 дней.

У пациентов в утреннее время натощак до лечения и через 1, 6 и 12 месяцев после лечения проводили забор РЖ в объеме 5 мл для исследований состояния антиоксидантной системы. Потом РЖ центрифугировали 20 минут при 3000 об/мин. и надосадочную жидкость (супернатант) отбирали в чистые эпиндорфы. Пробы сохраняли в замороженном виде при -20°С.

Регистрация показателей проводилась до лечения, после курса лечения через 1, 6 и 12 месяцев. Через 6 месяцев больных осматривали, обследовали состояние тканей пародонта и проводили поддерживающую терапию, которая включала профессиональную гигиену полости рта и медикаментозное лечение с использованием ЛКЛК. Контрольная группа включала 14 практически здоровых людей.

Определение активности каталазы проводили с помощью метода, который основан на способности перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс [1]. К 0,1 мл РЖ добавляли 2 мл 0,03 % раствора H₂O₂ и через 10 минут - 1 мл 4 % раствора молибдата аммония. Определяли оптическую плотность с помощью спектрофотометра СФ-46 при длине волны 410 нм.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенное биохимическое исследование показало, что у здоровых лиц уровень активности КТ в РЖ составил $3,35 \pm 0,08$ у.е. Среди обследованных больных ГП хронического течения II степени тяжести основной группы уровень активности КТ в РЖ до лечения снизился до $1,78 \pm 0,17$ у.е., что ниже контроля на 47 % ($P < 0,001$). По данным, которые мы получили, хроническое течение у больных ГП характеризуется выраженной активацией процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) на фоне угнетения активности системы антиоксидантной защиты (АОЗ) и в целом дисбалансом соотношения ПОЛ-АОЗ с превалированием в РЖ прооксидантных свойств.

Местная терапия больных ГП II степени тяжести с использованием ЛКЛК через 1 месяц позволила увеличить активность фермента КТ в РЖ на 50 % - с $1,78 \pm 0,17$ у.е. до $3,45 \pm 0,15$ у.е. ($P < 0,001$), что было выше нормы на 3 % ($P > 0,05$). Как заметно из результатов исследований, под влиянием ЛКЛК наблюдается нормализация показателей АОС у всех больных. Такой эффект липосом обусловлен антиоксидантным действием

фосфатидилхолина и кверцетина.

Активность КТ в РЖ у больных ГП II степени тяжести через 6 месяцев после применения ЛКЛК повысился с $3,45 \pm 0,15$ до $3,49 \pm 0,13$ у.е. (увеличение на 1 %, $P > 0,05$) относительно показателей через 1 месяц после лечения, что выше нормы на 4 % ($P > 0,05$). Следовательно, через 6 месяцев после лечения в основной группе активность КТ в РЖ была повышена по сравнению с нормой ($P < 0,005$). Терапевтический эффект кверцетина в РЖ через 6 месяцев после лечения сохраняется.

Через 1 год у больных ГП II степени тяжести активность КТ снизилась на 1 % - с $3,49 \pm 0,13$ у.е. (через 6 месяцев) до $3,46 \pm 0,14$ у.е., что на 3 % было выше нормы, что было недостоверным ($P > 0,05$). Применение ЛКЛК 2 раза в год позволило повысить активность КТ в РЖ через 1 год на 3 % ($P > 0,05$). Таким образом, повторное местное использование ЛКЛК, с разницей между медикаментозным лечением в 6 месяцев позволяет повысить эффект пародонтальной терапии.

Выводы. Анализ динамики повышения уровня КТ в РЖ больных ГП хронического течения II степени при лечении ЛКЛК показал, что местное применение липосомальной формы кверцетина и использование пародонтальных капп для пролонгации местного действия может быть новым перспективным направлением в комплексном лечении ГП. Применение капп и ЛКЛК сокращает количество посещений, экономит время врача и позволяет больным проводить лечение в домашних условиях.

Литература

1. Барабой В. А. Методические особенности исследования перекисного окисления / В. А. Бара-

бой, В. Э. Орел, И. М. Карнаух // Перекисное окисление и радиация. - К.: Наукова думка, - 1991. - С. 52-75.

2. Борисенко А. В. Нарушение белкового обмена в тканях пародонта при патологии и их коррекция в комплексном лечении: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора мед. наук: спец. 14.00.21 „Стоматология” / А. В. Борисенко // - К., - 1992. - 29 с.

3. Белоклицкая Г. Ф. Возможности антиоксидантной коррекции перекисного окисления липидов при заболеваниях пародонта разной степени тяжести / Г. Ф. Белоклицкая // Современная стоматология. - 2000. - № 1. - С. 38-41.

4. Бурковська А. Ю. Антиоксидантні властивості 2 % мазі тіотриазоліну при експериментальній виразці / А. Ю. Бурковська, М. С. Кордис: мат. Ювілейної міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 30-річчю стомат. ф-ту ІФНМУ [„Стоматологія – вчора, сьогодні і завтра, перспективні напрямки розвитку”]. (Івано-Франківськ, 5-6 лютого 2009 р.). - Івано-Франківськ, 2009. - С. 27.

5. Кукурудз Н. І. Клініко-патогенетичне обґрунтування застосування амінону в комплексному лікуванні генералізованого пародонтиту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.22 „Стоматологія” / Н. І. Кукурудз; Івано-Франк. нац. мед. університет. - Івано-Франківськ, - 2008. - 18 с.

6. Diab-Ladki R Decrease in the total antioxidant activity of saliva in patients with periodontal diseases / R Diab-Ladki, B Pellat, R Chahine // Clin Oral Investig. - 2003. - №7. - P.103-107.

7. Pendyala G The challenge of antioxidants to free radicals in periodontitis / G Pendyala, B Thomas, S Kumari // J Indian Soc Periodontol. - 2008. - №12. - P.79-83.

PHYSICS AND MATHEMATICS

INDICATRIXS OF MILLIMETER AND TERAHERTZ WAVE ANGULAR SCATTERING BY WATER DROPS AND RAIN

Malyshenko Yu.I.,

Roenko A.N.,

Senior researchers, PhD,

Kostina V.L.

Research assistant,

*A.Ya.Usikov Institute for Radiophysics and Electronics
National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov*

ABSTRACT

Detailed information about millimeter and terahertz wave scattering diagrams in rains is needed to develop millimeter and terahertz range radio engineering systems. It is rather difficult to measure scattering diagrams, the easier way is to calculate them. The prepared tables of scattering diagrams can be used for microwave range, but there are no such data for the terahertz one. This paper presents the results of scattering diagram calculation of millimeter and terahertz waves both by separate raindrops and rains. The calculations were executed using the exact formulas for all interval of raindrop sizes appeared in precipitations. On the basis of obtained results the database of scattering diagrams was developed. It gives a wide opportunity to calculate scattering diagrams at various combination of initial data, i.e. radiation wavelength, raindrop size distribution function and rain intensity value. The results obtained may be used to estimate the radiation spatial distribution in millimeter and terahertz ranges.

Keywords: scattering diagram, millimeter and terahertz ranges, drops size distributions, indicatrix database.

Introduction.

As is known, rains cause attenuating and masking interferences mainly for millimeter transmission lines and radars. To describe this rain effect, specific attenuation (γ , dB/km) and specific backscattering coefficients (η , m^{-1}) for the following two directions mostly are used:

- 1) for transmission lines – in the radio waves propagation direction ($\theta=0^\circ$)
- 2) for radars – in the inverse direction ($\theta=180^\circ$).

Remote sensing technologies deal with mediums containing scattering particles. Theoretical study of such mediums doesn't restricted anybody by two mentioned above directions only [1, 2], it considers more detailed angular scattering coefficients, usually called as scattering indicatrics. For example, they are used in hydrology to predict possible floods and determine accumulated water storage in snow covers during winter season by onboard remote sensing tools [3]. This method is based on theoretical model of angular scattering of electromagnetic radiation by snow crystals. Indicatrix of radiation scattering by vegetation elements (stems, leaves, grain) are also used to predict future harvests (it's necessary for grain crops) in agrolgy while tracing accumulating speed of green biomass during vegetation season by means of remote sensing [3, 4].

From time to time ice reconnaissance requires finding ice floes, which can be a reliable base for future drift-ice research units among a lot of ones identically covered with snow. An old ice floes are suitable for this purpose only. They are the ones that can be found using radio physical onboard radar or radiometric tools. It appeared that knowledge of angular characteristics of increased microwave emission by bubbles in the thickness of sweetened old ice floes helped here.

As was shown in the examples above, angular characteristics of radiation scattering by particles of studied medium in all directions play significant role in the theory and practice of remote sensing. They are also important when exploring rain rate and its features in metrology tasks. In this case we refer to angular characteristics of scattering by rain drops that are usually called as scattering indicatrics.

They are widely used in optical and microwave ranges (including millimeter one). Their values are calculated and published in the table form [7-10]. Let's remind that microwave tools (onboard radars and radiometers) complete the tools of optical range in solving rain remote sensing tasks as they can detect the places of rainfalls through the clouds. Up to now scattering indicatrics have been absent in intermediate area of frequencies between two mentioned ranges only, in the terahertz one.

At some point it is due to more difficulties in their calculation at these frequencies comparing to microwave and optical ones. In the first case their calculation gets easier because the radiation wavelength is higher than raindrop sizes in microwave range and it is enough to use simple formulas containing only some of the additive components of Mie rows or even one additive component in most cases (Rayleigh approximation [12]). Reverse ratio between raindrop sizes and wavelength that allows using simple (asymptotic) formulas can be seen in optics. Wavelength can be compared with the sizes of raindrops in intermediate and terahertz ranges. Due to this fact, well-known Mie resonances can be seen in these wave ranges and that is why rains greatly effect on radiation of these ranges [11]. This leads to the fact that the largest amount of components should be considered exactly in infinite Mie rows [14].

In this paper scattering indicatrics of raindrops are calculated for terahertz range. It appeared that they had a number of useful features for remote sensing technologies.

1. Techniques to calculate the values of scattering indicatrics.

Formulas to calculate the values of scattering indicatrics can be found in [12-14], in particular. They

are based on the Mie solutions of vector wave equation in the problem of electromagnetic radiation scattering on spherical particles.

Normalized scattering indicatrics are determined by the following expression [12]

$$\mathfrak{x}(\theta, \varphi) = \frac{F(\theta, \varphi)}{\int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^\pi F(\theta, \varphi) \sin\theta d\theta}, \quad (1)$$

where $F(\theta, \varphi)$ is an angular distribution of intensity, scattered by the particle with radius a , complex dielectric refractivity $m = \sqrt{\varepsilon} = n_1 - jn_2$ and wave parameter $x = ka$, $k = 2\pi/\lambda$, λ is a wavelength, θ is a scattering angle in relation to direction of wave propagation. According to the Mie theory $F(\theta, \varphi)$ can be represented in the form [13]

$$F(\theta, \varphi) = i_1(\theta) \sin^2(\varphi) + i_2(\theta) \cos^2(\varphi). \quad (2)$$

Here

$$i_1(\theta) = \left| \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+1}{n(n+1)} (a_n \pi_n + b_n \tau_n) \right|^2, \quad (3)$$

$$i_2(\theta) = \left| \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+1}{n(n+1)} (b_n \pi_n + a_n \tau_n) \right|^2,$$

where a_n and b_n are the expansion coefficients of fields scattered by spherical harmonics in Mie task; π_n and τ_n are angular coefficients, which are functions from $\cos(\theta)$ only. Equations for a_n , b_n , π_n and τ_n are described in details in [14].

Formula (1) can be presented in the following form:

$$\mathfrak{x}(\theta, \varphi) = \frac{i_1(\theta)}{k^2 C_{\text{scat}}} \sin^2(\varphi) + \frac{i_2(\theta)}{k^2 C_{\text{scat}}} \cos^2(\varphi), \quad (4)$$

where $C_{\text{scat}}(m, x) = \frac{2\pi}{k^2} \sum_{n=1}^{\infty} (2n+1) (|a_n|^2 + |b_n|^2)$ is scattering cross section.

As opposed to the scattering indicatrics of separate raindrops, equation (4) needs to be completed with raindrops size distribution function $N(d)\Delta d$ to calculate scattering indicatrics of polydisperse medium (rain).

One of the well-known equations, for example, Marshall-Palmer, Laws-Parsons, Gamma or Lognormal distribution can be used for the microwave range. In the terahertz range, where small drops should be considered, in our opinion, it is possible to use distributions of Best and Marshall-Palmer in first approximation only, but it is better to use distribution, proposed by the authors of [15]. So, considering specific raindrop size distribution $N(d)$, we get the following equation to calculate scattering indicatrix of polydisperse medium (rain).

$$\mathfrak{x}_{\text{rain}} = \frac{\sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} (i_1(\theta) \sin^2(\varphi) + i_2(\theta) \cos^2(\varphi)) N(d, R) \Delta d}{\sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} k^2 C_{\text{scat}} N(d, R) \Delta d}, \quad (5)$$

where R is rain intensity, d is drop diameter.

As follows from the formula (4), the data about complex properties of water deflection $m = \sqrt{\varepsilon} = n - ik$ for all wavelengths and temperatures are required for these calculations.

As is generally known, the values of permittivity can be obtained by means of well-known Debye equations [16] with sufficient accuracy for microwave and millimeter wave ranges. But at higher frequencies of submillimeter wave range the mechanism of orientational polarization of water molecules is changed step-by-step by faster one of resonant polarization, related to vibrations of separate fragments of water molecule. To describe the form of spectrum resonant line, nearest to submillimeter wave range, the Fröhlich's model [16] was applied in [17]. Equation accounting both of above mentioned mechanisms, existed simultaneously in submillimeter wave range, was proposed in this work also. It is suitable to calculate water permittivity in wide frequency (0,03÷3 THz) and temperature (0°÷70°C) ranges.

Convenient nomogram for quick recalculation of the water dielectric permittivity values from one temperature value to another was introduced in this calculation model. As follows from this nomogram, temperature dependence is much weaker (about twice weaker) in terahertz range than in microwave one. And that is why it is not required to apply the same temperature step while calculating scattering indicatixs. Once more similar calculation model of Elisson [18], covering wide frequency and temperature ranges, was published. This model was based on Lorentz form of resonance lines. Almost the same results in submillimeter wave range were obtained after comparing calculated values

of water complex dielectric permittivity of both models [17, 18]. It is worth mentioning that it is better to use spherical model of raindrops in this range and upgraded algorithm [19], which sufficient level of accuracy should be used when calculating using Mie formulas.

2. Scattering indicatixs of separate drops.

Scattering indicatixs of separate drop with 1.0 mm diameter in polarization plane with $\varphi = 0^\circ$ on a few wavelengths are shown as an example in Fig.1. Indicatixs in orthogonal plane ($\varphi = 90^\circ$) are similar and not presented hereinafter to reduce the publication volume.

Let's point out that indicatixs of separate raindrops do not have any significant application in actual use, but their calculation is the necessary stage of transfer to indicatixs of polydisperse mediums, which are widely used in practice. At the same time analysis of indicatixs of separate drops is interesting for understanding of some physical features of electromagnetic wave scattering by hydrometeors.

Separate raindrops scattering indicatixs are close to Rayleigh ones which remind of eight in the plane of polarization and circle in an orthogonal plane in centimeter and decimeter ranges, where radiation wavelengths exceed the raindrop sizes substantially (in this case wave parameter $\chi = 2\pi a/\lambda$ is much less than unit). Scattering intensities of radiation falling on a drop back and forth are approximately the same at these conditions. Scattering in a backward semi-sphere even exceeds scattering in a front one, so-called Thomson effect shows itself, in some cases.

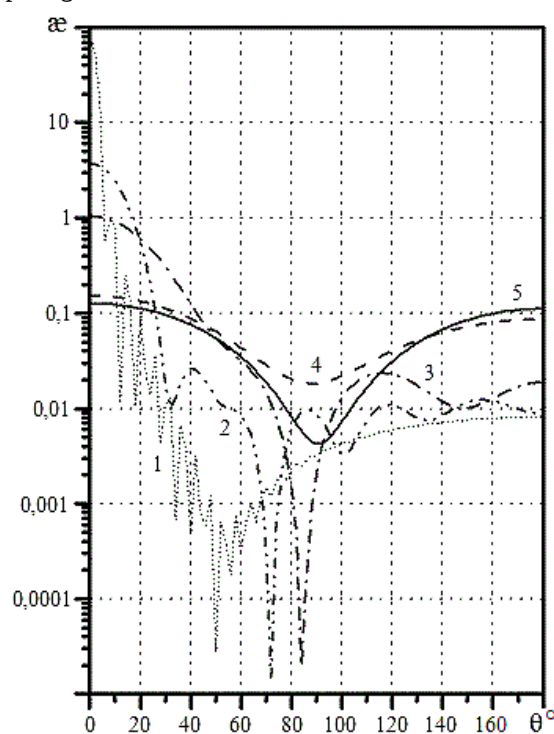


Fig. 1. Scattering indicatixs of separate drop with 1,0 mm diameter at 0,1; 0,5; 1,0; 3,0 and 8,3 mm wavelengths (curves 1–5 correspondingly).

It is partially seen at the wavelength $\lambda = 8$ mm in Fig. 1. Generally radiation of these ranges depends

on rains moderately. Another situation occurs in millimeter wave range: its radiation wavelengths almost

fully coincide with raindrop sizes, and this causes strong resonant interaction. That's why millimeter wave range together with adjacent submillimeter one appeared to be the most vulnerable to the weakening and dispersive rain expose. Significant changes of scattering indicatrix types happen here as well. The shorter submillimeter wavelength, the strongly prolate narrow

front lobe appears and grows quickly in the scattering indicatrixes, they start to look like the directional pattern of large mirror aerials (Fig. 2). This lobe is surrounded by considerably weaker sidelobes. Their positions in an angular plane for different drop sizes do not coincide, which results in overlapping of dips between them and smoothing of polydisperse media indicatrixes.

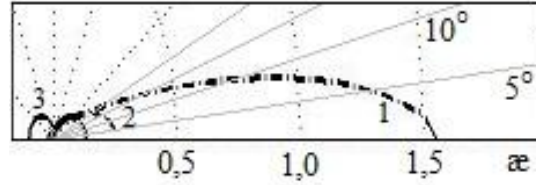


Fig. 2. Scattering indicatrix in polar coordinate system.

The higher wave parameter of separate drop, the greater front lobe size of scattering indicatrix. Its value can be estimated easily by K.Shifrin limiting formula for drop indicatrixes in forward direction [20] at wave parameter $\chi \geq 20$

$$\chi(\theta=0^\circ) = \frac{\chi^4}{4k^2 C_{\text{scat}}} \equiv \frac{\chi^2}{8\pi\xi},$$

where scattering cross section C_{scat} takes on its limiting value $C_{\text{scat}} = \pi a^2 \left[1 + \left| \frac{m-1}{m+1} \right|^2 \right]$,

$m = n_1 - jn_2$ is rain water complex refractive index

$$[17] \text{ and } \xi = \frac{n_1^2 + n_2^2 + 1}{(n_1 + 1)^2 + n_2^2}.$$

Estimation of scattering indicatrix front lobe amplitude for the waves of middle part of submillimeter range for a drop with 2,86 mm diameter (thus wave parameter is $\chi = 20$) conducted according to this formula gives a value of 28, and exact calculation gives a value of 31,2. The values of front lobes of scattering indicatrixes are equal to 70 and 280 for drops with 1 mm and 2 mm diameters in short-wave part of submillimeter range (at 3 THz frequency) and an exact calculation gives values of 76 and 290 correspondingly. Thus, Shifrin's formula provides evaluation precision of percents' units. It is useful for the program debug of scattering indicatrixes calculation, as it allows to get the values of indicatrixes in control points quickly.

As it was mentioned before, lateral radiation in polarization plane is absent in the Rayleigh scattering indicatrixes. This property, but in a weaker type, keeps being saved in drop indicatrixes in the whole millimeter wave range. The deepest scattering minimums near lateral angles of 80° – 100° (Fig. 1) for $\lambda = 8,3$; 3 and 1 mm are presented exactly on these indicatrixes. But, this feature of single drop indicatrixes gradually disappears with further frequency increase (to middle part of submillimeter wave range and higher).

3. Scattering indicatrixes of polydisperse medium.

Considering radars and communication lines operation in rains it is necessary to take into account that radio waves emitted by antennas light up a lots of drops with a wide range of sizes simultaneously. As mentioned already, in this case, positions of main and side lobes of indicatrixes of separate drops of different sizes do not coincide, which leads to overlapping of dips between them and smoothing out the scattering indicatrix of polydisperse medium. That's why more smoothed resulting scattering indicatrixes of rains can be seen in practice. Values of such indicatrixes for millimeter and terahertz ranges at temperature of 25°C and for several values of rain intensity R from 1,25 to 100 mm/h and for all known and widely used raindrops size distributions have been calculated.

Both classic distributions of Best, Marshall-Palmer, Laws-Parsons, Gamma and Lognormal one, and the original distribution suggested by the authors of this work specifically for terahertz range [15] are among the last ones. The feature of the original distribution suggested here is that it allows taking into account the smallest raindrops (with $0,05$ – $0,6$ mm diameters) when calculating. These raindrops were not considered in classic distributions before, but are quite essential for terahertz range. Practical presence of modern disdrometers in meteorological measurements confirmed the fact of their (these raindrops) existence in the rains in many geographical areas of the Earth, which are distant from equatorial belt.

Indicatrixes of radiation scattering by rain with the intensity of $R = 50$ mm/h and drop size distribution described in [15] are shown as an example in Fig. 3. Scattering indicatrixes of rain of the same intensity and Laws-Parsons drop size distribution from [8] is given for comparison. It is evident that the main energy of submillimeter waves, which lights up the rain volume, leaves it directly forward as a narrow bunch (Fig. 2.)

Let's point out that this phenomena significantly corrects solving the beam energy transfer equations, reducing the role of multiple scattering for this range and also cross noise level in communication lines during rains. Besides that, it improves the work of radars here as compared to a microwave range, where rain masks air targets better because of the Thomson effect. The usage of radiation with circular polarization suppresses

this interference (clutter) only partially in that range. Comparison of the achieved results with well-known data showed quite good correspondence. We did not

manage to find results of similar calculations of rain scattering indicatrics for submillimeter wave range.

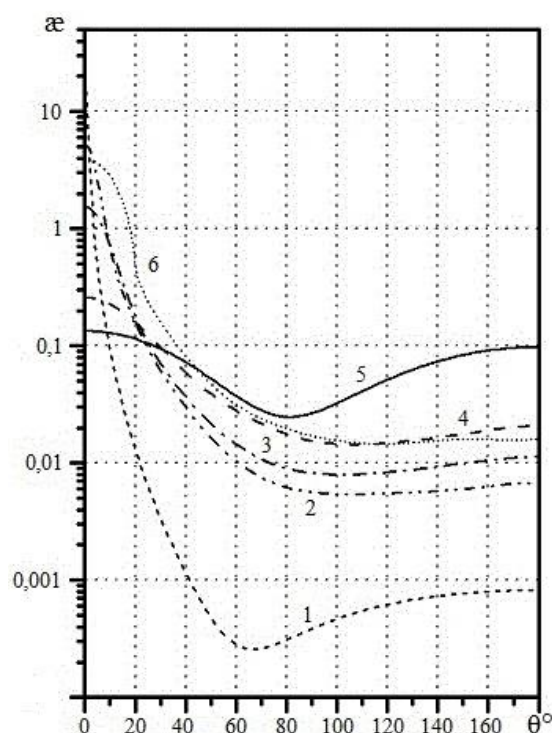


Fig. 3. Scattering indicatrics of rain with 50 mm/h intensity and drop size distribution from [16] for vertical polarization at wavelengths of 0.1;0.5;1.0;3.0 and 8.3 mm (curves 1-5 correspondingly); 6 – at wavelength of 1.0 mm for Laws-Parsons distribution [8].

4. Scattering indicatrics database.

Software package, allowing calculation of scattering indicatrics at any wavelength for millimeter and submillimeter wave ranges both for separate drops at the whole interval of their diameter changes from 0.05÷7.0 mm, and for the rain, also for all types of drop size distributions, which are widely used in microwave and millimeter ranges nowadays has been created while performing this work. Distribution of the increased size spectrum of the drops from [15] has been used for submillimeter range.

Scattering indicatrics of both types (separate drops and polydisperse medium) for a certain set of wavelengths with $\lambda = 8.3; 5.0; 3.19; 3.0; 2.14; 1.0; 0.83; 0.5; 0.3$ and 0.1 mm have been calculated to demonstrate the abilities of this software package. Achieved results gave a chance to create the database of wave scattering indicatrics of millimeter and terahertz ranges by drops and rain itself.

Database provides efficient access to all data arrays, smart data control, data selection as per the request function and data processing. This software package is easy and convenient, doesn't require any specific programming skills or certain experience in data processing.

Conclusions.

Calculations of indicatrics of wave scattering by raindrops for millimeter and terahertz ranges have been executed. Calculations have been performed according

to exact formulas for the whole range of raindrop sizes, that can be spotted in rainfalls. Wave scattering indicatrics of microwave, millimeter and terahertz ranges by polydisperse medium (rain) with different types of drop size distributions and different values of rain intensity have been calculated. Calculation results can be used for theoretical problem solving and practical application in radar and wireless communication. Achieved results are presented as the database of scattering indicatrics to increase the efficiency of their application.

References

1. Tsang L. Theory of microwave remote sensing / Tsang L., Kong J.A., Shin R.T. -N.Y.: J. Wiley and sons, 1985. – 613 p.
2. Ulaby F.T. Microwave remote sensing – active and passive / Ulaby F.T., Moore A.K., Fung A.K. – Artech House, Dedham, MA, Vol. 1-3 – P. 1982-1985.
3. Wilson L.L. Mapping snow water equivalent by combining a spatially distributed snow hydrology model with passive microwave remote sensing of environment / Wilson L.L., Tsang L., Hwang J.N., Chen C.N. – IEEE Tr.on GRS-37, 1999, No.3 – P.690-701.
4. Marliani F. Simulating coherent backscattering from crops during the growing cycle / Marliani F., Palosia S., Pampaloni P., Kong J.A. - IEEE Tr.on GRS-40, 2002, No.1 – P.162-177.
5. Ferrazdi P. Multifrequency emission of wheat: modeling and application / Ferrazdi P., Wigneron J.P.,

Guerrero L., Chanzy A. - IEEE Tr.on GRS-38, 2000, No.6 – P.2598-2607.

6. Gloersen P. Microwave signature of first year and multiyear sea ice / Gloersen P., Nordberg W., Schmugge T.J., Wilheit T.T. – J. of Geophysical research, Vol.78, No.18 – P. 3564-3572.

7. Denman H. Angular scattering functions for water spheres / Denman H. Keller W., Pangonis W.J. – Weyne State University Press, Detroit, 1966 – 280 p.

8. Shifrin K.S. The scattering indecatrices of centimeter radiation by water drops / Shifrin K.S., Chernyak M.M. // Proc. Glavnoj Geophys. observatory. – 1967. – No. 203. – P. 123 – 136.

9. Setzer D.E. Anisotropic scattering due to rain at radio-relay frequencies / Setzer D.E. // Bell System Technical J. – 1971. – 50, No. 3. – P. 861–868.

10. Guschina I.Ya. Angular distributions of scattering millimeter waves by rain / Guschina I.Ya., Malinkin V.G., Sokolov A.V., Sukhonin E.V. – Preprint IRE RAS, Moskov, No.19/322, 1981 – 31 p.

11. Malysenko Yu.I. Terahertz radio waves specific attenuation due to rain with small raindrops / Malysenko Yu.I., Roenko A.N. // J. Atmospheric Electricity. – 2014. – 34, No. 1. – P. 9–19.

12. Van de Hulst H.C. Light scattering by small particles / Van de Hulst H.C.; J. Wiley N.Y., 1957.

13. Stratton J.A. Electromagnetic Theory / Stratton J.A. – N.Y: McGraw Hill book Co., 1941.

14. Deirmendjian D. Electromagnetic Scattering on Spherical Polydispersals / Deirmendjian D.; – N.Y., 1969.

15. Malysenko Yu.I. Taking into account of small droplets in rain drop size distribution function for terahertz wave range/ Malysenko Yu.I., Roenko A.N. // Radiophys. and Electron. IRE NASU, Vol. 14, No.3, P.323-330, 2009.

16. Fröhlich H. Theory of Dielectrics / Fröhlich H.; – Clarendon Press, Oxford, England, 1958.

17. Malysenko Yu.I. Water permittivity model for millimeter and terahertz wave ranges / Malysenko Yu.I., Kostina V.L., Roenko A.N. // Ukr. Phys. J., Vol.52, No.2, P.155-164, 2007.

18. Ellison W.J. Permittivity of pure water at standard atmospheric pressure over the frequency range 0÷25 THz and temperature range 0÷100 °C / Ellison W.J. // J. Phys. Chem. Ref. Data. – 2007. – 36, No. 1. – P. 1–18.

19. Wiscombe W.J. Improved Mie scattering algorithms / Wiscombe W.J. // Appl. Opt. – 1980. – 19, No. 9. – P. 1505–1509.

20. Shifrin K.S. Light Scattering in Muddy Medium / Shifrin K.S. – M.: Gostechizdat, 1951. – 288 p.

К РАЗРАБОТКЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Гаджиев Ф.Г.

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, доцент

Гасымов Г.Г.

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, доцент

Керимов В.А.

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, доцент

THE DEVELOPMENT OF EXPERT SYSTEMS FOR THE STUDY OF COMPLEX OBJECTS

Hadjiyev F.H.,

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, associate professor

Gasimov G.G.,

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, associate professor

Karimov V.A.

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, associate professor

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема построения и развития экспертных систем, ориентированных на исследование сложных объектов. Обосновывается применение лингвистического подхода, эффективность которого обеспечивается как экспоненциальными функциями принадлежности, так и логическими аппроксимационными процедурами.

ABSTRACT

The article deals with the problem of constructing and developing expert systems focused on the study of complex objects. A linguistic approach is sought, the effectiveness of which is provided by both exponential membership functions and logical approximation procedures.

Ключевые слова: экспертные системы, знания, функции принадлежности, терм-множество, универсальное множество

Keywords: expert systems, knowledge, membership functions, term-set, universal set

1. Постановка проблемы. К настоящему времени в концепции экспертных систем установились

четкие тенденции их структурной и функциональной реализации. Дальнейшие усилия в этом направлении сосредоточены, большей частью, на разработке систем, ориентированных на ситуации, как например динамических, распределенных и других, а также на решение задач концептуального характера. Очевидная взаимосвязь приведенных проблем и понимание того, что создание интеллектуальной системы редко осуществляется на стандартной методологической основе привело к необходимости проведения соответствующих исследований. Следует иметь в виду, что ориентированность экспертных систем на конкретную проблемную область в приведенных системах осложняется дополнительной информацией о текущей ситуации или контексте, что требует учета других знаний не влияя на методы их формирования и анализа.

2. Анализ последних исследований и публикаций. Существующие экспертные системы условно подразделяются на два класса: системы, предназначенные для повышения уровня различных специалистов, к которым можно отнести экспертные системы диагностические, консультационные и другие, а также системы, рассчитанные на специалистов высокого уровня и называемые исследовательскими. Последние отличаются открытостью базы знаний, возможностью

ввода, модификации и удаления связей между информационными единицами и другими особенностями. При этом произвольная экспертиза основывается на исследовании объектов проблемной области в плоскости формирования информационного обеспечения, основными компонентами которого принято считать знания, полученные от экспертов, либо же в результате модификации данных по определенной схеме.

В рамках определенной формальной системы данные считаются обычным комплексом информации, а знания таковым, который существует в различных пространствах с условиями перехода от одного из них к другому [1-3]. Последние отличаются: содержанием не только информационной, но и описательной части, в которой содержатся необходимые сведения; наличием сложных иерархических структур; способностью композироваться в более сложные или декомпозироваться в простые информационные единицы; содержанием встроенных процедур, активизирующихся при наличии определенной ситуации. Существующие типы знаний можно представить в виде трех компонент: декларативные, процедурные и управляющие, а схему функционирования так, как на Рис.1.1.

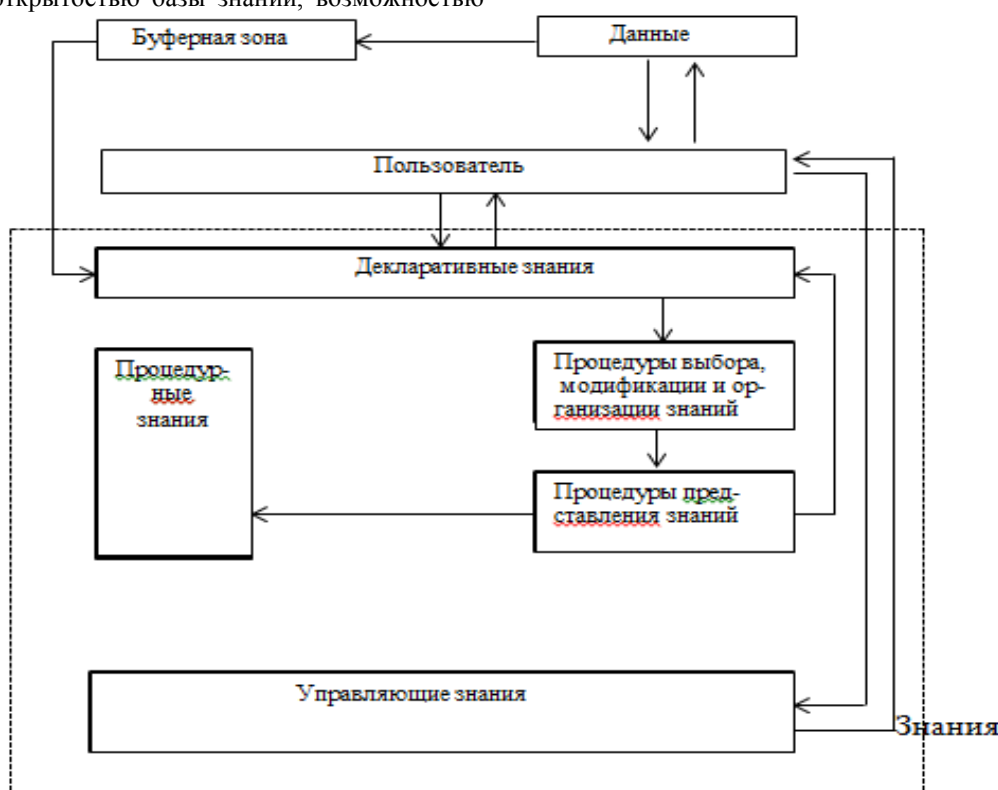


Рис.1.1. Схема функционирования знаний.

3. Постановка задачи, цель статьи. Пусть проблемная область экспертной системы обусловлена некоторым пространством R , центр которого обозначим через M и будем считать, что в момент времени T_0 M соответствуют свойства $F = \{f_i\}$ ($i = \overline{1, n}$). Пусть также процедура и масштаб

измерения T будут P_i и S_i -соответственно, а n -число измерений. Тогда под $f_1, \dots, f_n$ будем понимать признаки свойств $P_{f_1}, \dots, P_{f_n}$ -

процедуры, а $S_{f_1}, \dots, S_{f_n}$ - масштабы их измерения. При этом

$$f_1(M, T_0), f_2(M, T_0), \dots, f_n(M, T_0)$$

интерпретируются как значения свойств. Поскольку $M \in R$ считается формальной статической точкой R , а произвольные точки R также могут считаться таковыми, то R будет называться формальным пространством в обозначении R^F . Следует иметь в виду, что

$$f_1, \dots, f_n \text{ считаются операционными свойствами}$$

на основе которых могут быть получены другие свойства $\varphi_1, \dots, \varphi_m$.

4. Изложение основного материала. Исследование проблемной области тесно связано с определением ее объектов и их характеристик. Поскольку под R^F понимается формальное пространство, то выделенные на ней, определенным образом, подпространства могут рассматриваться как объекты R^F , исследование которых имеет особое значение при формализации базы знаний. При этом важнейшим средством решения считается лингвистический подход, предполагающий представление критериев и бинарных отношений средствами нечеткой логики с истинностными значениями лингвистического характера. Исследования показывают, что использование указанного подхода требует решение задач, связанных с построением функций принадлежности и механизмов обеспечения реализаций прагматических операций над нечеткими множествами и числами.

Построение функций принадлежности является важнейшей задачей теории нечетких множеств, поскольку, будучи характеристической функцией, основывается на способы формализации нечеткости. При этом сама функция принадлежности может быть построена исходя из соображений адекватности сути контекста на основе методологии понимания нечеткости. Так, сложность или неточность измерения интенсивности некоторого свойства объекта непосредственно влияет на ее задание вне зависимости от того, каковы объективные причины восприятия этого свойства экспертами. Задание функции принадлежности основывается на ее существующие свойства, в первую

очередь, монотонности, симметричности, непрерывности первой производной и т.д., а также характеристики неопределенности, показателя размытости объекта и функциональной зависимости. Во многих случаях характеристическая функция строится в условиях нехватки информации, двусмысленности и противоречивости, в других задают множество ее уровня α , степени же принадлежности элементов к нечетному множеству рассчитываются на основе вероятностей выборки объектов для заданных α -уровней. Функция принадлежности строится также на основе выборки и априорной информации, содержащей ограничения характеризующие ее. При недостаточности данных для обеспечения оптимальности свойств функций используются эвристические методы их определения, а их целесообразность исследуется экспериментальными подходами.

Пусть на R задано множество объектов $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, которым

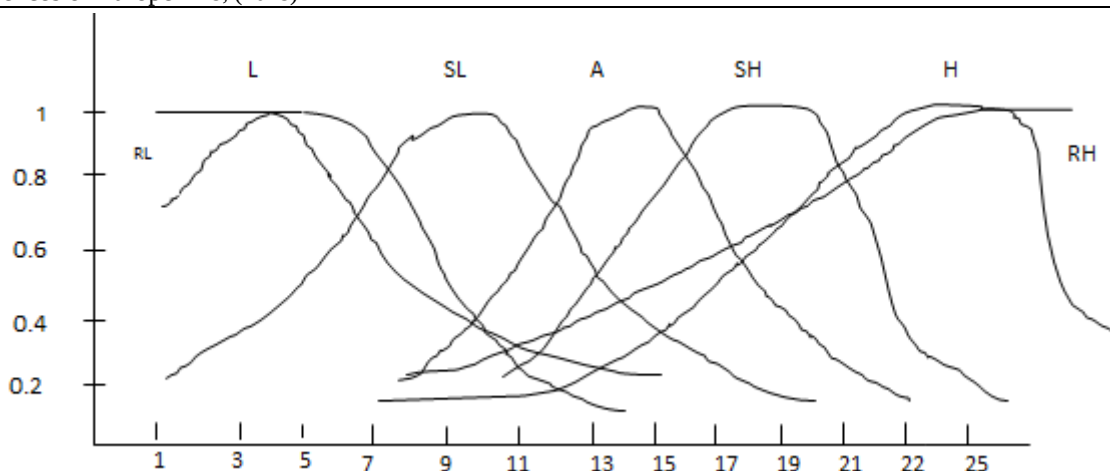
приписываются свойства $S_1, S_2, \dots, S_m$ и

таким образом A может быть представлено в виде прямоугольной матрицы

$$S = [a_{ij}] : x_{ij} \in P_j : i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$$

где a_{ij} - j -ый признак i -го объекта, P_j - признаки свойств, задающие ограничение изменения j -го свойства.

Введем лингвистическую переменную, ее термы: Число (очень малое, малое, среднее, большое, очень большое) и их обозначения: $c(c_1, c_2, \dots, c_5)$. Пусть также исходный ряд свойств является ранжированным рядом и составляет универсальное множество X , на котором определены нечеткие подмножества. Областью значений функций принадлежности примем отрезок $[0, 1]$ и будем считать, что нечеткое множество характеризуется случаем S нечетких множеств, задаваемых парой (X, M) , где $M: X \rightarrow S$. Здесь в качестве конечного линейно-упорядоченного множества примем расширенный или сжатый список термов лингвистическое переменной «Число». Произведем оценку $\{f_k\}$ на основе задания функций принадлежности, что может быть осуществлено, к примеру, экспоненциальными функциями вида (Рис.1.2):



Область исследований

Рис.1.2. Функции принадлежности для некоторых лингвистических термов

Таблица 1.

Функции принадлежности допустимых лингвистических термов

Лингвистический терм	Сокращение	Базовая переменная	Выражение функции принадлежности
Очень высокий (положительный, очень большой)	VH (PB) (PVB)	X (dx)	высокий X *высокий X
Высокий (положительный большой)	H (PB)	X (dx)	$1 - \exp \left[- \left(\frac{0,5}{ 1-x } \right)^{2,5} \right]$
Довольно высокий (положительный, довольно большой)	RH (PRB)	X (dx)	$1 - \exp \left[- \left(\frac{0,25}{ 0,7-x } \right)^{2,5} \right]$
Вроде бы высокий (положительный, вроде бы большой)	SH (PSB)	X (dx)	$1 - \exp \left[- \left(\frac{0,25}{ 0,4-x } \right)^{2,5} \right]$
Средний (нулевой)	A (Z)	X (dx)	$1 - \exp[-5 x]$
Вроде бы низкий (отрицательный, вроде бы большой)	SL (NSB)	X (dx)	$1 - \exp \left[- \left(\frac{0,25}{ -0,4-x } \right)^{2,5} \right]$
Довольно низкий (отрицательный, довольно большой)	RL (NRB)	X (dx)	$1 - \exp \left[- \left(\frac{0,25}{ -0,7-x } \right)^{2,5} \right]$
Низкий (отрицательный низкий)	L (NB)	X (dx)	$1 - \exp \left[- \left(\frac{0,5}{ 1-x } \right)^{2,5} \right]$
Очень низкий (отрицательный, очень большой по абсолютной величине)	VL (NVB)	X (dx)	Низкий X * низкий X $1 - \exp[-5 x],$ $-1 \leq x \leq 0$
По крайней мере средний	$A \angle A$	X	$1 \quad 0 < x \leq 1$
Самое большее средний	AMA	X	$1 - 1 \leq x \leq 0$ $1 - \exp[-5 x],$ $0 < x \leq 1$

Поскольку полученные таким образом функции принадлежности должны обладать определенными свойствами, то целесообразность их модифицирования – очевидна. С этой целью будем рассматривать лингвистическую аппроксимацию множеств (Таблица 1), под которой понимают определение таких значений лингвистической переменной $C_k \in C_k$, для которых мера сходства μ_b , с нечетким соответствует $\mu_b^* \in T(k^e)$, характеризующим вектор значений лингвистической переменной $C^* = (C_1^*, \dots, C_e^*)$ является максимальной, здесь $C_k \Leftrightarrow \mu_{ck}: Y_k \rightarrow [0,1]$ нечеткие подмножества, соответствующие значениям лингвистической переменной C_k

Рассмотрим подход, основанный на аппроксимации универсального множества значений истинности $x = 0 + 0.1 + \dots + 0.9 + 1$ нечеткими подмножествами, а терм-множество состоит из трех элементов T (истинный) = истинный + неистинный, но и не ложный + ложный. Нечеткие подмножества истинный и ложный определены значениями

$$\text{Истинный} = 0.5/0.7 + 0.7/0.8 + 0.9/0.9 + 1/1$$

$$\text{Ложный} = 0.5/0.3 + 0.7/0.2 + 0.9/0.1 + 1/0$$

А их определение, с учетом лишь основных элементов

$$\text{Не истинный} = 0.5/0.7 + 0.3/0.8 + 0.1/0.9 + 0/1$$

$$\text{Не ложный} = 0.5/0.3 + 0.3/0.2 + 0.1/0.1 + 0/0$$

Для формирования терм-множеств остается вычислить значение подмножества не истинный, но и не ложный. Поскольку,

$$\text{Истинный} \wedge \text{не истинный} = 0.5/0.7 + 0.3/0.8 + 0.1/0.9 + 0/1$$

$$\text{Ложный} \wedge \text{не ложный} = 0.5/0.3 + 0.3/0.2 + 0.1/0.1 + 0/0,$$

а закон противоречия в нечеткой логике в общем случае не выполняется, о чем свидетельствуют элементы 0.5/0.7 и 0.5/0.3, соответствующих связанных термов, то можно априорно утверждать, что они в свою очередь являются и элементами искомого подмножества, как и 1/0.5 в следствии унимодальности и нормальности центрального лингвистического терма. Следует иметь в виду, что первые два элемента соответствуют точкам перехода указанного множества, в то время как третий - его -

срезом, промежуточные значения которого определим, как статистическое среднее от вычисленных ранее 1/0.5, 0.5/0.3 и 1/0.5, 0.5/0.7 (по причине симметрии унимодальных функций принадлежности)

$$(1+0.5)/2 = 0.75 \approx 0.8$$

Основные элементы подмножества «не истинный, но и не ложный»: 0.8/0.4 и 0.8/0.6.

Примем теперь 1/0.5 за центральный элемент с номером 1 и нулевым изменением степени принадлежности, тогда 0.8/0.4 второй элемент, со значением принадлежности на 0.2 меньше предыдущего, 0.5/0.3 третий, значение которого на 0.3 меньше и т.д.

Получаем

$$(1-0.2-0.3-0.4)/0.2 + (1-0.2-0.3)/0.3 + (1-0.2)/0.4 + (1-0)/0.5 + (1-0.2)/0.6 + (1-0.2-0.3)/0.7 + (1-0.2-0.3-0.4)/0.8 = 0.1/0.2 + 0.5/0.3 + 0.8/0.4 + 1/0.5 + 0.8/0.6 + 0.5/0.7 + 0.1/0.8$$

4. Выводы и предложения. В рамках заданного формального пространства определены объекты исследований, которые рассматриваются на лингвистической основе, обусловленной лингвистической переменной Число и ее терм-множеством. При этом обосновывается использование функций принадлежности, которые могут быть представлены экспоненциальными функциями и аппроксимированы с целью приведения к определенному виду.

Литература

1. Экспертные системы: состояние и перспективы. М., Наука, 1989, 151с.
2. Couso, I, Dubois D., Sanchez L., Random sets and random fuzzy sets as illperceived random variables. Springer, Heidelberg (2014)
3. Kahraman, C., Kaya I.: Fuzzy acceptance sampling plans. In. Kahraman C., Yavuz M. Production Engineering and Management under Fuzziness Springer, Berlin, 2010
4. Buckley, J.J.: Fuzzy probabilities. Springer, Berlin (2005)
5. Buckley, J.J.: Fuzzy statistics. Springer, Berlin (2004)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА СТОХАСТИЧЕСКИХ СЕТЯХ**Керимов В.А.***Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, доцент***Гасымов Г.Г.***Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, доцент***Гаджиев Ф.Г.***Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, доцент***AN APPLICATION OF THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD FOR FINDING OPTIMAL SOLUTIONS ON STOCHASTIC NETWORKS****Karimov V.A.,***Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, associative professor***Gasimov G.G.,***Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, associative professor***Hadjiyev F.H.***Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, associative professor***АННОТАЦИЯ**

Рассматривается проект по эксплуатации и изучению местности, включающий использование аэрокосмической информации. Классификация изучаемых площадей приводит к построению стохастической модели проекта. Построение альтернативных решений реализации проекта методами полного перебора не эффективно, поэтому предлагаются рекурсивные вычисления.

ABSTRACT

A project for the operation and study of the terrain, including the use of aerospace information, is being considered. Classification of the studied areas leads to the construction of a stochastic model of the project.

Building alternative solutions for the implementation of the project by exhaustive search methods is not effective, therefore recursive calculations are proposed.

Ключевые слова: стохастическая сеть, «разрешающие» работы, конъюнктивные вершины, дизъюнктивные вершины, динамическое программирование, методы полного перебора, рекурсивные вычисления.

Keywords: stochastic network, "resolving" works, conjunctive vertices, disjunctive vertices, dynamic programming, exhaustive search methods, recursive calculations.

Известно, что прежде чем приступить к поиску полезных ископаемых сначала надо собирать соответствующую геолого-разведочную информацию. В данной статье рассматривается проект по эксплуатации и изучению местности, включающий использование аэрокосмической информации (АКИ) [1]. Важнейшей информацией, например, является распределение линейных элементов на поверхности Земли. Наличие природного ресурса в недрах Земли АКИ устанавливает с некоторой вероятностью. На практике для выявления природных ресурсов АКИ всегда сочетается с материалами наземных исследований [2]. При помощи АКИ с определенной уверенностью можно классифицировать площади на Земле по объему природного ресурса. Однако лишь наземные исследования могут доказать справедливость такой классификации. Наземные исследования, конечно, целесообразно начинать на площади, где АКИ предполагает наличие большого количества ресурсов. Эту площадь назовем площадью первого ранга, менее перспективную – площадью второго ранга.

Основной целью рассматриваемого проекта является выявление нефтегазовых площадей и их освоение, но вместе с этим имеется еще и «побочная» цель, которая заключается в корректировке

на карте геологического строения местности. Проект включает следующие работы: 1- определение нефтегазовых площадей при помощи АКИ; 2- ранжирование площадей по их очередности; 3- определение ранее неизвестных структурных форм; 4- геофизические разведки на площадях первого ранга; 5- работы на участке первого ранга; 6- геофизические разведки на площадях второго ранга; 7- работы на участке второго ранга; 8- ввод месторождения на эксплуатацию; 9- нефтегазовое районирование местности; 10- корректировка на карте геологического строения местности.

С точки зрения теории графов схема, изображенная на рис.1 является сетью «И/ИЛИ». Имеется три типа связей между вершинами: конъюнктивные, дизъюнктивные и унарные [3]. Вершины, соответствующие «разрешающим» работам имеют дизъюнктивные связи со своими дочерними вершинами. Будем предполагать, что работы входящие в одну дизъюнктивную группу являются взаимоисключающими. Работы с номерами 4,6 это как раз те работы, за которыми следуют альтернативные продолжения. Число 0,7 отмеченное на стрелке (4,5) показывает вероятность наличия природных ресурсов на площадях первого ранга, а число 0,3 – вероятность их отсутствия. Работа с номером 1- начальная вершина (миноранта)- имеет конъюнктивную

связку с работами, отмеченными через 2 и 3.

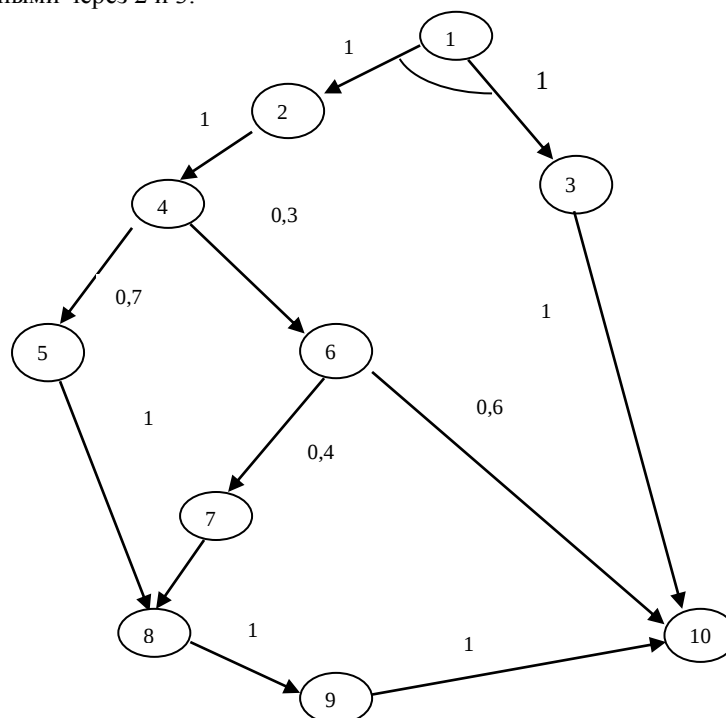


Рис. 1. Стохастическая сеть типа «работы-связи»

Вероятности наступления работ конъюнктивной группы считаются равными единице. Конечная вершина называется мажорантой. Унарные связи можно считать частным случаем дизъюнктивной, либо конъюнктивной связи[3]. Построенная стохастическая сеть позволяет без знания особых вычислительных алгоритмов построить все возможные альтернативные варианты проведения комплекса работ. Эти варианты описываются множествами работ: $X_1 = \{1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10\}$; $X_2 = \{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10\}$; $X_3 = \{1, 2, 3, 4, 6, 10\}$.

Каждый из этих вариантов является случайным событием, а геометрически- подсетью типа «И», т.е. при котором отсутствуют дизъюнктивные связи. Когда число таких исходов слишком велико, их поиск полным перебором не пригоден, необходимо применять эффективные алгоритмы.

Кроме вероятности свершения $p(x_i)$, работы могут характеризоваться продолжительностью $t(x_i)$ и стоимостью реализации $c(x_i)$. Имея такую априорную информацию о работах и применяя рекуррентные формулы можно оценить вероятности свершения, продолжительности и стоимости выполнения вариантов. Каждый вариант моделируется подсетью типа «И» заданной стохастической сети. Ясно, что вероятность свершения каждого альтернативного варианта оценивается как произведение вероятностей свершения работ, входящих в этот вариант.

Продолжительность этих вариантов оценивается как продолжительность максимального пути, соединяющего начальную и конечную вершины, а стоимость - как сумма стоимостей всех работ, входящих в этот вариант [1,4]. Стохастическую сеть

обозначим через $G=(X,A)$. Здесь X - множество вершин, A -множество дуг стохастической сети. Множество всех исходов с минорантой в x_1 , с мажорантой в конечной вершине x_k (в нашем примере $x_k=x_{10}$) обозначим $\{G_1, G_2, \dots, G_n\}$. Внесем параметры $P(G_i)$, $T(G_i)$, $C(G_i)$ - соответственно вероятность, продолжительность и стоимость исхода G_i .

Ставятся задачи поиска оптимального плана:

1) по критерию P :

$$P(G_{i_0}) = \max_i P(G_i);$$

2) по критерию T :

$$T(G_{i_0}) = \min_i T(G_i);$$

3) по критерию C :

$$C(G_{i_0}) = \min_i C(G_i).$$

Ниже приводятся алгоритмы решения поставленных задач с применением метода динамического программирования. Динамическое программирование — это раздел математического программирования, где метод решения сложных задач реализуется путем ее разбиения на более простые подзадачи. Как правило, чтобы решить поставленную задачу, требуется решить отдельные подзадачи, после чего объединить решения подзадач в одно общее решение. Это полезно в случаях, когда число повторяющихся подзадач экспоненциально велико. Динамическое программирование снизу включает в себя переформулирование сложной задачи в виде рекурсивной последовательности более простых подзадач.

Через $P(i)$ обозначим вероятность свершения

той подсети типа «И» с начальной вершиной x_i , конечной x_k (в дальнейшем они будут обозначены через i, k , соответственно), которая имеет максимум этого показателя из всех себе альтернативных.

Следовательно решение задачи 1) сводится на поиск $P(1)$.

Через $T(i)$ обозначим максимальную продолжительность той подсети типа «И» с начальной вершиной i , конечной k , которая имеет минимум этого показателя из всех себе альтернативных. Решение задачи 2) сводится на поиск $T(1)$.

Через $C(i)$ обозначим стоимость той подсети типа «И» с начальной вершиной i , конечной k , которая имеет минимум этого показателя из всех себе альтернативных. Наконец, решение задачи 3) сводится на поиск $C(1)$.

Для решения поставленных задач внесем другой параметр Q_i который является множеством включающим все дуги оптимального по некоторому критерию исхода с начальной вершиной i , конечной k . Таким образом Q_1 выдает структуру искомого оптимального плана.

Ниже приводятся рекуррентные формулы для решения поставленных задач. В этих формулах $P(i), T(i), C(i)$ являются функциями от i .

Рекуррентные формулы для решения задачи 1):

а) для концевой вершины применяются формулы:

$$Q_k = \emptyset, \quad (1)$$

$$P(k) = 1; \quad (2)$$

б) если вершина i имеет дизъюнктивную связку с дочерними вершинами $i_1, i_2, \dots, i_\sigma$:

$$P(i) = \max_j \{p(i, i_j)P(i_j)\} \equiv p(i, i_0)P(i_0) \quad (3)$$

$$Q_i = (i, i_0) \cup Q_{i_0} \quad (4)$$

в) если вершина i имеет конъюнктивную связку с дочерними вершинами $i_1, i_2, \dots, i_\sigma$:

$$Q_i = \bigcup_{j=1}^{\sigma} \{(i, i_j)\} \bigcup_{j=1}^{\sigma} Q_{i_j} \quad (5)$$

$$P(i) = \prod_{j=1}^{\sigma} P(i_j) \quad (6)$$

Приведенные формулы применяются начиная от концевой, кончая на начальной вершине стохастической сети, но до того необходимо упорядочить вершины и получить определенную их последовательность обслуживания [1].

Из формул (3)-(6) видно, что если вершина i имеет дизъюнктивную связку сначала вычисляется $P(i)$, затем строится множество Q_i , а в случае конъюнктивной связки – наоборот.

В результате этих вычислений получаем: $Q_1 = \{(1,2), (1,3), (2,4), (4,5), (5,8), (8,9), (3,10), (9,10)\}$, $P(1)=0,7$.

Для представления структуры исходов целесообразно использовать множества Q'_i , которые включают в себе все вершины соответствующего исхода, так, что $Q'_1 = \{1,2,3,4,5,8,9,10\}$.

Решение задачи 2. При решении задачи 1) вероятность свершения работы i_j была отмечена на

дуге (i, i_j) . Покажем, что при решении задач 2) и 3) продолжительности и стоимости работ также можно приписать дугам стохастической сети, но прежде сеть, изображенную на рис.1 надо преобразовать в тип «события-работы»[5]. Каждая дуга на рис. 2 описывает некоторую работу, а каждая вершина – некоторое событие. Например, дуга $(1,2)$ на этом рисунке соответствует работе x_1 . Однако ради не нарушения общности вершины на рис.2 так же обозначены через $X = \{1,2,\dots,10\}$, а дуги - $A = \{(1,2), (2,3), \dots, (9,10)\}$. Рядом с дугами на рис.2 в прямоугольниках отмечаны, слева - продолжительность, справа – стоимость соответствующей работы. Например, $t(1,2) = 5$ (единиц времени), $c(1,2) = 6$ (единиц стоимости). По правилам преобразования сети в тип «события-работы» строятся пунктирные дуги, которые описывают нереальные работы. Продолжительность и стоимость работ $(4, 9)$ и $(7,9)$ равны нулю, но их рассмотрение в модели важно, т.к. при упорядочении вершин снизу вверх по сети учитываются эти элементы.

Ниже приводятся рекуррентные формулы для решения задачи 2. В формулах (7-18) признаки вершин соответствуют пунктам а), б), в) формул (1-6):

$$а) Q_k = \emptyset; \quad (7)$$

$$T(k) = 0; \quad (8)$$

$$б) T(i) = \min_j \{t(i, i_j) + T(i_j)\} \equiv t(i, i_0) + T(i_0) \quad (9)$$

$$Q_i = (i, i_0) \cup Q_{i_0} \quad (10)$$

$$в) Q_i = \bigcup_{j=1}^{\sigma} (i, i_j) \bigcup_{j=1}^{\sigma} Q_{i_j} \quad (11)$$

$$T(i) = \max_j \{t(i, i_j) + T(i_j)\} \quad (12)$$

В результате этих вычислений получаем решение:

$Q_1 = \{(1,2), (2,3), (2,4), (3,5), (5,7), (4,9), (7,9), (9,10)\}$, $T(1)=61$. Используя преобразы работ, входящих в множество Q_1 получаем структуру решения:

$$Q'_1 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_6, x_{10}\}.$$

Для решения задачи 3 применялись формулы:

$$а) Q_k = \emptyset \quad (13)$$

$$C(k) = 0 \quad (14)$$

$$б) C(i) = \min_j \{c(i, i_j) + C(i_j)\} \equiv c(i, i_0) + C(i_0) \quad (15)$$

$$Q_i = (i, i_0) \cup Q_{i_0} \quad (16)$$

$$в) Q_i = \bigcup_{j=1}^{\sigma} \{(i, i_j)\} \bigcup_{j=1}^{\sigma} Q_{i_j} \quad (17)$$

$$Q'_i = O(Q_i) = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i\} \quad (18)$$

$$C(i) = \sum_{j=1}^n c(x_j^i) \quad (19)$$

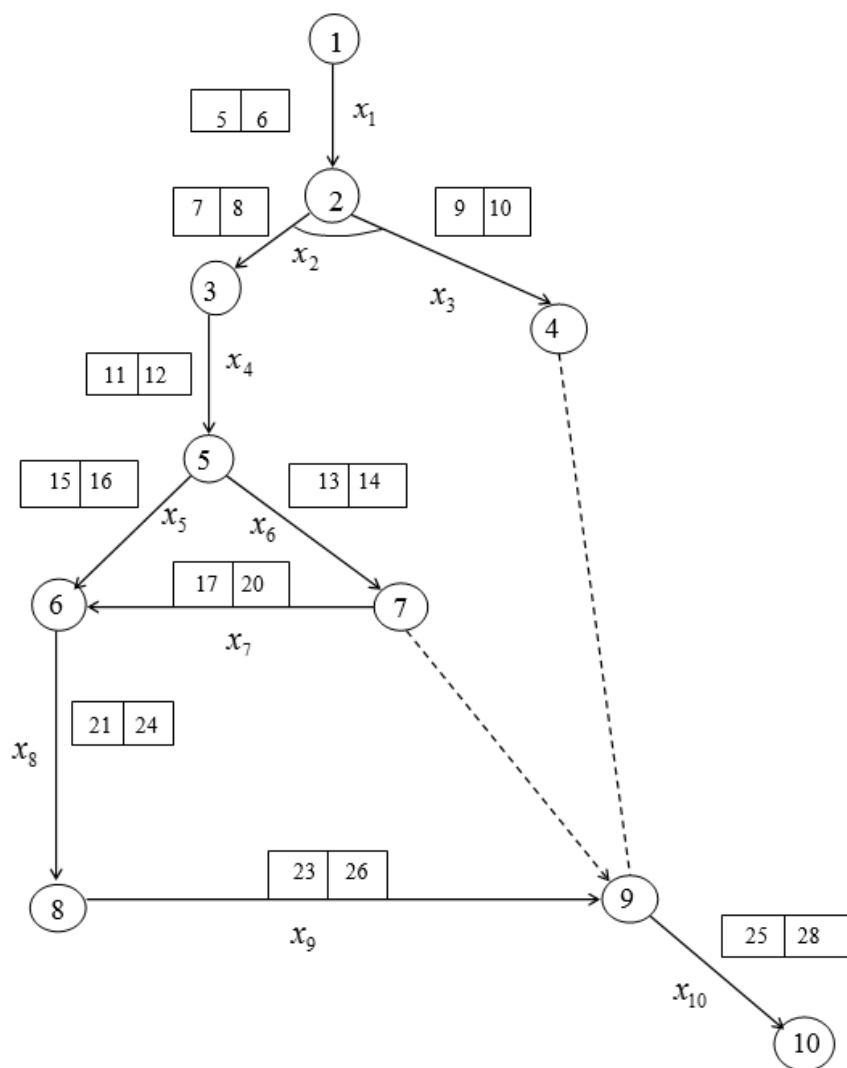


Рис. 2. Стохастическая сеть типа «события-работы» (рядом с дугами в прямоугольниках отмечаны, слева-продолжительность, справа – стоимость соответствующей работы.)

В формуле (18) через $O(Q_i)$ обозначено отображение, строящее множество $\{x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i\}$ по заданному Q_i , т.е. через x_j^i обозначены прообразы соответствующих дуг сети типа «события-работы».

Наконец, применяя формулы (13) - (19) получаем решение:

$$Q_1' = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_6, x_{10}\}, C(1) = 78.$$

Выводы

В результате включения в сетевую модель «разрешающих» работ получается стохастическая сеть. Построение альтернативных решений реализации проекта методами полного перебора не эффективно, поэтому предлагаются рекурсивные вычисления, причем чем больше альтернативных вариантов решения, тем больше эффективны разработанные алгоритмы поиска оптимальных решений.

Литература

1. Керимов В.А. О возможности исследования планируемого эксперимента с использованием графовой модели типа «И/ ИЛИ»// Доклады Академии Наук Азербайджана, Баку, 2006, вып. LXII, № 3-4, стр. 83-87;
2. Обиралов А.И., Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование/ Издательство: Колосс, 2006, 335 с.
3. Нильсон Нильс Дж. Искусственный интеллект. Методы поиска решений /М.: «Мир», 1973, 270 с.
4. Голенко-Гинзбург Д.И. Стохастические сетевые модели планирования и управления разработками /Воронеж: Научная мысль, 2010, 283 с.
5. Кофман А., Дебазей Г. Сетевые методы планирования. Применение системы ПЕРТ и ее разновидности при управлении производственными и научно-исследовательскими проектами / М.: «Прогресс», 1968, 181 с.;

КТО НЕПРАВ

Ковдерко В.Э.*канд. геол.- минералог. н., доцент,
г. Гомель Республика Беларусь, пенсионер*

WHO IS NOT RIGHT

Kovderko V.E.*PhD of Geological and Mineralogical Sciences,
Associate Professor, Republic of Belarus, Gomel, retired***АННОТАЦИЯ**

Изложены сомнения относительно валидности школьных учебников ФИЗИКИ, на примере учебника ФИЗИКА для 8 класса средней школы. – М.: издание пятое, 1981. Обращается внимание на низкое качество других учебников, застой в фундаментальной области физики, высказываются соображения о необходимости ревизии учебного материала и серьёзного редактирования учебников.

ABSTRACT

Doubts about the validity of PHYSICS school textbooks on the example of the PHYSICS textbook for grade 8 high school - M.: fifth edition, 1981 are given. Attention is drawn to the low quality of other textbooks and stagnation in the fundamental field of physics. Suggestions about the need to revise the educational material and serious editing of textbooks are made.

Ключевые слова: механика, методы, законы, правила, основные единицы измерения, производные единицы измерения, плотности планет.

Keywords: mechanics, methods, laws, rules, basic units of measurement, derived units of measurement, density of planets.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе работы над книгами «Земля и ближний космос. Нерешенные проблемы» (1995–2003) и «Почему жизнь выбрала Землю» (2004) автору неоднократно приходилось осмысливать вопросы небесной механики, а, следовательно, обращаться к наиболее доступным (в смысле простоты изложения) источникам информации по физическим проблемам. Ранжир источника меня не смущал, поскольку, думал я, простота и достоверность в учебниках должны находиться в одной шеренге. Действительность повергла меня сначала в лёгкий, а затем и в тяжёлый шок. С надеждой развеять сомнения и хоть как-то уяснить сущность некоторых вопросов механики я стал «тормозить» физиков, от школьных учителей до вузовских преподавателей, и близких к ним технократов. Справедливости ради, следует отметить, что абсолютное большинство их хорошо знает содержание учебников, и уверенно парировало мои посягательства на выводы и заключения авторитетов в области физики. Ещё бы. На самой математизированной области человеческого знания некий чудака-геолог нашёл темные пятна. Корпоративная этика воодушевляла их на решительное и бескомпромиссное сопротивление. Не всегда, однако, оппоненты приводили убедительные аргументы в защиту фундаментальных положений физики. Нередко доводилось слышать: «так принято»; «учебники не могут и не должны служить серьёзной базой для изложения основоположающих идей и понятий физики во всей их глубине»; «физика это строгая наука со своей системой взглядов, законов и понятий...переписать её, пользуясь законами схоластики, невозможно». Такой цели перед собой не

ставил, просто рецидивное знакомство со школьными учебниками физики привело к неутешительным выводам: раздел «Механика» фундаментальной физики в своём развитии существенно отстаёт от прикладной физики; школьные программы перегружены материалом, не имеющим важного прикладного значения, изучаемым, к тому же, в разных классах. Именно этим, а не какими-то амбициями, обусловлено написание работы. Не могу рассчитывать на полный успех и понимание, думаю, однако, что мои замечания и доводы инициируют дискуссии по отдельным вопросам кинематики, кажущимся давно решёнными. При современном уровне прикладной физики, продуцирующей буквально чудеса, застой и консерватизм в фундаментальной части этого действительно стройного здания представляются недопустимыми.

1 МЕХАНИКА: ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ, ПРАВИЛА, ЗАКОНЫ

Механика является фундаментом физики и техники и изучает вопросы, связанные с взаимодействием и движением тел естественного происхождения и в различных механизмах, созданных человеческим гением. *«Но основная задача механики заключается в том, чтобы определять положение движущегося тела в любой момент времени»* [1, с.3]. Позволю выказать сомнение относительно главенства в механике именно этого действия – определение координат движущегося тела, – особенно при условии неоднозначности понятия «движущееся тело». Дом, в котором мы живем, является неподвижным во времени относительно земной поверхности, но совершает сложное движение относительно Солнца, звёзд и других небесных тел. Для нас, рядовых землян, более интригующими представляются скорость перемещения транспортного

средства и его комфортабельность, а не географические координаты в любой отрезок времени. Определение координат – прерогатива других наук: астрономии, космонавтики, геодезии, топографии и др. В кабине самолёта находятся пилот, бортмеханик, штурман. Все вместе они обеспечивают и обслуживают движение самолёта, но задачи у каждого свои.

Авторы цитируемого источника с завидной настойчивостью, не жалея бумаги, продолжают внедрять в сознание школьников свои представления о механике. *«Поскольку положение тела определяется координатами его точек, то главная задача механики сводится к тому, чтобы уметь вычислять координаты точек тела в любой момент времени»*. Вот так, вычислять не просто координаты центра тяжести тела, а его точек, не известно только скольких.

«Система координат, тело отсчёта, с которым она связана, и указание начала отсчёта времени образуют систему отсчёта, относительно которой и рассматривается движение тела.... Чтобы решить задачу механики, надо знать, как изменяются координаты тела со временем. Но как это узнать? Какими данными нужно для этого располагать? Что должно быть известно заранее?» Вот сколько важных и значимых вопросов, а *«Ответы на эти вопросы даёт раздел механики, который называется к и н е м а т и к о й. В нём мы ознакомимся с различными видами движения и с тем, как в разных случаях можно определять положение тела в любой момент времени»* [1, с.8]. Уважаемый читатель! Прочтите внимательно, а лучше пару раз, купюры из учебника и вы поймёте, почему М. Задорнов предпочёл юмористику механике. Предполагаю, он был прилежным учеником и добросовестно готовился к урокам физики. Зато менее прилежные (сужу по двум сыновьям и трём внукам) о физике вообще и механике в частности имеют весьма смутное представление, парируя надобность уметь вычислять мгновенные координаты движущегося тела наличием спидометра и дорожных указателей. С этими доводами трудно не согласиться, но я упорно не желал разделить их мнение о довольно многочисленных противоречиях в пределах одной темы. Однако, похоже, они были правы, и вот доказательство. *«Для того чтобы и в том случае найти положение тела (известно расстояние, но неизвестно направление, В.К.), надо знать не длину (подчёркнуто мною, В.К.) пройденного пути, а совсем другую характеристику – п е р е м е щ е н и е тела. Что это такое?»* Авторы учебника дают «этому» несколько странное определение. *«Перемещением тела (материальной точки) называют направленный отрезок прямой, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением»*. Лирики вряд ли позволили бы себе игнорировать лингвистику, называя действие – «перемещение» – направленным отрезком прямой, но дело не в этом. На рис.8 [1,с.9] показана траектория перемещения тела из точки М₁ в

точку М₂, представляющая собой подобие полуокружности. Начальная и конечная точки соединены прямым отрезком со стрелкой на конце, под ним надпись «Перемещение». В чём здесь усматривается несоответствие? Отрезок прямой, обозванный перемещением, соединяет две крайние точки – начальное и конечное положения тела. Купюра в начале абзаца утверждает, что перемещением называется линия, соединяющая начальное положение тела с последующим положением. На траектории реального перемещения путём дифференциации можно выделить множество отрезков, направление которых изменяется в пределах 180°. На той же с. 9 читаем: *«Из курса геометрии V11 класса следует, что перемещением точки задаётся вектор»* (подчёркнуто мною, В.К.), *называемый вектором перемещения*. Но на рисунке 8 точка (тело) между начальным и конечным положениями перемещалась по траектории в виде неправильной полуокружности, а не по прямой, именуемой вектором перемещения.

Коротко о **векторах**, их сущности и действиях над ними. По [1, с.10] **«Вектор определяется его модулем и направлением»**. Другими словами, вектор это отрезок прямой определённой длины со стрелкой на одном из концов, указывающей на направление перемещения. Модуль – число, указывающее на содержание единиц измерения в ориентированном отрезке. В нефизических контекстах (экономика, политика) под вектором понимается только направление. Думаю, было бы целесообразным понимать под вектором только этот показатель и в физике, поскольку направление и модуль по-разному индексируются. Например, вектор ускорения обозначается буквой **а** со стрелкой над ней (слева направо), а модуль ускорения – той же буквой со стрелкой, *«...что и сам вектор...»*, но ограниченной слева и справа вертикальными линиями. Получается, что буква со стрелкой над ней индексирует полный объём вектора (направление +модуль), а при добавлении ограничительных вертикальных линий – только модуль. А может быть под вектором и следует понимать только направление, но это не вектор с точки зрения физика. Не исключено, что стрелочки и вертикальные линии справа и слева от буквы были придуманы во времена гусиных перьев, когда проставить их не составляло заметного труда. При наборе текста на пишущей машинке эта простая операция выросла в проблему и даже заметно осложняет работу по набору текста на компьютере. А, главное, кому, где и когда нужны рассмотренные индексы вектора и модуля? Уж не руководствовались их авторы принципом: чем туманнее, тем учётнее.

Как дилетанта в физике, меня весьма занимает такой вопрос: всегда ли и обязательно ли **вектор** должен представлять собой отрезок **прямой**, а чем хуже отрезок окружности, эллипса, просто кривой, окружность целиком? Мои, более преуспевшие в физике, оппоненты утверждают, что при движении тела по окружности, вектор его линейной скорости есть касательная к этой окружности. Но вектор в

физике не условный отрезок со стрелкой, кроме направления он имеет определённое численное значение, прикажете откладывать его в определённом масштабе на касательной? Однако движущееся по окружности тело не покидает ограниченного ею пространства. Более подробно об этом позже.

Я привёл отдельные алогизмы из раздела «Кинематика». Перечень их можно легко продолжить, но моя задача состоит в том, чтобы обратить на них внимание специалистов. А вообще, господи физики, если главной проблемой механики (кинематики) является определение положения тела в пространстве, можете чистить перья, поскольку спутниковые системы ориентации делают это практически мгновенно с высокой точностью. А какие координаты предлагают использовать физики? В одном из примеров [1, с. 7], в качестве «отсчёта» выбрано придорожное селение А.

«Проведём вдоль дороги ось координат ОХ с началом отсчёта (началом координат) «тела в точке О. Координаты, отсчитываемые вправо от точки О, будем считать положительными, а влево – отрицательными. ... Таким образом, положение тела на прямой будет определяться одной координатой» (подчёркнуто мною, В.К.). Вот те раз! Авторы учебника настойчиво убеждают учеников в том, что основной задачей механики является определение положения тела в **пространстве**, а тут одна координата. Да к тому ж за начало отсчёта (тело отсчёта) выбрано придорожное селение. Протяжённость само́го придорожного селения, извините, может иметь несколько километров во-первых; во-вторых, что значит слева и справа от точки О (наблюдатель может стать лицом к дороге и с одной и с другой стороны); в-третьих как можно получить 1600 м путём сложения +1200 м с – 400 м. А если дорога не прямая, как стрела, а извилистая? Кроме всего перечисленного, нужно знать координаты самой точки О. Составители учебника умолчали о возможности определять положение линии на горизонтальной плоскости по полярным (угловым) координатам. Суть его состоит в измерении угла (азимута) между северным концом магнитного меридиана и выбранной линией, отсчитываемого по часовой стрелке.

2. ПРОБЛЕМА РАЗМЕРНОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

От других наук естественного профиля, физика отличается, прежде всего, высокой степенью математизации, что рассматривается как критерий истинности. Практически любой физический закон или правило можно кратко, а, главное, точно и однозначно выразить формулой – совокупностью букв и цифр, соединённых между собой математическими знаками. Непременным атрибутом теоретических формул является размерность определяемого параметра, которая может быть результатом выполненных действий (кг*м, м/с, др.) или общепринятой единицей измерения (вольт, ампер, ом и т. д.). Главное требование, предъявляемое к размерности, – наличие физического смысла. Любому, даже мало искушённому в физико-математических

тонкостях, человеку нетрудно представить физический смысл таких размерностей как м², м³, кг*м, кг/см², г/см³. На м² можно встать, посеять – это мера площади. Имеют ясный смысл размерности кг*м, м/с, кг/см², г/см³, обозначающие соответственно работу, скорость, давление и плотность, чего нельзя сказать о кг², с². Использование единиц массы и времени с показателями степени, в случаях, когда при решении уравнений их модули в степень не возводятся (например, м/с²), представляется не легитимным, поскольку степень не меняет сущности и результата вычислений. Даже «законный» м², фигурирующий в размерностях, не всегда адекватен сущности. Так, м², индексирующий квадрат расстояния между центрами масс, совсем не то, что м², индексирующий площадь.

Кому, скажите, придёт в голову складывать метры и килограммы, делить килограммы в квадрате на метры в квадрате? Пожалуй, никому, кто способен осознанно выполнять эти простые арифметические действия. Зато самые, самые авторитетные физики спокойно и с удовольствием умножают килограммы на метры, а последние делят на секунды и даже в квадрате, возводят в степень кг, м и с, сокращают одноименные единицы измерения, стоящие в числителе и в знаменателе. Математики взирают на это и нисколько не возмущаются. С их позиций всё правильно и законно. Если в числителе стоит м, а в знаменателе м², то, будьте уверены, от линейного метра в числителе ничего не останется, а квадратный метр знаменателя превратится в линейный. Но умножать метры на килограммы, делить метры на секунды математик не станет. Складывается впечатление, что некоторые математические действия используются физиками не всегда легитимно, поскольку «м» есть единица длины, а «м²», «м³» – производные от неё и имеют самостоятельное употребление. В физике таких примеров “запрещённых” действий предостаточно. Сокращают кг, с кг², просто с и с². Кстати, о кг² и с². В формуле закона всемирного тяготения произведение М*т заменяют на кг², а квадрат расстояния на м², потом сокращают их если одноимённые обозначения имеются в числителе и знаменателе. Но М – масса Земли 6*10²⁴ кг, а т – пробное тело, допустим, в 1кг. Обсуждаемые параметры (кг и м) есть общепринятые единицы измерения, поэтому при определении размерности искомого параметра использование показателя степени представляется недопустимым, поскольку нет квадратных секунд и килограммов. Возможно, при указании размерности следует использовать символы этих величин, например, t, m, l, а не с, кг, м. Но тогда возникает трудность другого порядка – неопределённость: t может обозначать секунду, минуту и час; m – грамм, килограмм, тонну. Выход видится в том, чтобы под символом всегда подразумевалась основная единица международной системы (СИ).

Рассмотрим такие параметры как скорость и ускорение, имеющие размерности соответственно м/с и м/с². Со скоростью всё понятно: это путь, в метрах, пройденный телом за 1 секунду. А ускоре-

ние? В частном случае тоже путь, пройденный телом за 1 секунду из состояния покоя, а вообще – изменение **скорости** со знаком + или минус. Резонно поэтому размерностью ускорения считать тоже м/с. На мой вопрос, что есть м/с² неизменно следовал ответ: это ускорение – **метр в секунду за секунду**. Будто в секунду и за секунду не одно и то же. К примеру, радио Беларуси говорит: **скорость** ветра 5 метров **за секунду**. Тогда в устах белоруса ускорение будет звучать: **метров за секунду за секунду**. Другие говорят, что с² понадобилась для того, чтобы отличать скорость от ускорения. Но ведь они индексируются по-разному: скорость буквой «v», а ускорение – «a», вот и отличие. Мы привыкли к тому, что ускорение имеет размерность м/с² и совсем не обращаем внимание на тот факт, что при расчете скорости равноускоренного движения из состояния покоя за определённое время, например, за 5с, мы сокращаем секунду в числителе с секундой в знаменателе, хотя секунда в числителе не участвует в арифметическом действии, а лишь указывает на принадлежность численного коэффициента. В знаменателе же секунда–индекс была возведена в квадрат, а затем сокращена. Для примера вычислим скорость тела, движущегося с ускорением 5м/с² через 5с с начала движения. Она составит: $v = a \cdot t = 5 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с} = 25 \text{ м/с}$. Зачем, спрашивается, понадобилась с² в знаменателе размерности ускорения? А затем, чтобы результат имел размерность м/с. Но горизонтальная или наклонная черта между **м** и **с**, **м** и **с²** заменяет (обозначает) **за, на** или **в**, а не арифметическое действие – деление. Между тем, нужную размерность результата можно получить иным «законным» способом: $v = 5 \text{ м/с}^2 \cdot 5 = 25 \text{ м/с}$.

С точки зрения пишущего эти строки, в обсуждаемой формуле, в каком бы виде мы её не записали, фигурантами являются модуль скорости в метрах за 1 секунду и 5 единиц времени. Арифметические действия правомочны только в отношении реальных чисел, сокращать секунду в числителе с секундой в знаменателе в данном случае представляется недопустимым. Приведу такой пример: в ящике находилось 5 яблок, каждую секунду в него добавляли 5 яблок. Сколько яблок окажется в ящике через 5 секунд? Решение: $X = 5 \text{ я} + 5 \text{ я} \cdot 5 \text{ с} = 5 \text{ я} + 25 \text{ я} \cdot \text{с}$? Или: 100 яблок разложили в 5 коробок. Сколько яблок в каждой коробке? Ученик 4 класса результат запишет так: 20 я в кор., но не 20 я/кор. Эти примеры наглядно показывают, что арифметический (алгебраический) подход к определению размерности параметра **не всегда** приемлем, определяющим следует считать физический смысл.

Рассмотрим ещё один пример несоответствия полученной размерности физическому смыслу: математическое выражение закона всемирного тяготения $F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / R^2$. Проанализируем сначала размерность гравитационной постоянной, которая выглядит так: $G = H \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$. Честно говоря, физический смысл её не улавливается. Насколько legitimately относить $H \cdot \text{м}^2$ к кг^2 , силу помноженную на м^2 (фактически площадь) к кг^2 (вообще непонятно что это такое)? А если расписать размерность самого **H**,

то получается ещё занятнее: $G = \text{м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$. По моему непрофессиональному мнению, гравитационная постоянная (**G**) должна быть безразмерным коэффициентом. Но дело даже не в этом, смущает не только размерность, но и численное значение гравитационной постоянной: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$, а, главное, зачем она понадобилась?. У меня на сей счёт два варианта: 1) сделать более приемлемой размерность силы взаимодействия двух тел; 2) объяснить отсутствие результата взаимодействия двух пробных тел, имеющих массу по 1кг, находящихся на расстоянии 1м. Без **G** размерность силы взаимодействия двух тел равна $\text{кг}^2 / \text{м}^2$, введя **G**, получим $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$ – знаменитый **Ньютон**. Допускаю, что абсолютно не прав, но не исключаю и такой вариант: сначала появилась единица силы **H**, но поскольку её размерность не увязывалась с размерностью силы взаимодействия двух тел ($\text{кг}^2 / \text{м}^2$), ввели гравитационную постоянную и всё встало на место.

В учебнике физики [1 с. 108] читаем: *«Коэффициент **G** имеет простой и ясный смысл (! В.К.). Если массы обоих взаимодействующих тел **M** и **m** равны единице ($M = m = 1 \text{ кг}$) и расстояние **r** между ними тоже равно единице ($r = 1 \text{ м}$), то, как видно из формулы (1), $F / G = \dots$ Постоянная всемирного тяготения численно равна силе притяжения между двумя телами (материальными точками) массой 1 кг каждое, когда расстояние между ними равно 1 м. (подчёркнуто мною, В.К.)». Если это так, то постоянная всемирного тяготения численно равна **1** и имеет размерность $\text{кг}^2 / \text{м}^2$. На следующей странице учебника ученикам старательно объясняют, как вычислили эту самую гравитационную постоянную «**G**». Для этого под одной из чашек чувствительных весов подвешивали стеклянный шар, наполненный ртутью. С помощью гирь весы приводили в равновесие. Затем под шар с ртутью осторожно закатывали свинцовый шар массой 6000 кг. Под действием силы тяжести от большого шара коромысло весов с привязанным к нему малым шаром наклонялось, фиксируя силу взаимодействия пробных масс. С помощью дополнительной гири весы снова приводились к равновесию. Так была установлена численная величина гравитационной постоянной «**G**». Конкретные операции не приводятся, а жаль, поскольку хотелось бы знать, с помощью каких гирь удалось установить столь малую величину ($6,67 \cdot 10^{-11}$), имеющую такую суперстранный размерность ($\text{м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$), если чувствительность самых совершенных рычажных весов составляет несколько миллионных долей грамма [1, с. 113]. Но в том же источнике (с. 107) закон всемирного тяготения сформулирован так: *«Все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними»*. Здесь ничего не сказано о гравитационной постоянной, а это существенно меняет результат. Если автору не изменяет память, лет 50 назад в школьном курсе физики она тоже не упоминалась. Так для чего же понадобилась гравитационная постоянная? Да для того, что без неё сила взаимодействия между двумя*

килограммовыми массами при расстоянии в 1 м оказалась непомерно большой по модулю и не подтверждалась экспериментом. Сколь бы тщательно не полировали подставку и поверхности самих шаров, при расстоянии между ними в 1 м шары не желали сближаться. Нужно было срочно спасать пошатнувшуюся теорию, и в формулу всемирного тяготения ввели “G” с мизерным численным значением, заодно и размерность подтянули до “Н”. Но вернёмся к шарам, которые, имея массы в 1 кг и расположенные на расстоянии 1 м, упорно не желают сближаться. И правильно поступают. Ведь на каждый из них в отдельности действует сила притяжения всей Земли, во много, много раз большая силы взаимодействия шаров между собой. Для пущей убедительности приведу такой пример. В середине двух нитей разместим два шарика, магнитный и железный, на расстоянии, достаточном для визуального фиксируемого взаимодействия. Затем к нижним концам нитей прикрепим по гире, весом, намного превышающим силу магнитного взаимодействия. Теперь шарики останутся неподвижными, хотя сила взаимодействия между ними осталась прежней.

Хорошо известно, что в безвоздушном пространстве ускорение свободного падения не зависит от массы. В трубке, из которой откачан воздух, с одинаковой скоростью (ускорением) падают лёгкое перышко, свинцовый шарик и деревянный кубик. Имея представление о весе (я умышленно употребил этот термин вместо массы) перечисленных предметов, отказываешься верить глазам, но после нескольких повторов ничего не остается, как согласиться с тем, что ускорение свободного падения, при отсутствии помех (например, сопротивления воздуха) не зависит от веса (массы). Казалось бы, очевидный этот факт должен был привести физиков-теоретиков в замешательство, но этого не случилось. Используя математические выражения 2-го закона Ньютона, $F = ma$ (2), и закона всемирного тяготения, $F = G \cdot Mm/R^2$ (3), они формально вполне убедительно показали, что ускорение свободного падения не зависит от массы пробного тела. Сделано это было так. Сначала уравнили силы [$F(2) = F(3)$], затем “a” заменили на “g”. нашли его выражение из формулы (2) ($g = F/m$), подставив вместо F его значение из формулы (3), получаем: $g = F/m = G \cdot M \cdot m / R^2 \cdot m = G \cdot M / R^2$ (4). Внешне всё правильно, в приведенной формуле (4) пробная масса “m” уже не фигурирует (сокращена), отсюда и вывод: *«ускорение свободного падения “g” не зависит от массы “m” тела и, следовательно, оно одинаково для всех тел»* [1, с.110]. Здесь явно игнорируется правомочность знака равенства между «a» и «g», поскольку первое есть величина переменная, а второе – величина постоянная и различна их природа. Это как раз тот случай, когда наблюдаемый результат находится в противоречии с расчётным. Насколько легитимно связывать столь странную ситуацию с набором символов в формуле (4) и жонглированием буквенными символами? Почему мы принимаем на веру формулу (4) и не приемлем формулу (2) с противоположным выводом:

ускорение свободного падения прямо пропорционально силе (неизвестно какой) и обратно пропорционально массе «пробного» тела. Скорее всего, постоянное значение g разных по массе тел в трубке, из которой откачан воздух, обусловлено ничтожно малыми массами «пробных» тел в сравнении с массой Земли. Нам вряд ли удастся, даже с помощью прецизионных приборов, зафиксировать изменение осадки океанского лайнера от посадки на него мухи, и даже погрузки слона, результат скажется лишь при добавлении груза, соизмеримого с грузоподъёмностью судна. Таким образом, вывод о том, что «g» не зависит от «m» справедлив до определённого значения массы «пробного» тела. Удивительно то, что размерность “g” – м/с² получается по обоим вариантам: $g = F/m$ и $g = G \cdot M / R^2$. Однако чуть выше отмечалось, что ускорение это изменение модуля скорости в метрах за единицу времени, поэтому размерность его должна быть м/с. Замена м/с² на м/с не приведёт к изменениям результатов вычислений, но по обоим вариантам “g” будет иметь размерность м/с, как и должно быть. А вот валидность знака равенства между численными значениями F, вычисленным по формулам $F = m \cdot a$ и $F = G \cdot M \cdot m / R^2$ представляется весьма сомнительной. В первом случае величина F может иметь самые разные значения: от бесконечно малого до бесконечно большого; во втором – F есть величина постоянная, поскольку постоянными являются G, M (масса Земли) и R (радиус Земли).

Практически все оппоненты упрекают меня в том, что ссылаюсь на школьные учебники двадцатилетнего возраста, есть, дескать, свежие серьёзные работы. Бесспорно, есть, но о них знает весьма узкий круг лиц, а по учебникам физике в разной мере учились все и других учат. Считаю, что именно учебник должен быть и более доступным и самым достоверным источником познания по каждой дисциплине. А что касается возраста, то основные разделы в учебниках, изданных 20 лет спустя, не претерпели существенных изменений, а отдельные абзацы переписаны слово в слово. Имеются в виду учебники физики для 11-летних русскоязычных беларуских школ издания 1999 – 2002 гг. Справедливости ради, следует отметить наличие некоторого прогресса, в частности, попытки убедить в законности совершаемых математических действий с единицами измерений.

3. ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

1. Метр (1м) – единица для оценки линейных, площадных и объёмных параметров предметов, элементов рельефа Земли и её самой. Имеется металлический эталон, хранящийся в условиях, исключающих изменение его длины. Кроме того, 1 м это приблизительно 1/40 000 000 часть длины земного меридиана, проходящего через Париж, также 1 650 763,73 длин волн оранжевой спектральной линии излучения атома криптона с атомной массой 86. Думается, что для решения всех земных проблем было бы достаточно эталона. Метр в системе СИ заменил сантиметр в системе СГС, и здесь вопросов нет.

2. Килограмм (кг) – единица массы. Также имеется эталон, хранящийся в надлежащих условиях, за эквивалент меньшей точности можно принять 1л чистой воды при температуре 15° С. Если мне не изменяет память, нам объясняли, что хранящийся в Севре эталон с названием «**килограмм**» является единицей веса, именно веса, а не массы. Его создание было обусловлено развитием торговли в глобальном масштабе, поскольку в мире употреблялись разные единицы веса. Вряд ли кто станет отрицать практическую значимость эталона. Через его эквиваленты и дробные части можно довольно точно определить весовое количество товара. Физическая сущность кг есть **сила**, с которой эталон или его эквивалент притягиваются к Земле, причём её значения зависят от широты: минимальные на экваторе, максимальные на полюсах. Разница объясняется вычитанием на экваторе центробежной (по моему мнению, отцентробежной) составляющей.

Но в системе СИ **кг** есть единица массы. Читаем её определение в «полюбившемся» автору источнике [1, с.80]. *«Масса тела – это величина, выражающая его инертность. Она определяет отношение ускорения эталона массы к ускорению тела при их взаимодействии»*. Первое предложение определения массы, в свою очередь, требует дать определение инертности. На с. 78 читаем: *«Инертность – это свойство, присущее всем телам. Состоит оно в том, что для изменения скорости тела на заданную величину нужно, чтобы действие на него любого другого тела длилось некоторое время. Чем это время больше, тем инертнее тело»*. По-хорошему завидую 15-летним школярам, сумевшим уяснить из написанного сущность **инертности**, мне это не удалось, может потому, что привык считать физику самой конкретной математизированной наукой, а **инертность** – низкой способностью материальных тел к взаимодействию (инертные газы, инертные жидкости, инертные смеси, инертные порошки и т.д.). Ещё нам растолковали, что тела могут продолжать движение по заданному направлению после прекращения действия силы, обеспечивавшей движение. И называлось это явление **инерцией**. Термин этот использовался и используется ныне не только в технике, но и в быту в контексте совершения действий или поступков по привычке, распространяясь даже на мыслительную сферу человеческой деятельности (инерция мышления). Сейчас между рассматриваемыми терминами поставлен знак равенства, что привело к полной потере физического смысла. Вчитайтесь внимательно в определение **инертности** (жирный курсив выше) и попробуйте оценить его сущность. Авторы учебника убеждают нас в том, что инертность (инерция) есть изменение скорости тела на заданную величину (кем и какую, В.К.) в течение некоторого (какого? В.К.) времени и *«чем это время больше, тем инертнее тело»*. Допустим, поставили мы на крышу пятиэтажки эталон массы и сколько же времени потребуется, чтобы определить эту самую её инертность? Нью-

тон прикусил бы губу, поскольку в [1, с. 81] написано *«Масса тела выражает его собственное свойство (инертность), которое не зависит ни от того, в каких взаимодействиях тело участвует, ни от того, как оно движется»*. Поначалу думалось, что это студенты авторов учебника написали такое ради забавы в оставленной на кафедре рукописи, поэтому обратимся к учебнику физики для 7 класса издания 2000 года [5, с.59]. За 19 лет особых изменений не установлено. *«Масса – мера инерции данного тела. Иногда говорят: мера инертности»*. Выходит, инерцию или инертность, как и массу, измеряют тоже килограммами. А чуть раньше, на с. 54 читаем: *«Свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного движения (сохранять свою скорость неизменной) при отсутствии действия на него других тел называется инерцией»*. Тогда можно договориться до того, что масса – свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного движения при отсутствии действия на него других сил. Моему поколению подобную формулировку преподносили как 1 закон Ньютона.

Главные выводы по [1, § 20] сформулированы так:

1. Чем больше масса тела, тем труднее изменить его скорость.

2. Масса измеряется в килограммах и не зависит от того, где находится тело.

Что даёт первый вывод? Кому и какая от него польза? Он воспринимается просто как бытовая фраза, никого и ни к чему не обязывающая. Или наоборот, масса есть функция скорости: чем больше скорость, тем больше масса. А эталон, похоже, вообще не обладает массой, поскольку не меняет географических координат, относительно земной поверхности неподвижен и взаимодействует с подставкой, на которой храниться в течение десятков лет.

Относительно второго вывода тоже позволительно усомниться. Нас учили, что сам эталон на экваторе притягивается Землёй слабее, чем на полюсах, и это так, поскольку на экваторе имеет место максимальное значение центробежного (отцентробежного, ВК) ускорения, действующего навстречу силе тяжести. Но если на экваторе эталон «другой», то «другим» должно быть на экваторе любое тело, идентифицированное посредством эталона и его частей.

Есть приемлемое речевое определение массы: *«...масса тела – это суммарная масса всех его частиц»* [2, с. 82]. Другими словами, масса – это количество молекул в теле, именно поэтому на любой из планет масса тела не изменится.

Химики используют термин атомная масса химического элемента. Этот параметр вычислен с точностью до четырёх знаков после запятой не только для известных, но и для прогнозируемых элементов, его определение осуществляется не химическими, а физическими методами. Совершенно непонятно зачем физикам понадобилось другое определение массы, вкладывать в неё совсем иной смысл.

Мы рассмотрели основные единицы системы СИ. В ней не нашлось места такому понятию как **вес**, для идентификации которого как раз и был создан эталон, хранящийся в Севре и беспардонно «захваченный» **массой**. Но в повседневной жизни, а не ради ли её всё придумано, термин «**вес**» вряд ли исчезнет из употребления в обозримом будущем. В [1, с. 113] ему дано такое определение: *«Силу, с которой тело вследствие притяжения его к Земле действует на опору или подвес, называют весом тела»*. Далее для пушей убедительности: *«Вес тела – это сила, приложенная не к телу, а к опоре или подвесу... Надо помнить, что вес и сила тяжести не одно и то же: вес и сила тяжести всегда приложены к разным телам... Тело можно подвесить на нити, на проволоке или поместить на стол. На нить, проволоку или стол будет действовать вес тела»*. Вот какие физики проникательные. Лирики ни за что не догадались бы, что, стоящие рядом на столе, 1 кг сахара и 1 л чистой воды при 15 °С (субэталон массы), идентифицируются разными единицами измерения: первый – **Н**, второй – **кг**. Или, если эталон массы подвесить на нитке, то **масса** превратится в **вес**, модуль которого станет на порядок больше, ибо $P=mg$.

В современном учебнике физики для 7 класса всё без перемен: *«Вес – это сила, с которой тело вследствие земного притяжения действует на опору или подвес, удерживающие это тело от свободного падения»* [5, с. 75]. Значит, эталон массы на опору не действует? Веса он не имеет?

Заслуживают, однако, внимания **«главные выводы»** (с.77).

1. Вес тела – сила, приложенная к опоре или подвесу.

2. Вес неподвижного или движущегося равномерно тела численно (подчёркнуто мною, В.К.) равен силе тяжести.

3. Вес тела, движущегося неравномерно, может изменяться и быть больше силы тяжести, меньше и даже равным нулю.

Господа физики! Я не сомневаюсь, вы люди умные и талантливые, но пишите, пожалуйста, так, чтобы и нам понятно было, особенно школярам. Ветер, действующий на опору моста (сила по своей сути), это тоже вес? Можно опору обхватить тросом и с помощью буксира приложить к ней силу. Отождествлять её с весом тоже никак нельзя. Сознано, что никому из физиков такое в голову не придёт, он ясно осознаёт, что речь идёт конкретно о силе тяжести тела, приложенной к опоре или подвесу. Но п. 1 сформулирован так, что допускает неоднозначную трактовку.

Претензии того же толка и к п. 2. Он позволяет утверждать, что вес неподвижной подводной лодки на стапелях будет одинаковым и в сухом доке и в затопленном водой (в обоих случаях лодка неподвижна), что в буфете поезда, движущемся равномерно, вам отвесят «правильный» **Ньютон** колбасы, а если поезд прибавил в скорости хотя бы на метр, вы либо выиграете, либо останетесь в накладе, физики об этом умалчивают.

П. 3 комментировать трудно ввиду его очевидной неопределённости. Что означает выражение **«движущегося неравномерно»**? Как ориентирован вектор скорости по отношению к вектору силы тяжести? Написанное в п. 3 позволяет мне делать такие заключения: а) у самолёта, летящего горизонтально с постоянной скоростью вес равен силе тяжести; б) при увеличении *горизонтальной* скорости вес уменьшается, а при замедлении её – увеличивается. Описанные ситуации, возможно, имеют место, но тогда как быть с утверждением, что **«...вес и сила тяжести численно равны: $P=F$ »**.

Это важно!

...Но они весьма различны, и нужно запомнить эти различия.

Во-первых, они приложены к разным телам: сила тяжести к лежащему или подвешенному телу (книге, шарiku), а вес приложен к опоре или подвесу, удерживающим вышеназванное тело от падения (столу, нити).

Во-вторых, сила тяжести в данном месте Земли имеет строго определённое значение $F=mg$, а вес тела может быть не только равен, но больше или меньше этого значения».

Во-первых, дорогие товарищи, я не вижу никаких различий в **«во-первых»**: книга лежит на столе, т.е. опоре, шарик висит на нити – подвесе.

Во-вторых, $F=0$, если $g=0$, а это как раз тот случай, когда книга лежит на столе, а шарик висит на нити. Выходит $P=0$, поскольку $P=F$ (см. выше).

В-третьих, если $P=F=mg$, то модуль веса севрского эталона массы должен быть на порядок больше, т.е. 9,8. Непонятно, по каким соображениям для g всегда принимается модуль 9,8, тогда как реально в течение первой секунды свободного падения тела он изменяется от 0 до 9,8.

Не могу не привести рассуждения о невесомости на Земле [5, с. 73]. *«Пустим свободно падать груз с резинкой и наблюдаем за резинкой во время этого падения. Она не растягивается, т.е. вес груза при этом равен нулю. Другой опыт: пусть свободно падает книга с лежащим на ней грузом. Как сильно давит груз во время падения на свою опору – книгу? Никак! Да он не может на неё давить, так как опора сама свободно падает, «ускользая» от груза, т.е. – опять невесомость»*. Позвольте, уважаемые авторы, с вами не согласится: тела в состоянии невесомости не устремляются в направлении геометрического центра Земли с ускорением 9,8 м/с, а пребывают в состоянии безразличного равновесия, т.е. – парят. А груз и резинка, груз и книга в пределах небольшого расстояния (1 – 1,5 м) падают вместе, поскольку ускорение свободного падения не зависит от массы тела. Кроме того, описание первого опыта нельзя признать корректным, неясно, как взаимодействовали (соотносились) груз с резинкой: груз был подвешен на резинке, просто вместе опускались и т.д.

Может быть, физиков этот факт мало волнует, но изменение названия единицы веса должно бы быть закреплено юридически. Если бы не внук, я до сих пор пребывал в полном неведении о том, что в магазине мне вместо 1 кг колбасы упаковали 9,8Н.

Просто удивительно, что практичные американцы не потребовали возмещения физиками морального ущерба. А, главное, какая польза от таких новаций? Весьма занятно, как выглядит эталон веса – $9,8 \text{ кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$.

4. УСКОРЕНИЕ ПРИ РАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ ТЕЛА ПО ОКРУЖНОСТИ

Признаюсь, я испытал лёгкий шок, увидев этот заголовок в [1, с. 64], привык считать несовместимыми понятиями ускорение и равномерное движение, пусть даже по окружности. Но самым неожиданным оказалось то, что «*При равномерном движении тела по окружности ускорение в любой её точке перпендикулярно скорости и направлено к центру окружности*». Осмелюсь напомнить, что ускорение есть изменение скорости со знаком + или –. Впрочем, стоило бы называть вещи своими именами: увеличение модуля скорости – **ускорением**, а уменьшение – **замедлением**. Однако векторы скорости и ускорения должны **совпадать**, а не располагаться под углом друг к другу. На рис. 67 [1, с.66] вектор ускорения перпендикулярен вектору скорости и направлен к центру окружности. Если это так на самом деле, то шарик, размещённый на спице колеса со способностью свободного перемещения между ступицей и ободом, при вращении колеса должен переместиться к ступице. Каждый, хоть немного искушённый в механике, укажет на противоположный результат. И ещё один важный момент: вектор скорости изображается отрезком, касательным к окружности и нормальным к её радиусу в этой точке. Думается, это ошибочное представление: вектор скорости при равномерном движении тела по окружности есть сама окружность, описываемая телом, а модули вектора $= 2\pi R$ и V .

В том же источнике [1, с. 66] читаем: «*Абсолютное значение ускорения тела (материальной точки), равномерно движущегося по окружности, равно произведению его линейной скорости на угловую скорость вращения радиуса, проведённого к телу*». Любопытно, какую размерность может иметь ускорение при умножении **м/с на радиан/с?** О такой размерности ускорения слышать не доводилось.

В источнике [1,] на с. 67, читаем выделенное жирным шрифтом: «*При равномерном движении по окружности тело движется с ускорением, которое направлено по радиусу к центру окружности... радиус которой r определяется формулой $r = V^2/a$* ». Комментарии излишни, договорились! Радиус вращающегося колеса зависит, видите ли, от скорости, а она, в свою очередь, от ускорения.

В источнике [2, с. 58–64], напомним, изданном 19 лет спустя, существенных новаций не установлено, а несущественные – заслуживают критического разбора и осмысления.

Представляется интересным обратить внимание на один из **главных выводов** по параграфу 15 [2, с. 61]. «*Криволинейное движение с постоянной по модулю линейной скоростью не является равномерным*». А **равномерное** движение тела по окружности [1, с. 64] не является криволинейным?

С какой целью и для кого сделан этот вывод да ещё под рубрикой **главные выводы?** Где на Земле и в ближнем космосе вы найдёте не криволинейное движение и почему тело, движущееся с постоянной по модулю линейной скоростью, не является равномерным по тому же модулю?

Я был глубоко убеждён, что скорость, ускорение и сила есть векторные субстанции, т.е. они обладают направлением и количественной мерой, поэтому представляются неуместными выводы типа: «*Так как ускорение – величина векторная, а вызывается оно силой, приложенной к телу, то и сила величина векторная*» [1, с.85]. Сила по природе своей есть величина векторная и без связи с ускорением

На с.87 [1] читаем: «*Центростремительное ускорение по абсолютному значению равно, как мы знаем, $a = \omega^2 r$, где ω – угловая скорость вращения машины. Измерив угловую скорость ω и радиус r , мы найдём модуль ускорения a* ». Искренне желаем успехов, но желаниям вряд ли суждено свершиться: не существует центростремительного (центростремительного) ускорения при движении тела по окружности с постоянной по модулю скоростью и при наличии жёсткой связи с осью вращения, а если оно (ускорение) имеет место, то его размерность **рад²/с²·м** по существующим представлениям или **рад/с²·м** в моём понимании не поддаётся разумному восприятию. Далее, именитые авторы источника [1] предлагают через угловую скорость и радиус найти **модуль** ускорения, упустив из вида, что ускорение характеризуется не только модулем, а и направлением.

Однако в источнике [1] имеет место параграф 20, а в источнике [2] – параграф 16, именуемые соответственно «Ускорение при равномерном движении тела по окружности» и «Ускорение при движении тела по окружности с постоянной по модулю скоростью», что по сути одно и то же. Разные авторы с завидной настойчивостью убеждают в наличии ускорения в динамических системах, где по здравому рассуждению его быть не должно, миллиарды обучающихся обязаны этому поверить и усвоить. Ради чего и для чего? Чтобы убедиться в справедливости сказанного, обратимся в который раз к параграфу 20 [1, с.65] и проанализируем ход размышлений авторов учебника. «*Ускорение, как известно, определяется по формуле: $a = v - v_0/t$, где v_0 скорость тела в некоторый начальный момент времени, а v его скорость через промежуток времени t . Изменение скорости $v - v_0$ для краткости обозначим Δv ... Тогда $a = \Delta v/t$* ». А на предпоследней строке страницы $v = v_0 = V$. А если $v = v_0$, то и Δv равно 0.

Иная по результату, ситуация имеет место в Солнечной системе. На планеты, вращающиеся вокруг Солнца по эллиптическим орбитам в соответствии с законами Кеплера, действует сила в направлении центра Солнца. Солнце, в свою очередь, испытывает противодействие со стороны планет, но в паре Солнце – планета или планета – спутник, противодействие, увы, не равно действию, поскольку

масса Солнца в 770 раз больше массы планет вместе взятых [7, с.44]. Поскольку каждая из планет испытывает притяжение в направлении центра Солнца, планетные орбиты априори должны представлять собой не эллипсы, а эллиптические спирали. Это значит, рано или поздно, планеты «упадут» на Солнце целиком или будучи разрушенными на пределе Роша. Ни чья воля и никакие силы не смогут помешать этому. Солнце породило планеты [8], оно же их и заберёт. Но прежде того, планеты должны поглотить свои спутники. Через какое-то, весьма продолжительное, время Земля содрогнётся, а, возможно, расколется от удара Луны. Не волнуйтесь, Земля к этому времени будет безжизненной планетой [8]. Между тем, в литературе по астрономии и планетологии бытует мнение, что, в связи с уменьшением момента количества движения у системы Земля – Луна, последняя неотвратимо отходит от Земли. Но эта точка зрения находится в противоречии с представлениями о действии на планеты и спутники сил тяготения: планеты притягивают к себе спутники, Солнце – те и другие.

5 ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ МЕХАНИКИ (ЗАКОНЫ НЬЮТОНА)

Прежде чем начинать разговор по существу, желательно определиться относительно сущности понятия «Закон». В моём сознании оно (понятие) представлено двумя группами: законы объективные (законы природы); законы субъективные (социально – экономические). Законы первой группы существуют независимо от воли и сознания человека, но в ряде случаев постигаемы им и становятся явью. Ими описывается взаимодействие, взаимосвязь и взаимообусловленность закономерностей, явлений и свойств материального мира. Законы второй группы регламентируют поведение людей в обществе или отражают результаты деятельности общества (законы экономические). Непременным требованием к любым законам является их **реальность**. В принципе, можно издать закон, предписывающий добропорядочным прихожанам по субботам ходить в церковь, а нечестивцам – в ад. Или пример выполнения условия: вы можете попасть в рай, если найдёте лестницу, достающую до небес. Мои словоизлияния многим, прочитавшим их, покажутся по минимуму странными, подобные чувства обуревают и меня при анализе законов Ньютона.

Коротко о морально – этическом аспекте ньютоновства. Издревле в учёном мире принято ссылаться на предшественников, занимавшихся углубляемой проблемой: что сделано до меня, каков мой личный вклад, в чём состоят различия в оценке изучаемого явления, интерпретации фактического материала и т. д.

В школе мне внушили, что основополагающие законы механики и земной и небесной открыты и математически верифицированы лично Исааком Ньютоном. Совсем недавно пришлось узнать, что это не так. Впереди стоят такие могучие фигуры как Аристотель, Николай Коперник, Галилео Галилей, Кеплер, позади – Даламбер и Лаплас, рядом находились тоже не последние авторитеты в механике и

математике. Впрочем, сам Ньютон довольно скромно оценивал свою роль и вклад в механику. Большая часть его трудов (20 млн слов) посвящена вопросам теологии и топологии, т.е. поискам местоположения ада [6, с.14]. Становится, кажется, понятной удивительная настойчивость механиков в поисках (определении) места положения тела в любой момент времени.

5.1 ПЕРВЫЙ «ЗАКОН» НЬЮТОНА

По [1, с. 73 – 74] *«Существуют такие системы отсчёта, относительно которых поступательно движущиеся тела сохраняют свою скорость постоянной, если на них не действуют другие тела или действие других тел компенсируется».*

«Системы отсчёта, относительно которых тело при компенсации внешних воздействий движется равномерно и прямолинейно, называют инерциальными системами отсчёта».

По [2, с. 74 – 78] *«Существуют такие системы отсчёта, называемые инерциальными, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной (или покоится), если на него не действуют другие тела (или действие других тел скомпенсировано)»*

В пределах Солнечной системы нет прямолинейного равномерного движения, следовательно, нет инерциальных систем отсчёта, но физматы постарались и нашли их на полюсах Земли [1, с. 110]. *«На поверхности Земли инерциальной системой отсчёта могут служить системы отсчёта, связанные с полюсами Земли не принимающие участия в её суточном вращении. Все остальные точки земной поверхности движутся по окружностям с центростремительными ускорениями, и системы отсчёта, связанные с этими точками, неинерциальны. Для них закон Ньютона неприемлем».* Как такое прикажете понимать? Ньютон создал свои гениальные законы для двух точек земной поверхности? Стоит ли тратить столько времени на их изучение?

5.2 ВТОРОЙ «ЗАКОН» НЬЮТОНА

По [1, с.88] *«Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение».* Математически второй закон Ньютона выражается формулой: $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$. А если приложенная сила не в состоянии сдвинуть тело с места, значит, $\mathbf{a}$ равно нулю и $\mathbf{F}$ тоже равно нулю, почему – объяснять не нужно.

5.3. ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

По [1, с. 94 – 96] *«Тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной и той же прямой, равными по абсолютному значению и противоположными по направлению».*

1. По [2, с. 93 – 96] *«Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, одной природы, равны по модулю, противоположны по направлению и направлены вдоль одной прямой».*

2. «Силы взаимодействия двух тел равны по величине, противоположно направлены и приложены к разным телам».

Делать пояснения нет резона, поскольку все три закона могут проявить себя в инерциальных системах отсчёта, то есть на полюсах Земли. Де факто, Третий закон постулирует покой: действие равно противодействию и всё остаётся на месте.

6. СКОЛЬКО ВЕСИТ ЗЕМЛЯ?

Вопрос представляется довольно сложным, на весы её не взгромоздишь, но массу Земли *«можно вычислить, пользуясь формулой для ускорения свободного падения»*:

$$g = G \cdot M / R^2.$$

Отсюда для величины массы Земли получаем:

$$M = g \cdot R^2 / G.$$

Численные значения g и G были в своё время определены опытным путём: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$, и $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Средний радиус Земли тоже хорошо известен:

$$R = 6370 \text{ км} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}.$$

Подставив численные значения g , R и G в формулу для M получаем:

$$9,82 \text{ м/с}^2 (6,37 \cdot 10^6 \text{ м})^2$$

$M = \text{-----} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \gg [1, \text{с.114}]$.

$$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

Прошу обратить внимание на знаменатель, представляющий собой не что иное, как гравитационную постоянную. Следует обратить внимание и на то, что результат получен путём совершения арифметических действий над тремя постоянными: g , R , G . Из них первые две сомнений не вызывают, чего нельзя сказать о третьей. Сомнения основаны на разных способах определения G , почерпнутых из разных источников. Один из способов (по [1]) описан выше. По источнику [2] G вычислено английским физиком Кавендишем в 1798 году, спустя 71! год после смерти Ньютона. На каком основании, спрашивается, гравитационная составляющая фигурирует в формуле силы всемирного тяготения? Кто ввел её туда и насколько это позволительно с юридической, моральной и этической точек зрения? Так можно дойти до того, что кому-то вздумается дорисовать ещё одного медведя в знаменитой картине Шишкина «Утро в сосновом лесу».

Наводит на размышления и размерность знаменателя: $\text{м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$. Больно уж она странная. Но главная причина сомнений в её состоятельности не в размерности, а в том, что она запросто увеличивает массу Земли на 10^{11} кг , то есть, чуть ли не вдвое. А ведь на с.108 [1] нас убеждают в том, что $F = G$, а это значит $1 \text{ кг}^2 / \text{м}^2$.

Плотность земного вещества определена путём деления массы Земли на объём и составляет по табличным данным $5,52 \text{ г/см}^3$ [3, с.9]. Распределение значений плотности по радиусу от поверхности к центру выглядит следующим образом [3, с.6–7]:

Интервал Плотность, г/см^3 .

0 – 15 км	2,75
15 – 500 км	3,56
500 – 2888 км	4,81
2888 – 4600 км	11,10
4600 – 5200 км	12,11
5200 – 6370 км	12,37

Средняя плотность в интервале 0 – 2888 км, то есть от поверхности до границы жидкого внешнего ядра составляет $3,70 \text{ г/см}^3$. Эта цифра близка к значениям плотности известных горных пород и метеоритов, средний состав которых сопоставим со средним составом Земли в целом. Прогнозная средняя плотность ядра составляет $11,86 \text{ г/см}^3$. Породы со столь высокой плотностью в пределах ближнего космоса не известны. Из основных параметров Земли наиболее достоверными следует считать линейные размеры и объём, что касается массы, то она явно завышена. И не только за счёт G . Согласно источнику [3], ускорение силы тяжести « g » в центре Земли равно нулю, а на поверхности – $9,8$. Следовательно, в расчётах для Земли в целом нужно использовать хотя бы среднее значение – $4,9$.

В связи со сказанным выше, твёрдо устоявшиеся и всеми разделяемые представления о максимальной плотности вещества в ядре Земли лишены приемлемой аргументации. А должно ли быть ядро Земли, да и любой другой планеты, самым плотным? Если Земля и Луна образовались в одно и то же время в одном кольце планетезималей, то на их образование, очевидно, шёл одинаковый материал. Логично допустить, что вещество внутренней части Земли до размеров Луны имеет такую же плотность, что и последняя. Но средняя плотность Луны всего лишь $3,35 \text{ г/см}^3$. Близкая плотность ($3,97 \text{ г/см}^3$) и у Марса, который, как и Луну, можно разместить в пределах земного ядра. Хотя средняя плотность Меркурия ($5,62 \text{ г/см}^3$) сопоставима со средней плотностью Земли ($5,52 \text{ г/см}^3$), но и она в два раза ниже предполагаемой плотности земного ядра. Не исключено, что плотность Меркурия тоже завышена. Но когда я поделился своими сомнениями со знакомым геофизиком в ранге кандидата наук, он посоветовал сходить к психиатру, поскольку в достоверности определения массы Земли никто не сомневается: летают спутники, космические челноки, рассчитаны траектории баллистических ракет и т.д. Вроде бы всё верно, однако сомнения остались.

Мы привыкли безоглядно верить авторитетам и не в состоянии порой отойти от догм, даже когда они находятся в явном противоречии с фактами. Это особенно касается, в частности, геологии и планетологии. Одно заявление о том, что ядро Земли и Земля в целом могут иметь более низкую плотность, нередко приводит к прекращению дискуссии на эту тему с обвинением автора в некомпетентности. Но в распоряжении ученых есть метеориты, из которых предположительно образовалась Земля, и другие объекты Солнечной системы. Исходя из состава и плотности метеоритов, рассчитаем гипотетическую среднюю плотность планеты Земля.

На долю каменных метеоритов, с плотностью примерно $3,5 \text{ г/см}^3$, приходится 92,8% от общего

числа падений. Доля железных метеоритов – 5,7%, железокосменных – 1,5%. Округлив количество косменных метеоритов до 93%, железных – с учетом металлической составляющей железокосменной разновидности до 7% и, приняв плотность металлической компоненты равной 8 г/см^3 (плотность железа и никеля), вычислим плотность компретарного состава: $\rho = (3,5 \cdot 93 + 8 \cdot 7) / 100 = 3,825 \text{ г/см}^3$.

Полученная цифра весьма близка к средней плотности Марса. Нет оснований считать, что на образование Земли пошел богатый железом материал, поскольку у более близкой к Солнцу Венеры средняя плотность хоть и не намного, но ниже, чем у Земли.

На основании изложенных выше соображений, средняя плотность Земли и других планет земной группы – Меркурия и Венеры – представляется завышенной. Если с этим доводом не согласиться, следует допустить, что на их образование пошел материал отличный от метеоритного. Что касается минерального состава метеоритов, то в них преобладают оливин и пироксен, плотность которых равна соответственно 3,12–4,35 и 3,10–3,60 г/см^3 . Повышение давления до 1500 мПа приводит к увеличению плотности оливина на 2–3%, а у пироксена и того меньше. При плавлении пористых пород и минералов плотность увеличивается незначительно, а может даже уменьшиться при поглощении газовых компонентов. Считается фактом, что лунная кора мощностью в среднем 60 км образовалась в результате кристаллизации силикатного расплава, а плотность лунных анортозитов почти та же, что у земных аналогов.

По последним данным [4], в Солнечной системе имеется 57 спутников. Их размеры колеблются от 7 км (Деймос) до 2631 км (Ганимед). Четыре спутника – Ио, Ганимед, Каллисто, Тритон – имеют радиусы большие, чем у планеты Меркурий. Плотность же спутников колеблется от 0,8 (Харон) до 3,57 г/см^3 (Ио). Преобладают в семействе спутников значения плотности 1,21–1,94 г/см^3 , причем явно прослеживается тенденция увеличения плотности с увеличением радиуса. У планет Солнечной системы эта тенденция завуалирована наличием разных по мощности атмосфер.

Таким образом, исходя из состава и плотности метеоритов, средняя плотность планет Солнечной системы, без учета атмосфер, должна находиться в пределах 3,5 – 4,5 г/см^3 . Высокая плотность земного ядра – фейк чистой воды.

6. ОБ АРИФМЕТИКЕ

Когда я завожу разговор о том, что в арифметике тоже не всё ОК, слушатели сначала протестуют, затем удивляются – как это возможно? Давайте вместе проанализируем некоторые примеры:

$1 \times 1 = 1$; $1 : 1 = 1$. Действия разные, результат одинаковый.

$4 \times 0,5 = 2$; $4 : 0,5 = 8$. Но 0,5 можно рассматривать как половину множимого или делимого, тогда $4 \times 2 = 8$; $4 : 2 = 2$. Похоже, есть проблемы и в арифметике. Или нет? По авторской версии, умножение и деление приемлемо только для целых чисел. При употреблении дробных чисел выгоднее делить,

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автор на полном серьёзе считает себя в физике дилетантом. Но если у 83 – летнего кандидата геолого-минералогических наук возникло столько вопросов по фундаментальной механике, то это уже настораживает: значит недостаточно чётко и понятно изложен материал. Основными источниками информации служили учебники физики для 7 – 9 классов, изданные с разбежкой в 19 лет. Совпадают не только названия параграфов, почти совпадают страницы. Геологические науки, не претендующие на достоверность и строгость физики, столь завидным постоянством похвастать не могут.

Хочу высказать свои замечания и пожелания, сформировавшиеся в процессе работы над текстом.

1 Школьная программа перегружена физикой, такой раздел как «Механика» изучается в разных классах, что вряд ли целесообразно. Следует иметь в виду, что полный курс физики имеется в учебных программах технических вузов.

2 Формулировку физических законов желательно давать в авторской редакции и только потом, если есть надобность, давать комментарии.

Литература

1. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Физика. Учебник для 8 класса. Издание пятое. М.: Просвещение, 1981.–224 с.
2. Исаченкова Л.А., Жолнеревич И.И., Медведь И.Н. Физика. Учебное пособие для 9 класса общеобразовательной школы с русским языком обучения. Мн.: Народная асвета, 2000.–214 с.
3. Краткий справочник по геохимии. Изд. 2 – е, перераб. и доп. Авт.: Г.В. Войткевич, А.С. Поваренных, В.Г. Прохоров. М.: Недра, 1977.–184с.
4. Очерки сравнительной планетологии. М.: Наука, 1981.– 326 с.
5. Исаченкова Л. А., Лещинский Ю.Д. Физика. Учебник для 7 класса. Мн.: Народная асвета, 2000.– 192 с.
6. Браун Д., Массет А. Недоступная Земля: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.– 262 с.
7. Воронцов – Вельяминов Б.А. Лаплас. – 2–е изд. доп. и перераб. – М.: Наука, 1985.– 288 с.
8. Ковдерко В.Э. Почему жизнь выбрала Землю/ Гомель, – УО «ГТУ им. Ф. Скорины», 2004.– 80 с.

ПАРАДОКС СКИН-ЭФФЕКТА

Рысин А.В.**Рысин О.В.,***АНО «НТИЦ «Техком» г.Москва, радиоинженеры***Бойкачев В.Н.***АНО «НТИЦ «Техком» г.Москва, директор**кандидат технических наук***Никифоров И.К.***Чувашский государственный университет, г.Чебоксары, кандидат технических наук, доцент*

THE PARADOX OF SKIN EFFECT

Rysin A.V.,**Rysin O.V.,***ANO "STRC" Technical Committee "Moscow, radio engineers***Boykachev V.N.,***ANO "STRC" Technical Committee "Moscow, director,**candidate of technical sciences***Nikiforov I.K.***Chuvash State University, Cheboksary, candidate of technical sciences, associate professor*

АННОТАЦИЯ

В очередной статье продолжаем рассматривать парадоксы в решениях электродинамики, одним из которых является ныне принятое математическое обоснование скин-эффекта на основе классических уравнений Максвелла. Нами предложен способ решения указанных ошибок и парадоксов. Статья даёт вновь понять природу взаимодействия.

ABSTRACT

In the next article we continue to consider paradoxes in the solutions of electrodynamics, one of which is the now accepted mathematical justification of the skin effect on the basis of classical Maxwell's equations. We propose a method for solving these errors and paradoxes. The article gives a new insight into the nature of interaction.

Ключевые слова: классические уравнения Максвелла, усовершенствованные уравнения Максвелла, волновое уравнение, уравнение Шрёдингера, уравнение Дирака, уравнение Гамильтона-Якоби, скин-эффект, постулаты Бора.

Keywords: classical Maxwell equations, improved Maxwell equations, wave equation, schrödinger equation, Dirac equation, Hamilton-Jacobi equation, skin effect, Bohr postulates.

Вначале разберём основное несоответствие вероятностной квантовой механики с наличием вытеснения тока на поверхность проводника. Суть парадокса заключается в том, что по вероятностной квантовой механике, при нахождении электрона в атоме на дискретных орбитах в виде так называемых электронных орбиталей, физики имеют дело с ныне принятым распределённым вероятностным местонахождением электрона, что как бы не позволяет электрону «подчиняться» законам электродинамики и излучать, как это было бы при вращении электрона вокруг протона на дискретной орбите. Именно поэтому Бор ввёл свои постулаты и по-сути запретил выполнение законов электродинамики на дискретных орбитах. Не объясняет скин-эффект и высокая электропроводность металлов, согласно которой электроны способны сравнительно свободно перемещаться внутри кристаллической решётки металла. Считается, что затруднён лишь их выход из металла в вакуум.

Суть в том, что здесь нет процесса вытеснения, так как напряжённость электрического поля направлена вдоль проводника, а не поперёк, в чём нас убеждают выкладки, сделанные в электродинамике и приведённые ниже, поэтому нет правиль-

ного объяснения скин-эффекту. Более того, свободный электрон за пределами электронных орбиталей должен представлять собой частицу и подчиняться условиям электродинамики, то есть должен излучать. Здесь возникает парадокс – падения электрона на ядро по классической теории, и в то же время электрон должен вернуться на одну из электронных орбиталей каким-то чудесным образом, минуя процесс падения. Если даже предположить неподчинение законам электродинамики, в «угоду» квантовой механики, то дискретный переход с орбиты на орбиту, а значит и изменение свойств может происходить только при длине волны фотонов, соответствующей энергии для перехода на новую орбиту, с исключением излучения на этой дискретной орбите. Однако дискретности в зависимости от частоты здесь не наблюдается. Отсюда физики отказались от, казалось бы, простого объяснения явления скин-эффекта, по которому переменное электромагнитное поле приводит к эффекту повышения орбиты движения электрона, при котором повышается взаимодействие между электронами с соответствующим отталкиванием их друг от друга и вытеснением в итоге на поверхностный слой.

Рассмотрим парадоксы вычисления скин-эф-

факта. Для этого вспомним всю классическую методику вычисления [1]. Рассмотрим цилиндрический проводник (рис. 1), по которому течёт ток.

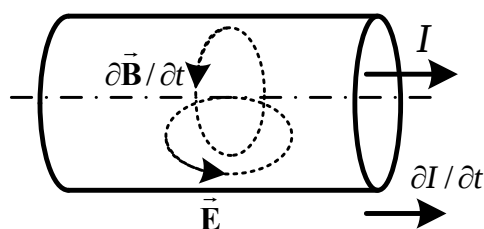


Рис. 1.

$$\text{rot} \mathbf{E} = (-1/c) \partial \mathbf{B} / \partial t, \quad \text{div} \mathbf{H} = 0 \quad (1)$$

создаёт электрическое индукционное поле, силовые линии которого представляют замкнутые кривые вокруг линии индукции магнитного поля. Вектор напряжённости индукционного поля в более близких к оси проводника областях направлен противоположно вектору напряжённости электрического поля, создающего ток, а в более дальних – совпадает с ним. В результате плотность тока уменьшается в приосевых областях и увеличивается вблизи поверхности проводника, то есть возникает скин-эффект.

Казалось бы, здесь нет ошибок в описании способа вытеснения тока за счёт того, что вектор напряжённости индукционного поля в более близких к оси проводника областях направлен противоположно вектору напряжённости электрического поля, создающего ток, а в более дальних – совпадает с ним. Но это на первый взгляд, так как здесь идёт чистая абстракция отделения самого тока от

$$\text{rot} \mathbf{H} = 4\pi\sigma / c \mathbf{E}, \quad \text{div} \mathbf{E} = 4\pi\rho / \varepsilon \quad (2)$$

Но в силу того, что

$$\partial \rho / \partial t + \text{div} \mathbf{j} = 0, \quad \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} \quad (3)$$

нетрудно получить, что

$$\partial \rho / \partial t + 4\pi\sigma\rho / \varepsilon = 0 \quad (4)$$

Очевидным решением этого уравнения является

$$\rho(t, r) = \rho_0(r) \exp(-4\pi\sigma t / \varepsilon), \quad (5)$$

где $\rho_0(r)$ – распределение заряда в момент $t=0$. Считается, что $\text{div} \mathbf{E}=0$, так как рассматривается установившийся процесс и все внесённые свободные заряды должны рассосаться за время релаксации $\tau = \varepsilon / 4\pi\sigma$. Парадокс уже в том, что предположение, что $\text{div} \mathbf{E}=0$ означает, что мы не имеем случая с вариантом взаимодействия с зарядами, а

$$\text{rot} \mathbf{B} - (1/c) \partial \mathbf{E} / \partial t = \mu \mathbf{j} \quad (6)$$

Понятно, что нельзя исключать член $(1/c)(\partial \mathbf{E} / \partial t)$, так как далее используется уравнение

$$\text{rot} \mathbf{E} = -\mu \partial \mathbf{H} / \partial t, \quad \text{div} \mathbf{H} = 0 \quad (7)$$

Иными словами нельзя намеренно создавать асимметрию в наведении электромагнитных полей друг с другом, так как в этом случае отрицаются сами уравнения Максвелла, тем более, что дальше мы используем производную по времени от элек-

$$\text{rot} (\partial \mathbf{H} / \partial t) = 4\pi\sigma / (c \partial \mathbf{E} / \partial t) \quad (8)$$

Логика вычисления здесь следующая. Вокруг проводника с током имеется магнитное поле, силовые линии которого являются концентрическими окружностями с центром на оси проводника. В результате увеличения силы тока возрастает индукция магнитного поля, а форма силовых линий при этом остаётся прежней. Поэтому в каждой точке внутри проводника производная $\partial \mathbf{B} / \partial t$ направлена по касательной к линии индукции магнитного поля и, следовательно, линии $\partial \mathbf{B} / \partial t$ также являются окружностями, совпадающими с линиями индукции магнитного поля. Изменяющееся магнитное поле по закону электромагнитной индукции

движения зарядов, создающих ток. И в этом случае магнитное поле создаётся каждым электроном в отдельности, и оно связано с противодействием его движению, то есть магнитное поле создаваемое электроном при его движении наводит электрическое поле всегда направленное против его движения, что и видно из формулы уравнения Максвелла. В противном случае, магнитное поле приводило бы к бесконечному ускорению движения электронов на поверхности проводника. Таким образом, объяснение скин-эффекта разнонаправленностью магнитного поля не выдерживает элементарной критики. Собственно поэтому этот эффект не имеет математического описания при дальнейшем объяснении скин-эффекта. Но, продолжим выкладки из классической электродинамики. При вычислении скин-эффекта исходят из уравнений Максвелла

имеем чистое электромагнитное поле, распространяющееся в пространстве.

Кроме того, специалистам понятно, что если дело касается переменного электромагнитного поля, то для данного варианта уравнение Максвелла имеет вид

трического поля. А если $(1/c)(\partial \mathbf{E} / \partial t)=0$ по уравнению (2), то дальше вообще нет смысла проводить анализ. Но все же продолжим, и дифференцируя обе части полученного уравнения по времени, находим

Далее делаем подстановку значения $\mu \partial \mathbf{H} / \partial t$ из (1):

$$(-c / \mu) \operatorname{rot}(\operatorname{rot} \mathbf{E}) = (4\pi\sigma / c) \partial \mathbf{E} / \partial t. \quad (9)$$

Поскольку

$$-\operatorname{rot}(\operatorname{rot} \mathbf{E}) = \operatorname{grad}(\operatorname{div} \mathbf{E}) - \nabla^2 \mathbf{E}, \quad (10)$$

соответственно $\operatorname{div} \mathbf{E} = 0$. Откуда получаем

$$\nabla^2 \mathbf{E} = (4\pi\sigma\mu / c^2)(\partial \mathbf{E} / \partial t). \quad (11)$$

Фактически – это есть дифференциальное уравнение между уравнением Шрёдингера и уравнением Гамильтона–Якоби для движения частицы при потенциальной энергии, равной нулю, если значение $4\pi\sigma\mu / c^2$ эквивалентно $2M_0$ (здесь M_0 –

масса электрона), то её решением может быть экспоненциальная функция вида $\exp[(1/2M_0)(Wt - pr)]$. Отсюда мы получим известное уравнение Гамильтона вида

$$W = p^2 / 2M_0. \quad (12)$$

С точки зрения нашей теории такой результат объясняется тем, что преобразование электромагнитного поля за счёт поглощения или излучения эквивалентно в противоположности формированию

корпускулярных свойств. Напомним, что ранее при тех же исходных данных при $\operatorname{div} \mathbf{H} = 0$ и $\operatorname{div} \mathbf{E} = 0$ получалось уравнение электромагнитной волны вида

$$\nabla^2 \mathbf{E} - (\mu\epsilon / c^2)(\partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2) = 0. \quad (13)$$

Аналогичное уравнение получается и для магнитного поля:

$$\nabla^2 \mathbf{H} = (4\pi\sigma\mu / c^2)(\partial \mathbf{H} / \partial t). \quad (14)$$

Иными словами упрощения в виде асимметрии даёт решение в виде экспоненциальной функции $\exp[(1/2M_0)(Wt - pr)]$ для $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$, но без волновых свойств в виде $\exp[(i/2M_0)(Wt - pr)]$. Указанное – парадокс, так как волновые свойства для $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$ у нас изначально заложены, то есть электромагнитные составляющие, имеющие волновой характер $\mathbf{E}$ ($\mathbf{H}$) не могут описываться волной и затухающей экспонентой одновременно, так как при решении в (11) и (14) значение частоты не присутствует, и решение по одной функции даёт однозначно отсутствие решения по другой функции. Именно с этой проблемой столкнулся Шрёдингер, когда пытался совместить корпускулярные и волновые свойства. И он решил эту проблему, введя в это дифференциальное уравнение мнимую единицу. Однако переход к вероятностным волновым функциям не позволил ему рассмотреть совместное взаимодействие через электромагнитные и гравитационные силы. В решении проблемы скин-эффекта наблюдается точно такая же проблема. С одной стороны, «передача» напряжённости электрического поля в проводнике происходит от электрона к электрону, и это вызывает в нём движение зарядов, то есть ток, а наличие тока обязательно связано с производной изменения заряда по времени в соответствии с уравнением непрерывности (3). С другой стороны, при переменном электрическом поле имеем дело с электромагнитной волной, так как движение заряда здесь будет с ускорением. А по законам электродинамики должно иметь место излучение от проводящей поверхности. Поэтому принимается $\operatorname{div} \mathbf{E} = 0$ ($\operatorname{div} \mathbf{H} = 0$), что соответствует рассмотрению варианта электромагнитного поля, а не варианта наличия зарядов.

Отметим, что некоторое прояснение ситуации может дать наш подход, данный в [2], при котором рассматривается симметричный обмен между противоположностями и взаимный переход представляется на основе двух равноправных функций вида $\exp(\omega t - pr)$ и $\exp[i(\omega t - pr)]$, отражающих корпускулярный и волновой вид. При этом надо отметить, что указанные экспоненциальные функции отображают полностью замкнутые объекты, так как их вид не меняется при дифференцировании или интегрировании. Следует также заметить, что функции $\exp(\omega t - pr)$ и $\exp[i(\omega t - pr)]$ не имеют статичности и отражают всегда динамику. Сочетание таких функций с учётом взаимодействия противоположностей рассмотрим несколько ниже при показе нашего подхода объяснения скин-эффекта.

Из сказанного выше процесс, формирующий скин-эффект, нельзя рассматривать упрощённо, и он связан как с излучением, так и с поглощением кинетической энергии внутри проводника при движении зарядов.

Продолжим дальше рассмотрение скин-эффекта в бесконечном проводнике с плоской границей (рис.2).

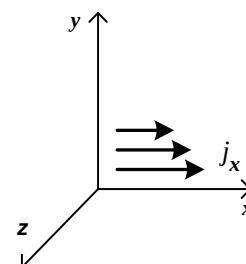


Рис. 2.

Далее предполагается, что уравнения (11) и (14) в области $y > 0$ допускают только затухающие во времени решения. Этот вывод делается на основании того, что после скалярного умножения (14)

$$(2\pi\sigma\mu/c^2) \frac{\partial}{\partial t} \int_V H^2 dV = - \int_V (\text{rot} H)^2 dV < 0, \quad \text{т.е. } \partial H / \partial t < 0. \quad (15)$$

Из (15) видно, что ток течёт по однородному бесконечному проводнику, занимающему полупространство V , где $y > 0$ вдоль оси x . Поверхностью

$$\partial^2 E_x / \partial^2 y = (4\pi\sigma\mu/c^2)(\partial E_x / \partial t) \quad (16)$$

Здесь также применено необоснованное правило, по которому изменение напряжённости электрического поля по проекции x во времени должно дать его же изменение по оси y . Иными словами, тем самым придумали «новый» закон взаимодействия и изменения электрического поля. По нему, изменение во времени электрического поля по проекции x вызывает неравномерное распределение напряжённости электрического поля с проекцией x по оси y , в противовес закону электродинамики $\text{rot} \mathbf{B} = (1/c)(\partial \mathbf{E} / \partial t)$. Возникает неоднозначность законов, чего при детерминированном подходе быть не может. Таким образом, фактически была совершена подгонка под результат. Кроме того, надо понимать, что вытеснение зарядов на поверхность проводника связано с поляризацией внутри проводника. При этом обязательно должна быть напряжённость электрического поля, направленная

на $\mathbf{H}$ и интегрирования по частям с учётом граничных условий, находим

проводника является плоскость $y=0$. Таким образом можем записать $j_x=j_x(y, t)$; $j_y=j_z=0$; $E_x=E_x(y, t)$; $E_y=E_z=0$. Отсюда

противоположно для компенсации, однако мы здесь в расчётах этого тоже не видим.

Далее считается, что в этом уравнении все величины гармонически зависят от t , и можно положить

$E_x(y, t) = E_x(y) \exp[-i\omega t]$. Это так же является неверным, так как гармонический волновой вид по времени должен дать такой же гармонический вид по координате. Именно на этом основан переход от классических уравнений Максвелла к волновому уравнению. Но корпускулярное уравнение Гамильтона–Якоби не подходит для решения волновых уравнений, так как двойное дифференцирование по косинусу даст вновь косинус, а одинарное дифференцирование по косинусу даст синус, и в итоге косинус будет равняться синусу. Продолжим анализ далее, чтобы получить уравнение для $E_x(y)$

$$d^2 E_x(y) / d^2 y = -i\omega(4\pi\sigma\mu/c^2) E_x(y) \quad (17)$$

Решением уравнения (17) будет:

$$E_x(y) = E_0 \exp[\chi y], \quad \chi = \pm(i/c)\sqrt{i\omega 4\pi\sigma\mu} \quad (18)$$

Отбрасываем нарастающее вглубь проводника поле, как физически неосуществимое, выбираем решение с $\text{Re } \chi < 0$, то есть

$$\chi = (i-1)/\delta, \quad \delta = c/\sqrt{\omega 2\pi\sigma\mu} \quad (19)$$

Таким образом, напряжённость электрического поля в проводнике изменяется по закону:

$$E_x(t, y) = E_0 \exp[-y/\delta] \exp[i((y/\delta) - \omega t)] \quad (20)$$

Взяв действительную часть от этого выражения, и перейдя с помощью соотношения $\mathbf{j} = \square \mathbf{E}$ к плотности тока, получим (принимая во внимание,

$$j_x(y, t) = j_0 \exp[-y/\delta] \cos((y/\delta) - \omega t) \quad (21)$$

Здесь также была допущена фивольность, так как отказ от мнимой части решения и оставление только действительной части, не обеспечивает решение рассмотренного дифференциального уравнения, и Шрёдингер поэтому не смог отказаться как от действительной, так и от мнимой части и был вынужден использовать вместо электромагнитных функций вероятностные волновые функции с сохранением как действительной, так и мнимой частей. При этом мы видим, что ток вдоль оси x в зависимости от параметра y/δ может иметь прямо

что $j_x(0,0)=j_0$ – амплитуда плотности тока на поверхности проводника) следующее распределение объёмной плотности тока в проводнике:

противоположное направление. Иными словами мы получаем замкнутое движение тока, а это также даёт парадокс, так как у нас изначально берётся $j_y=j_z=0$. Вообще-то такое распределение тока по (21) может дать только наличие стоячих электромагнитных волн. Однако здесь нет рассмотрения варианта волноводов, так как $y \rightarrow \infty$.

Анализ показывает, что решить задачу получения скин-эффекта, используя метод решения от классической электродинамики, приведённый

выше, в принципе не удаётся. Отметим, что полученный приближённый метод имеет очень хорошую сходимость с практическими результатами, несмотря на то, что основан на неверном теоретическом базисе.

Поэтому требуется найти правильный эквивалент полученному решению, но без применения использованных подгоночных методов. С этой целью

проведём аналогичные действия по преобразованию с учётом применения операции rot , которая характеризует переход к переменному электромагнитному полю, но с уравнениями электродинамики, учитывающими все производные по времени [3]:

$$\begin{aligned} \text{rot} \mathbf{H} &= \partial \mathbf{D} / \partial t + \mathbf{j}; \quad \text{rot} \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t; \quad \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}; \\ \text{div} \mathbf{D} &= \rho / 4\pi; \quad \text{div} \mathbf{B} = 0; \quad \mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E}; \quad \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}. \end{aligned} \quad (22)$$

В итоге получаются уравнения:

$$\nabla^2 \mathbf{H} + (\varepsilon \mu / c^2) (\partial^2 / \partial t^2) \mathbf{H} = -\text{rot} \mathbf{j} = 0 \quad (23)$$

$$\nabla^2 \mathbf{E} + (\varepsilon \mu / c^2) (\partial^2 / \partial t^2) \mathbf{E} = (1 / \varepsilon_0) \text{grad} \rho - (\mu \mu_0) (\partial \mathbf{j} / \partial t) = 0 \quad (24)$$

Фактически мы получаем отдельные уравнения с правой и левой стороны от знака равенства в (23) и (24), в силу того, что волновые уравнения от знака равенства характеризуют излучаемые электромагнитные волны, а они имеют волновую функцию типа синус или косинус. И если, например, $\text{rot} \mathbf{j} \neq 0$, то это будет означать добавление постоянной составляющей, так как есть начало и есть конец

тока. Как это физически представить для вектора непонятно, так как нужен источник тока и его поглотитель, а сами заряды не могут исчезать в никуда и появляться из «нуля». Аналогично это относится и к уравнению (24). Отсюда запишем уравнение вида:

$$(1 / \varepsilon) \text{grad} \rho - (\mu / c^2) (\partial \mathbf{j} / \partial t) = 0, \quad (1 / \varepsilon) \text{grad} \rho - (\mu / c^2) (\rho \mathbf{v} / \partial t) = 0 \quad (25)$$

Далее мы учитываем, что хотя сам проводник и является электрически нейтральным, но под действием электрического поля происходит изменение концентрации электрического заряда во времени и в пространстве, иначе бы проводники вообще не

могли излучать. Вот поэтому мы представляем заряд изменяющимся во времени по гармоническому закону, аналогично как это предложено в [4] в случае диполей Герца:

$$\rho = \rho_0 \exp[-i\omega t] \quad (26)$$

Иными словами, мы не рассматриваем отдельно заряд электрона вне заряда протона, а учитываем их взаимодействие. При этом вектор скоро-

сти $\mathbf{v} = \mathbf{v}_0$ будет определяться максимумом амплитуды прикладываемого электромагнитного поля к проводнику. Отсюда имеем:

$$(1 / \varepsilon) \text{grad} \rho - (\mu v_0 / c^2) (\partial \rho / \partial t) = 0, \quad (27)$$

$$(1 / \varepsilon) \text{grad} \rho = -i\omega \mu \rho v_0 / c^2 \quad (28)$$

Далее можем записать уравнение (28) относительно распределения заряда аналогично тому как это записано в (17):

$$\partial \rho(x) / \partial x = -i\omega \varepsilon \mu \rho(x) (v_0 / c^2) \quad (29)$$

Решением уравнения (29) будет функция:

$$\rho(x) = \rho_0 \exp[\zeta x], \quad \zeta = -i\omega \varepsilon \mu (v_0 / c^2) \quad (30)$$

Иными словами получаем аналогичный периодический вид, как по времени, так и по пространству, что аналогично варианту распространения электромагнитной волны в волноводе вдоль оси x . Иными словами получить физику наличия скин-эффекта на основании решения от (24) невозможно. Однако в (23) имеем решение $-\text{rot} \mathbf{j} = 0$, а это означает, что при переходе от статики к волновому пе-

риодическому виду электромагнитной волны, появляется круговой ток перпендикулярный к направлению движения по оси x . Именно он и обеспечивает вытеснение зарядов из центра проводника. Но, обычные уравнения Максвелла в соответствии с (23) и (24) не имеют симметрии между электрическими и магнитными составляющими, а это говорит об отсутствии взаимодействия между ними, чего быть не может. Кроме того, здесь становится

очевиден парадокс между статикой и динамикой в электродинамике. Ведь направление силовых линий напряжённости электрического поля в статике направлено параллельно движению электрического заряда, а для распространяющегося электромагнитного поля здесь мы видим составляющие электромагнитного поля перпендикулярные к направлению движения. В соответствии с этим возникла необходимость усовершенствовать уравнения Максвелла с целью исключения указанных парадоксов до симметричного вида и с выполнением

подчинения этих уравнений преобразованиям Лоренца-Минковского, чтобы обеспечить практически наблюдаемую связь между пространством и временем и электромагнитными составляющими в виде искривления движения фотонов в гравитационном поле. Собственно к наличию необходимости симметрии пришли и в классической электродинамике, но через вектор - потенциалы и сторонние токи. В [5] нами были получены усовершенствованные уравнения Максвелла, которые учитывали связь с преобразованиями Лоренца-Минковского вида

$$\begin{aligned} -\mu_0 \partial H_x / \partial t + i\mu_0 c \partial H_t / \partial x &= \partial E_z / \partial y - \partial E_y / \partial z; \\ -\mu_0 \partial H_y / \partial t + i\mu_0 c \partial H_t / \partial y &= \partial E_x / \partial z - \partial E_z / \partial x; \\ -\mu_0 \partial H_z / \partial t + i\mu_0 c \partial H_t / \partial z &= \partial E_y / \partial x - \partial E_x / \partial y; \\ \varepsilon_0 \partial E_x / \partial t - i\varepsilon_0 c \partial E_t / \partial x &= \partial H_z / \partial y - \partial H_y / \partial z; \\ \varepsilon_0 \partial E_y / \partial t - i\varepsilon_0 c \partial E_t / \partial y &= \partial H_x / \partial z - \partial H_z / \partial x; \\ \varepsilon_0 \partial E_z / \partial t - i\varepsilon_0 c \partial E_t / \partial z &= \partial H_y / \partial x - \partial H_x / \partial y. \end{aligned} \quad (31)$$

Суть этих уравнений в добавлении дифференциальных членов с проекцией электромагнитных составляющих на время. При этом получается необходимая силовая составляющая, которая направлена параллельно движению электронов в проводнике. Именно система этих уравнений (31) обеспечивает представление электрона в электромагнитном исполнении как показано в [6]. Отсюда получается связка, когда уравнению непрерывности по одной оси направления движения слева от знака равенства в (31) соответствует ротор или круговое движение в ортогональной плоскости справа от знака равенства. Иными словами прямолинейное движение в одной противоположности вызывает круговое движение в другой противоположности. Необходимость перехода к усовершен-

ствованным уравнениям Максвелла имеет троекратное подтверждение. *Первое* связано с тем, что проекция на время была введена и в вектор - потенциалы, и практически в этом случае вид усовершенствованных уравнений Максвелла совпадает с уравнениями через вектор потенциалы. *Второе* подтверждение связано с тем, что преобразования Лоренца - Минковского имеют проекцию на время, и связать их без проекции на время с электромагнитными составляющими не представляется возможным. И *третье* подтверждение касается того, что вид усовершенствованных уравнений Максвелла совпадает с уравнениями Дирака, которые выводились из подчинения уравнению энергии Эйнштейна. Соответственно, мы можем представить уравнения (31) в виде уравнений аналогичным (22), в соответствии с [7]:

$$\text{rot} \mathbf{H} = \partial \mathbf{D} / \partial t + \mathbf{j}_E, \quad \text{rot} \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t + \mathbf{j}_H, \quad \mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E}, \quad \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}. \quad (32)$$

Понятно, что значения $\mathbf{j}_E$ и $\mathbf{j}_H$ отражают дифференциальные члены с проекциями электрических и магнитных составляющих на время. Аналогично эти величины выражаются также и через использование электродинамических потенциалов $\mathbf{A}$ и $\mathbf{A}_m$ в теории эквивалентности, например в [8]. Более того, проекция вектор - потенциалов на время с умножением на мнимую единицу была введена ещё до нас, но не было распространена на электромагнитные составляющие. Хотя прямая детерминированная связь вектор - потенциалов и электромагнитных составляющих в принципе не оставляет

$$\mathbf{j}_H = \text{div} \mathbf{M} = i\mu_0 c \partial H_t / \partial r = i\mu_0 c \partial E_t / \partial t = (ic/cu) \partial E_t / \partial t = (i/u) \partial E_t / \partial t$$

аналогично запишем для $\mathbf{j}_E = \text{div} \mathbf{P} = i\varepsilon_0 c \partial E_t / \partial r = (iu) \partial E_t / \partial t$. При этом наличие мнимой единицы не позволяет нам отнести полученные значения ни к вектору, ни к потенциалу. Собственно нечто аналогичное введено и в

иных вариантах, так как иное говорило бы об их независимости и неоднозначности. А так как, в классической электродинамике не рассматривается физический эквивалент, то это и привело к парадоксам. У нас эти значения проекций на время связаны с преобразованием длины во время, и времени в длину. Именно не учёт подчинения обычных уравнений Максвелла преобразованиям Лоренца-Минковского и привело к ряду парадоксов с несоблюдением закона сохранения энергии через так называемые «вакуумы». Соответственно у нас, $r=ct$, а

электродинамике через вектор - потенциалы. Здесь мы также учитываем, что по нашей теории $\mu_0 = 1/cu$; $\varepsilon_0 = u/c$; $u = \sqrt{c^2 - v_n^2}$, где v_n – значе-

ние интегральной средней скорости движения объектов в противоположности, которая связана с термодинамическим равновесием (более подробно, см. в [9]). Иными словами, мы говорим, что равный взаимный процесс обмена между противоположностями даёт симметрию. Указанное означает, что изменения, связанные с движением аналогичны в противоположностях. И если в нашей системе движение даёт эффект преобразования длины во время и наоборот, то и в противоположности происходит тоже самое, что в нашей системе, и выражается через значения электрической и магнитной проницаемостей. При использовании одной и той же величины E_t мы видим, что значения j_E и j_H , характеризуют преобразование длины во время и времени в длину, в зависимости от интегральной кинетической скорости движения в противоположности. По другому говоря, кинетическая энергия в противоположности определяет пространственно-временное искривление в нашей системе. В силу того, что E_t – это проекция на время, и является потенциальной функцией, то она фактически эквивалентна значению так называемого заряда. Но здесь возникает парадокс, связанный с расхождением между статикой и динамикой в классической электродинамике. И он связан с тем, что заряд воспринимается как некая статическая величина, где перпендикулярно от её поверхности расходятся силовые линии напряжённости электрического поля, которые

начинаются на условно положительно заряженных частицах, и оканчиваются на условно отрицательно заряженных частицах. Здесь непонятно, как формируются в статике эти силовые линии и за счёт чего, и как они взаимодействуют? Можно предположить движение объектов от одного заряда до другого с возникновением и исчезновением, – а обратно, каким образом? Понятно, что здесь также имеем противоречие с уравнениями Максвелла, по которым переменное магнитное поле наводит переменное электрическое поле, а наличие зарядов давало бы двузначный способ образования рассмотренного нами электрического поля. Исходя из неверной предпосылки о существовании статического электрического поля, начинающегося на положительном заряде и оканчивающемся на отрицательном заряде, была получена известная формула $\operatorname{div} \mathbf{D} = \rho_e / 4\pi$. Однако использование усовершенствованных уравнений Максвелла, соответствующих преобразованиям Лоренца-Минковского позволило найти в динамике эквивалент общепринятому ныне понятию «заряда» за счёт учёта проекции на время. При этом мы имеем динамику преобразования электрических и магнитных составляющих друг в друга без введения какой-либо статики. Отсюда учитывая эквивалентность, мы должны записать следующее:

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = \rho_e / 4\pi = j_E / 4\pi = \operatorname{div} \mathbf{P} / 4\pi = (i\epsilon_0 c / 4\pi)(\partial E_t / \partial r) = (i\epsilon u / 4\pi)(\partial E_t / \partial r).$$

Аналогично для магнитной составляющей:

$$\operatorname{div} \mathbf{B} = \rho_m / 4\pi = j_H / 4\pi = \operatorname{div} \mathbf{M} / 4\pi = (i\mu_0 c / 4\pi)(\partial H_t / \partial r) = [(i / 4\pi\mu) / u](\partial E_t / \partial t).$$

Здесь надо учитывать, что если силовое воздействие электрического заряда мы можем фиксировать из-за проекции E_t на длину, то воздействие магнитного заряда проецируется на время, поэтому его силовое воздействие в пространстве не фиксируется, а определяется косвенно из-за наличия пространственно-временного континуума. Не мы являемся «первопроходцами» в написании уравнений Максвелла в таком виде. Например, аналогичный вид записи относительно токов можно найти в [10]. Однако необходимость так называемых электрических и сторонних магнитных токов, особенно с позиций выполнения преобразований Лоренца-Минковского для электромагнитных полей, не имела

объяснения, и поэтому была речь о наличии так называемых фиктивных магнитных зарядов и токов. Мы же раскрыли логику возникновения этих составляющих и невозможность их игнорирования при рассмотрении полного процесса взаимодействия, так как иначе возникала независимость электромагнитных полей от пространства и времени из-за неподчинения преобразованиям Лоренца-Минковского в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна, а это означало бы невозможность обнаружения их в пространстве и времени. Применим к верхним уравнениям (32) операцию rot:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \operatorname{rot} \mathbf{H} &= \partial(\operatorname{rot} \mathbf{D}) / \partial t + \operatorname{rot} j_E, \quad \operatorname{rot} \operatorname{rot} \mathbf{E} = -\partial(\operatorname{rot} \mathbf{B}) / \partial t - \operatorname{rot} j_H; \\ \nabla^2 \mathbf{H} - \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{H} &= -(\epsilon_0 \mu_0)(\partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2) - (\epsilon_0)(\partial j_H / \partial t) + \operatorname{rot} j_E. \end{aligned} \quad (33)$$

Вспомним, что операция ротора возникает не «чудом», а связана с взаимодействием объектов. Тогда, учитывая симметрию и равенство противо-

положностей, мы можем идти на упрощения, которые в целом не влияют (в данном случае) на результаты. Отсюда имеем:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \mathbf{H} + (\epsilon \mu / c^2)(\partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2) &= \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{H} - (\epsilon_0)(\partial j_H / \partial t) + \operatorname{rot} j_E; \\ \nabla^2 \mathbf{E} - (\epsilon \mu / c^2)(\partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2) &= \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{E} - (\mu \mu_0)(\partial j_E / \partial t) - \operatorname{rot} j_H. \end{aligned} \quad (34)$$

$$\begin{aligned} \nabla^2 \mathbf{H} + (\epsilon \mu / c^2)(\partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2) &= \operatorname{grad} j_H / (4\pi \mu \mu_0) - (\epsilon_0)(\partial j_H / \partial t) + \operatorname{rot} j_E; \\ \nabla^2 \mathbf{E} + (\epsilon \mu / c^2)(\partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2) &= \operatorname{grad} j_E / (4\pi \epsilon \epsilon_0) - (\mu \mu_0)(\partial j_E / \partial t) - \operatorname{rot} j_H. \end{aligned} \quad (35)$$

Из системы уравнений (35) видно – имеется симметричный вид для электрических и магнитных составляющих, что обеспечивает одинаковые условия и взаимное влияние за счёт составляющих j_E и j_H . Причём вытеснение тока на поверхность проводника обеспечивается за счёт $\text{rot } j_E$ и $\text{rot } j_H$. Суть физики этого процесса основана на том, что прямолинейное движение объекта в одной противоположности, аналогично вращательному движению в другой противоположности. А так как по (35) имеем взаимное симметричное преобразование противоположностей в динамике при волновых процессах, то наряду с прямолинейным движением

$$\begin{aligned} \nabla^2 \mathbf{E} + k^2 \mathbf{E} &= -\mathbf{M}^p; \quad \nabla^2 \mathbf{H} + k^2 \mathbf{H} = -\mathbf{M}^m; \\ \mathbf{M}^p &= -i\omega\mu_a \mathbf{j}^{p-ct} + (1/i\omega\epsilon_a) \text{grad div } \mathbf{j}^{p-ct} - \text{rot } \mathbf{j}^{m-ct}; \\ \mathbf{M}^m &= -i\omega\epsilon_a \mathbf{j}^{m-ct} + (1/i\omega\mu_a) \text{grad div } \mathbf{j}^{m-ct} - \text{rot } \mathbf{j}^{p-ct}; \\ \nabla^2 \mathbf{E} + k^2 \mathbf{E} &= i\omega\mu_a \mathbf{j}^{p-ct} + (1/i\omega\epsilon_a) \text{grad div } \mathbf{j}^{p-ct} - \text{rot } \mathbf{j}^{m-ct}; \\ \nabla^2 \mathbf{H} + k^2 \mathbf{H} &= i\omega\epsilon_a \mathbf{j}^{m-ct} + (1/i\omega\mu_a) \text{grad div } \mathbf{j}^{m-ct} - \text{rot } \mathbf{j}^{p-ct}. \end{aligned} \quad (36)$$

Здесь первые два уравнения – уравнения Гельмгольца относительно электрических и магнитных полей. $\mathbf{M}^p$ и $\mathbf{M}^m$ – векторные функции сторонних электрических и магнитных токов соответствующие j_1 и j_0 . Можно также увидеть аналогию между $\dot{\mathbf{A}}, \dot{\mathbf{A}}_m, \mathbf{j}^{p-ct}, \mathbf{j}^{m-ct}$ и $\mathbf{j}_E, \mathbf{j}_H$. Разница лишь в том, что мы значения токов $\mathbf{j}_E, \mathbf{j}_H$, характеризующих движение противоположных объектов, и значения $\mathbf{P}$ и $\mathbf{M}$, не связываем обязательно с токами и напряжённостями полей в нашей системе наблюдения, а рассматриваем уравнения, как общий характер связи противоположностей в мироздании. Отметим, что физики интуитивно получили необходимый вид уравнений, прибегнув к так называемым электродинамическим потенциалам, не поняв философский и физический смысл этих уравнений. А суть этих уравнений легко объясняется на основе закона о противоположностях. Иными словами, кинетическое поступательное движение частицы (а всякое движение – это изменение, и оно связано с обменом через противоположность), наблюдаемое в одной противоположности в виде члена уравнения непрерывности $[\text{grad } \mathbf{j}_E / (4\pi\epsilon_0) - (\mu_0)(\partial \mathbf{j}_E / \partial t)]$, и которое отражает формулу сохранения энергии при преобразованиях, даёт (в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна) пространственно-временное искривление. Это же поступательное движение даёт ответную реакцию в другой противоположности из-за обмена, что будет характеризоваться замкнутым движением в виде $-\text{rot } \mathbf{j}_H$, если наблюдение этого процесса реакции по обмену между противоположностями вести из нашей системы. В этом случае противоположности выступают как единое целое. При этом полученное пространственно-временное искривление за счёт замкнутого движения в другой противоположности, будет характеризовать потенциальную энергию. Это явление приводит к тому, что, например, движущийся позитрон в противоположности следует рассматривать в нашей системе наблюдения как протон. Естественно здесь учитывается обратно-пропорциональная связь противоположностей. И, наоборот, в противоположности

тока в каждой из противоположностей также имеем и круговое движение тока в плоскости, перпендикулярной прямолинейному движению. Иными словами получается движение электронов по спирали. Отсюда и получается скин-эффект. В классической электродинамике пытались получить аналогичный вариант, нечто подобное было выражено на основе вектор - потенциалов. То есть аналогию с нашей записью в комплексном виде с учётом проведённого дифференцирования некоторых членов можно найти и в классической электродинамике, например, в [11]:

мы будем иметь движущийся позитрон вокруг антипротона, который в противоположности был движущимся электроном вокруг протона. Отсюда, попытки разбить протон на некие объекты в виде кварков и глюонов являются антинаучным подходом. Однако, если точку наблюдения сменить, с учётом иерархии мироздания, то мы движение электрона вокруг протона, и движение позитрона вокруг антипротона должны рассматривать как электромагнитный волновой процесс обмена между противоположностями, где составляющая $\mathbf{H}$ характеризует процесс перехода из одной противоположности в другую, а составляющая $\mathbf{E}$ характеризует замкнутый обратный процесс, то есть имеем аналог кинетической энергии. Именно это как раз и выражается через математическую запись (35).

С учётом усовершенствованных уравнений Максвелла мы можем объяснить почему подгонка под результат в классических уравнениях Максвелла обеспечила сходимость с практикой. Учтём, что так как мы установили аналог заряда в виде составляющей E_t , то учитывая равенство $\mathbf{j} = \square \mathbf{E}$, можем записать аналогичное равенство в виде $j_E = \square i c E_t$. Здесь учитывается, что E_t и E_r – это противоположности, и они также связаны через скорость света (скорость обмена между противоположностями) как длина и время, то есть $E_r = c E_t$. Иными словами мы представили зависимость связи j_E и E_t не через дифференциальное изменение, а напрямую через нормировочный коэффициент. Эта зависимость имеет приближённый характер и при росте частоты наблюдается аномальный скин-эффект с резким возрастанием сопротивления проводника. Однако на практике такое упрощение допустимо в силу того, что сопротивление связано с тем, что электрон не может получать ускорение под действием напряжённости электрического поля до бесконечности и при соударении теряет энергию. Отсюда можно говорить о некотором среднем движении для электронов. Далее учтём, что все пространственно-временные преобразования в (34) происходят с соблюдением сохранения количества между противоположностями, а иначе было чудо

возникновения из ничего, по аналогии с (23) и (24).

Поэтому в этом случае мы получаем равенства:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \mathbf{H} + (\epsilon \mu / c^2)(\partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2) &= 0; \quad \nabla^2 \mathbf{E} + (\epsilon \mu / c^2)(\partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2) = 0; \\ \text{grad } j_H / (4\pi \mu \mu_0) - (\epsilon \epsilon_0)(\partial j_H / \partial t) &= 0; \quad \text{rot } j_E = 0; \\ \text{grad } j_E / (4\pi \epsilon \epsilon_0) - (\mu \mu_0)(\partial j_E / \partial t) &= 0; \quad -\text{rot } j_H = 0. \end{aligned} \quad (37)$$

Отсюда мы имеем уравнение:

$$\begin{aligned} \text{grad } j_E / (4\pi \epsilon \epsilon_0) - (\mu \mu_0)(\partial j_E / \partial t) &= 0; \\ \text{grad}(ic)(\partial E_t / \partial r) + (4\pi \sigma \epsilon \epsilon_0 \mu \mu_0 c)(\partial E_t / \partial t) &= 0; \\ (1/4\pi \sigma \epsilon \mu) / c^2 (\partial^2 E_t / \partial r^2) &= \partial E_t / \partial t. \end{aligned} \quad (38)$$

Здесь разница с выводом в (11) в том, что мы не рассматриваем реальную электрическую проекцию вида E_x вдоль оси y , а учитываем как бы распределение величины, отражающей пространственно-временное искривление пропорциональное E_t , от которого в соответствии с $j_E = icE_t$ зависит значение тока. Значение E_t из-за проекции на время не отражается реально в нашем пространстве, однако её воздействие отражает корпускулярное движение. Действительно, если значение $\mu \epsilon 4\pi / c^2$ эквивалентно $(2M_0)$, то её решением может быть экспоненциальная функция вида $\exp[1/(2M_0)(Wt - pr)]$. Значение E_t является противоположностью к значениям электрической напряжённости E_r по координатам длины, и ранее мы показали в [2], что аналогом волновой функции $\exp[i/(2M_0)(Wt - pr)]$, в одной противоположности является экспоненциальная функция $\exp[1/(2M_0)(Wt - pr)]$ в другой противоположности. Только в этом случае мнимая единица не нарушает условие сохранения равного количественного изменения противоположностей при соблюдении смены закономерностей в противоположностях, что является необходимым условием сохранения баланса при обмене. Иначе разницы между противоположностями невозможно было бы обнаружить. Отсюда получается, что за счёт изменения величины E_t в соответствии с (38), имеем отражение движения частицы в виде уравнения Гамильтона (12), и отсюда даже можем вычислить скорость движения зарядов. Далее, если учесть, что скорости обмена между противоположностями равные, то и значение $\text{rot } j_E$ должны также отобразить в виде корпускулярного замкнутого движения, так как используется одна и та же функция E_t . Понятно, что при круговом движении зарядов неизбежно появление центробежной силы, что и приводит к скин-эффекту, а распределение будет определяться противоположной силой, связанной с поляризацией в проводнике и силой отталкивания между электронами. При нашей интерпретации скин-эффекта получает обоснование наличие индуктивности у проводников. Мы видим, что использование усовершенствованных уравнений Максвелла позволило решить проблему скин-эффекта. Более того, мы не столкнулись с парадоксами, которые получались при описании скин-эффекта в случае классических уравнений Максвелла.

Выводы:

1. При описании скин-эффекта с помощью классических уравнений Максвелла была осуществлена подгонка под результат, без объяснения

физики процесса. И более того считаем, что физика процесса скин-эффекта умышленно замалчивалась, так как получалась хорошая сходимости с практическими данными.

2. Вероятностная квантовая механика также не в состоянии объяснить явление скин-эффекта исходя из наличия электронных орбиталей.

3. Скин-эффект объясняется только на основе усовершенствованных уравнений Максвелла, так как в его решении есть наличие ротора от тока, перпендикулярного к направлению движения, что объясняет физику вытеснения электронов на поверхность проводника.

Литература

1. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика – М: Высш. шк., 1980. С. 153.
2. Рысин А.В., Рысин О.В., Бойкачев В.Н., Никифоров И.К. Парадоксы уравнения Шрёдингера и его сходимости с уравнением Гамильтона-Якоби // Науч. журнал " Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) / 2017/ – № 15 (15), vol 1 – p. 59-66.
3. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука, 1989. С. 116.
4. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика – М: Высш. шк., 1980. С. 127.
5. Рысин А.В., Рысин О.В., Бойкачев В.Н., Никифоров И.К. Уравнения Максвелла, как результат отражения преобразований Лоренца-Минковского в противоположности // Науч. журнал " Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) / 2016/ – № 8 (8), vol 1 – p. 104-113.
6. Рысин А.В., Рысин О.В., Бойкачев В.Н., Никифоров И.К. Переход от усовершенствованных уравнений Максвелла к уравнению движения частицы // Ежемесячный науч. журнал: Национальная ассоциация ученых. ч. 2. – 2014. – № 5. – С. 99-107.
7. Рысин А.В., Рысин О.В., Бойкачев В.Н., Никифоров И.К. Парадоксы вывода уравнений в теории излучения в электродинамике // Науч. журнал " Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) / 2017/ – № 16 (16), vol 1 – p. 42-48.
8. Фальковский О.И. Техническая электродинамика. – М.: Связь», 1978 С. 125.
9. Рысин А.В., Рысин О.В., Бойкачев В.Н., Никифоров И.К. Вывод соотношения масс протона и электрона на основе логики мироздания и термодинамического равновесия // Науч. журнал " Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) / 2017/ – № 19 (19), vol 1 – p. 41-47.

10. Фальковский О.И. Техническая электродинамика. – М.: Связь», 1978 С. 117.

11. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П.

Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Советское радио, 1979. С 40.

TECHNICAL SCIENCES

INDUCED VOLTAGE MEASUREMENT METHODS IN MUE RYAZAN CITY POWER DISTRIBUTION NETWORKS (RCPDN)

Vasilyeva T.N.,

Dr.Sci.Tech., prof.

Avanesyan M.A.,

senior lecturer

Doronkin O.A.

postgraduate

Ryazan state radio engineering University.

ABSTRACT

This paper deals with induced voltage and its effects on the overhead transmission lines. Definition of induced voltage and its 3 constituent parts is given. Various measurement methods of induced voltage in different grounding networks are described, the most informative one is chosen and a comparative analysis of it is done.

Keywords: induced voltage, measurement methods, capacitive and inductive effect, overhead lines under induced voltage, transmission lines, grounded and ungrounded networks.

Introduction.

On demand of the municipal unitary enterprise “**Ryazan City Power Distribution Networks**” (MUE RCPDN), induced voltage lines are to be investigated. The company has provided a list of 39 lines, line names and electrical specifications. To carry out research on each item from the list it is necessary to find out which lines may fall under the definition “**Overhead transmission line under induced voltage**”

The analysis of this effect should start with the definition of this type of lines. According to the established standards, the overhead line (OL) under induced voltage is such a line and/or a communication overhead line (COL) which pass along the full length of the operating OL or its separate parts near the operating OL or close to the alternating current contact network of the electrified railway station, voltage of more than 25V being induced on the de-energized OL in different circuits of their grounding when the working current on the operating OL is the highest.

The lines with more than 25 V of induced voltage should be determined on the basis of this definition.

What does the induced voltage represent and what are its distinguishing features?

Induced voltage is the potential difference between the conductive parts of electrical installations (overhead lines or electrical equipment of transforming substations) and zero potential point resulting from the electromagnetic field effect of the operating equipment on the electricity generating plants located in close proximity to it.[1,2]

Induced voltage is characterized by 3 effect constituent parts:

1. Capacitive effect. This is the effect which facilitates electric charge generation in the de-energized OL being repaired due to the OL electric charge effect under operating voltage. This impact is completely lost

after the de-energized line is earthed at least at one point under weak resistance.

2. Conductive effect. This type of effect occurs on the de-energized OL in case of a wire break of the operating OL crossing the de-energized OL at the point of their contact. Being quite uncommon, this affect is the most dangerous one if contacting the grounded support and machinery under high voltage.

3. Inductive effect. It occurs on the de-energized OL of a longitudinal electromotive force (emf) under the impact of the alternating magnetic field of the operating OL. Transverse capacitive and active resistance available causes “wire-ground” voltage. Inductive effect occurs on the ungrounded as well as ungrounded de-energized OL.

Thus, it is the inductive effect which produces voltage on the OL in any grounded circuits without de-energized OL wires being earthed.

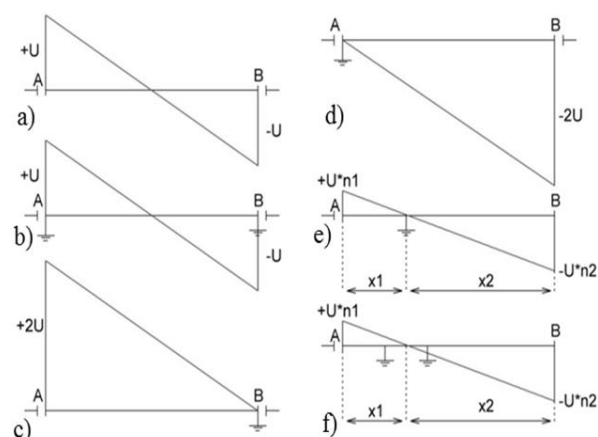


Figure 1 shows inductive effect diagrams on the de-energized OL with AB length.

Graphs a) and b) show induced voltage distribution on the ungrounded OL or grounded at the ends respectively, graphs c) and d) – when the line is grounded

at one end, graphs f) and e) – when the line is earthed at one or more points along this line.

When the number of grounding points on the OL changes, it is zero potential point position which changes on it. It is this particular feature that industrial safety rules (ISR) are determined by.

What risks does induced voltage involve?

This effect, though being uncommon, is considered to be more dangerous in comparison with running voltage as safety devices fail to react against it. If an employee dealing with this problem gets under induced voltage, he will remain affected until he gets free from it by himself or is evacuated. Under the running voltage impact, safety devices work well enough and electricity is switched off.

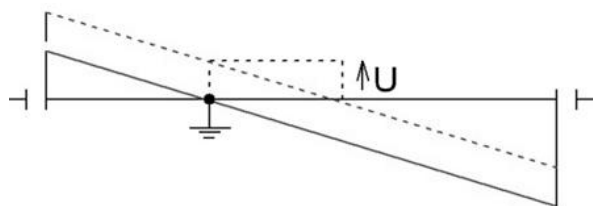


Figure 2 shows the voltage at the workplace when the line is ungrounded.

The purpose of this study is to find the safest and most informative measurement method of induced voltage in the networks which are served by MUE RCPDN.

Work tasks.

1. To select induced voltage measuring techniques for 10/0,38 KV networks
2. To choose induced voltage measuring devices for 10/0,38KV networks
3. To make clear procedural instructions on induced voltage measurement in 10/038KV network served by RCPDN

Theoretical considerations.

Induced voltage measurement must be performed at the points where induced voltage values are the highest, namely:

- at the beginning and the end of the overhead line;
- at the division points of the double-circuit overhead lines into single-circuit ones;
- at the points where overhead lines change their position towards each other;
- at the transposition points of the de-energized or induced OL (fig.3).

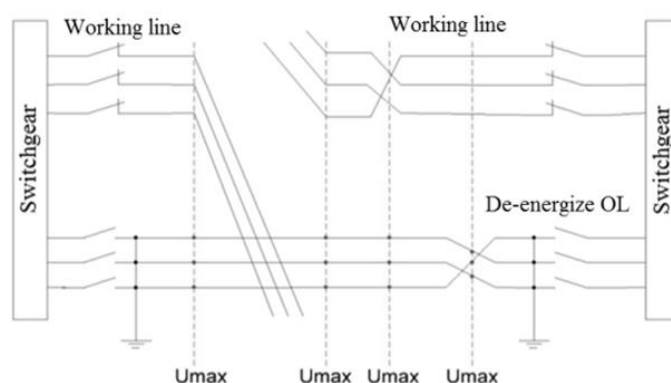


Figure 3 shows induced voltage maximum values.

At the moment there are no clear instructions in the established standards how to measure the induced voltage. Besides, the definition "Induced Voltage lines" contains some inaccuracy in particular in the part "in different networks of their grounding". Therefore, it is the engineering personnel of the enterprises who is responsible for making measurement procedural instructions as well as doing preliminary calculations.

There are different ways of defining induced voltage, [1-4] Consider two most popular ones widely used in electrical networks.

According to one of them measurements of induced voltage on de-energized OL are carried out in a usual mode of working line operation when power transmission is at its peak.

When the de-energized OL and COL are passing near some working lines, the main effect on the induced voltage values is generally exerted by the lines which are the nearest to the de-energized OL and COL, and in some cases by more distant lines having the highest load. [2, 4] Before measuring the overhead line, which is intended to be measured, must be de-energized and

grounded at the ends (in a switchgear-SWG) At the points of disconnection all the three OL phases must be earthed. In general, measurements on the de-energized OL are performed when all the three phases at the measuring points are simultaneously earthed, total portable grounding at the measuring points being connected to one and the same earth electrode. (fig.4)

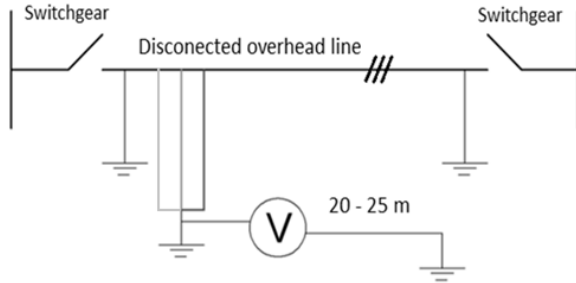


Figure 4.

Induced voltage is calculated by the following formula:

$$U_{i.max.} = U_{i.meas} \times \frac{I_{h.o.}}{I_{t.o.}}, \quad (1)$$

where – $U_{i.meas.}$ – measured induced voltage, V;
 $I_{h.o.}$ – the highest current of the operating OL, A;
 $I_{t.o.}$ – current of the operating OL at the time of measurement, A.

This method is difficult to use because it requires a more accurate definition of the impact of two or more induced lines as well as a more clear definition of induced voltage in each phase conductor. Besides, this method does not guarantee the required level of safety since, when the contact between the grounding conductor and the earth is broken, a strong current up to dozens kA is generated at the moment of measuring.

Consider another measuring method of induced voltage in different grounding networks [2, 3, 4].

OL is de-energized and grounded, portable grounding at workplace is installed (for safety purpose in preparation for a workplace), a switch and measuring devices are installed on the dielectric mat at the distance of 20 meters from the footing and other grounding devices, a measuring electrode is embedded into the ground, a network is set up.(fig.5)

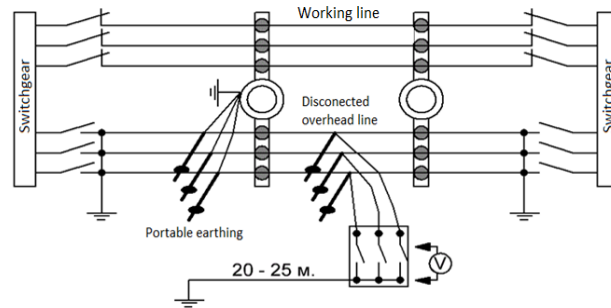


Figure 5 shows induced voltage measurement in different grounding networks.

Grounded test leads are connected to the OL wires, portable grounding installed at the workplace is switched-off, with the help of an insulated rod and a switch test leads grounding is de-energized and their alternate connection to measuring devices is established. The circuit with the highest induced voltage values is chosen from a number of grounded and ungrounded wires and measuring device connections.

To determine the induced voltage value under different OL grounded and ungrounded networks the following mode of operation is established:

1. Grounding is disconnected in the second switchgear (SWG) and the induced voltage measurement is made according to the ungrounded circuit in the second SWG;
2. Grounding is disconnected in the first SWG and measurements on the ungrounded overhead line is made with a kilovolt-meter;
3. Grounding in the first SWG is connected, induced voltage measurements are performed according to the ungrounded circuit in the second SWG;

Measurements on the overhead lines having more than two SWG are carried out in the same way.

At the end of the measurement the maximum induced voltage value $U_{i.meas}$ is calculated under the highest working current of the operating OL.

$$U_{i.max.} = U_{i.meas} \times \frac{I_{h.o.}}{I_{t.o.}}, \quad (2)$$

where – $U_{i.meas.}$ – measured induced voltage, V;
 $I_{h.o.}$ – the highest current of the operating OL, A;
 $I_{t.o.}$ – current of the operating OL at the time of measurement, A.

On passing the overhead line along some operating OL passageways:

$$U_{i.max.} = U_{i.meas} \times \frac{I_{\sum h.o.}}{I_{\sum t.o.}}, \quad (3)$$

where – $I_{\sum h.o.}$ is the sum of the maximum possible current values passing along the operating OL, A. which is calculated by the formula:

$$I_{\sum h.o.} = \sum_{i=1}^n I_{h.o.}, \quad (4)$$

where – $I_{\sum t.o.}$ is the sum of the maximum possible measured current values passing along the operating OL, A. which is calculated by the formula:

$$I_{\sum t.o.} = \sum_{i=1}^n I_{t.o.}, \quad (5)$$

To measure the induced voltage the second method will be used as it is more informative and meets safety requirements during the measurements.

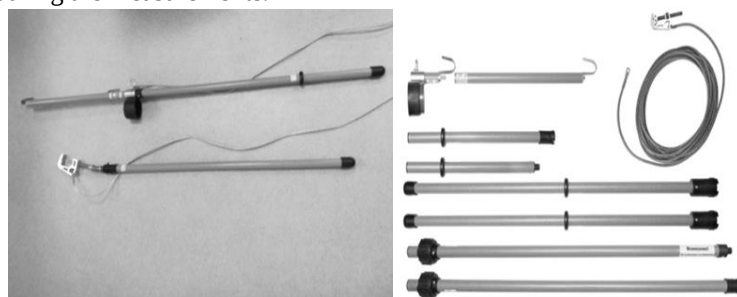


Figure 6 shows induced voltage measurement system with IVM-15.

The research given will be helpful when making a procedural instructions for the RCPDN personnel involved in the field of electrical engineering.

References

1. Bessonov L.A. Theoretical basis of electrical engineering: Electrical circuits: Textbook for students of electrical, power-engineering, instrumentation-technology specialties. -7th edition, revised and supplemented – M.; Higher School, 2008 - 258p.

Induced voltage measurement system (IVMS) and induced voltage meter (IVM-15) made in Russia may be used as a measuring device (fig.6) It is designed to measure root-mean-square values of alternating voltage with industrial frequency of 50 Hz generated on the de-energized towards the earth sections of electricity generating plants to guarantee personnel safety involved in overhead line operation.

This device represents a two-terminal network one of which is a probe with induced voltage meter (IVM-15) and the other is a contacting wire with a clamp fixed to the grounding electrode.

2. Organization standard "FGC UES": "Procedural instructions on induced voltage definition on disconnected overhead lines located near active overhead lines." M: OL – Spetsenergo, 2009, - 27p.

3. Inter-branch labor protection (safety rules) in electrical installation maintenance « 153-34.0-03.150-00», – Moscow: STOCK COMPANY "NC ENAS PUBLISHERS", 2003. – 180p.

4. Tselebrovsky U. "Safety of works on overhead lines under induced voltage" I&R edition "Electrical Engineering News" NSTU
URL:<http://www.news.elteh.ru/arh/2008/51/07.php> – 2018

DEVELOPMENT MICROPROCESSOR DEVICE MEASURING POWER FOR COMPUTER SYSTEMS MEASURE THE DISTANCE

Dudnik A.S.

*Candidate of technical sciences, associate professor
Associate Professor of the Department of Network and Internet Technologies
Kyiv National Taras Shevchenko University*

ABSTRACT

At the moment, wireless sensor networks are an important tool for researching the physical world. Their importance is connected with new possibilities of use, due to such characteristics of the BSM, as the lack of the need for cable infrastructure, miniature nodes, low power consumption, built-in radio interface, high enough computing power, relatively low cost. All this made possible their widespread use in many spheres of human activity in order to automate the processes of information gathering, monitoring, control over the characteristics of various technical and natural objects. At the same time due to the limited resources of individual nodes for solving many problems, the cooperative work of all nodes of the network is necessary for the achievement of the goal. One of these tasks is the task of locating nodes in a wireless sensor network with self-organization. It consists in determining the coordinates of individual sensors without the use of external infrastructure. The problem of localization has been researched in the past, as in many applications, information about the location of objects or people is important, and a large number of systems have been developed to address them. The most famous of them is the Global Positioning System (GPS). However, the GPS approach can not be applied to the BSM in connection with its requirements for the availability of a large number of additional infrastructure (for example, satellites). In this

study, it is proposed to apply a method of measuring the distance between objects, based on the measurement of signal strength. The structural scheme of microprocessor frequency meter, which allows to implement the given algorithm, is proposed. Future studies will explore some of the basic methods used by localization systems to estimate distances / angles. These methods include RSSI, ToA / TDoA, AoA, and communication ranges. The distance / angle estimation, identifies the distance or angle between the two nodes. Such assessments form an important component of localization systems, because they are used by position calculations, as well as by the localization algorithm.

Keywords: Wireless sensor network, localization, distance, microprocessor power meter, error.

The issue of this article is the study of a wireless sensor network in which it is proposed to use a microprocessor power meter that measures the power of signal reception as a magnitude that is the proximal distance between the objects of the sensor network.

Analysis of recent research and publications.

Issues of the study of information-measuring systems, including the study of technologies for modeling, control and interaction of computerized systems for measuring mechanical quantities (in particular, the distance between objects), are devoted to the work of modern scientists, among them:

- works [1-3], which are devoted to the measurement of the distance to the means of measuring equipment;
- works [4-8], devoted to the measurement of distance by means of wireless sensory networks;
- works [9-13], which, in addition to measuring the distance, are also devoted to the analysis of the characteristics of the sensory networks themselves.

In the paper [1], it is proposed to use the Internet to control the measuring head, but in the analysis and correction of the measurement results, the Internet does not take part. The content of work [2] is devoted to the development of analog interfaces of information measuring systems, but it does not consider the means of increasing their productivity. In [3], this refers to the correction of measurement errors through the information-measuring system, but it is proposed to use cable communication. In work [4] a general overview of existing technologies of sensor networks is conducted and only their weaknesses are analyzed. In papers [5, 6] localization algorithms are considered which can improve the process of measuring the distance between objects. The works [7, 8] consider the existing problems of the integration of sensor networks and the ways of their solution. Works [9-13] describe the localization methods used by satellite navigation systems, in particular, [13] also refers to energy-saving technologies for sensor networks.

Allocation of unresolved parts of a common problem.

In this paper, it is proposed to consider recommendations for the improvement of the technical characteristics of wireless sensor networks through the additional use of microprocessor power meters in the devices of the network. In order to improve the accuracy of the measurement.

The research objective is:

- Analysis of the distance measurement method based on the signal strength;
- Development of the principle of measuring power microprocessor and its block diagram.

Statement of the main material

Localization systems can be divided into three distinct components:

1. Distance or angle estimation: This component is responsible for assessing distance information and / or angles between two nodes. This information will be used by other components of the localization system.
2. Positioning calculation: This component is responsible for calculating the position of the node, based on available information of distances / angles and positions of nodes of the reference information.
3. Algorithm of localization: this is the main component of the localization system. It determines how the information available will be processed so that all or almost all of the BCM nodes evaluate their positions.

In addition, each component has its own purpose and methods of decision. They can be considered as under the localization area of the problem, which should be separately analyzed and studied.

Methods of determination of coordinates. The distance / angle estimation, identifies the distance or angle between the two nodes. Such assessments form an important component of localization systems, because they are used by position calculations, as well as by the localization algorithm.

Different methods can be used to evaluate such information. Some of them are very precise, but with an additional cost of equipment, while others are less accurate, but are already available on most nodes.

The following sections will examine some of the main methods used by localization systems to estimate distances / angles. These methods include RSSI, ToA / TDoA, AoA, and communication ranges.

Method of determination of coordinates on the basis of measuring signal strength. The most simple method of determining the range to the node is the indication of the received signal strength (Received Strength Signal Indication, RSSI). RSSI - in telecommunication, a device for measuring the signal strength level. The simplest circuits are designed to accept the input signal and form the analog output voltage (or the corresponding digital code obtained after applying this voltage to the ADC), proportional to the power of the received signal. You can use this metric to estimate the distance to the transmitter (from cell phones to the base station).

As a rule, the signal is measured at intermediate frequencies before the amplifier (for example, in cellular phones and other GSM devices). In devices that operate without intermediate frequencies, measurements are made at the main frequency [2].

Any wireless channel according to IEEE 802.15.4 (ZigBee) has a link quality indicator (Link Quality Indicator) function, which reduces to determining the

power of the received signal. The result of this measurement can be deduced, calibrated at a known distance and estimate the range to the source.

As shown in Figure 1, the node sends a signal with a certain force, which is reduced, as this signal is multiplied. The greater the distance to the receiver node, the lower the signal strength, at the receiver node.

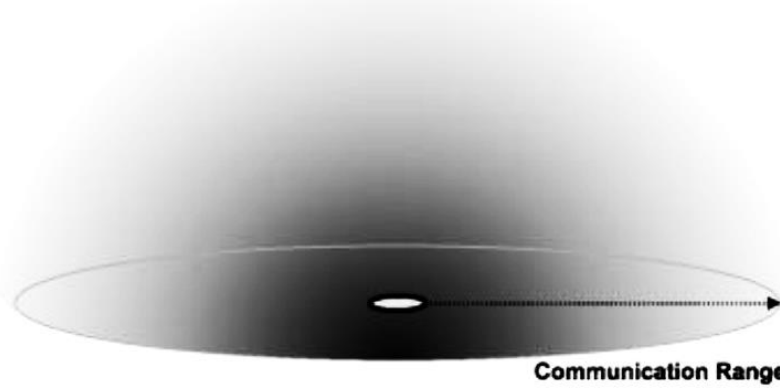


Figure 1. Reducing signal strength. The signal is sent with a certain power that decreases, theoretically, in proportion to the length of the distance

Traffic loss in distribution is best described by the model of losses on the free-propagation trail. The loss-free model on the free path assumes that the transmitting antenna is isotropic, that is, the transmitter emits energy of equal intensity in all directions, and there are no objects on the propagation pathway between the transmitter and receiver that could block the signal or create conditions for it. reflection It is also assumed that the transmission medium does not absorb energy.

The power received by the receiving antenna in the free space model is determined by the Friss formula for free space [3]:

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2 L}, \quad (1)$$

where P_t is the power transferred, $P_r(d)$ is the received power, which is the function of the distance between the transmitter and the receiver, G_t is the gain of the transmission antenna, G_r is the gain of the receiving antenna, λ is the signal wavelength, d is the distance between the transmitter and the receiver and L is the non-proliferation system loss factor.

One can see that the power of the received signal is back proportional to the square of the distance between the transmitting and receiving antennas. Consequently, if the distance between the transmitter and the receiver increases, the power of the received signal decreases. Equation 1 can be written as follows:

$$P_r(d) = \left(\frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d_0)^2 L} \right) \left(\frac{d_0}{d} \right)^2, \quad (2)$$

where d_0 - the marginal distance for the distant antenna area. Loss on the track, $PL(d)$ is the signal loss between the transmitting and receiving antennas and is defined as:

$$PL(d) = \left(\frac{(4\pi d_0)^2 L}{G_t G_r \lambda^2} \right) \left(\frac{d}{d_0} \right)^2. \quad (4)$$

This method has a number of significant constraints, since the signal level is a very variable parameter due to the influence of the following factors:

- Fast and slow damping of signals on the route due to changing conditions of radio wave propagation;
- Multi-beam propagation, due to reflections from various metal objects;
- Distribution of output power of transmitters and sensors of receivers;
- The influence of the antenna orientation on the irregularity of the directional diagram.

Also, this method, like others, has certain advantages and disadvantages. The main advantage is the low price, because most receivers are able to estimate the received signal strength.

The disadvantage of this method is that it is very subject to distortion and interference, resulting in higher errors in distance estimates. Some experiments, display errors from 2 to 3 m in scripts, where all nodes are placed in the field of the plane, 1.5 m from the base, and with a range of communications of 10 m [4].

Although RSSI shows some results in simulations and experiments, its use in real applications is not always justified. But, considering its low price, the use of this method has certain advantages. When using sophisticated and precise devices (for example, with better transmitters), RSSI is the most affordable distance / cost estimation technology.

To measure the power of the received signal of sensor network it is necessary to conduct current and voltage measurements. Most simply, schematically, this is realized by connecting current and voltage sensors through an ADC to a microcontroller, which monitors the instantaneous values of current and voltage at discrete moments of time. The accuracy of the measurements increases with the increase in the sampling

rate, which in turn leads to software complications, since signal processing (filtration, averaging) is carried out in real time. In addition, the lack of such systems is their relatively high cost.

An example of a power converter is the AD7750, a product-to-frequency converter, with an error of less than 0.3%, developed by Analog Devices. Figure 2 shows the block diagram of the AD7750 chip.

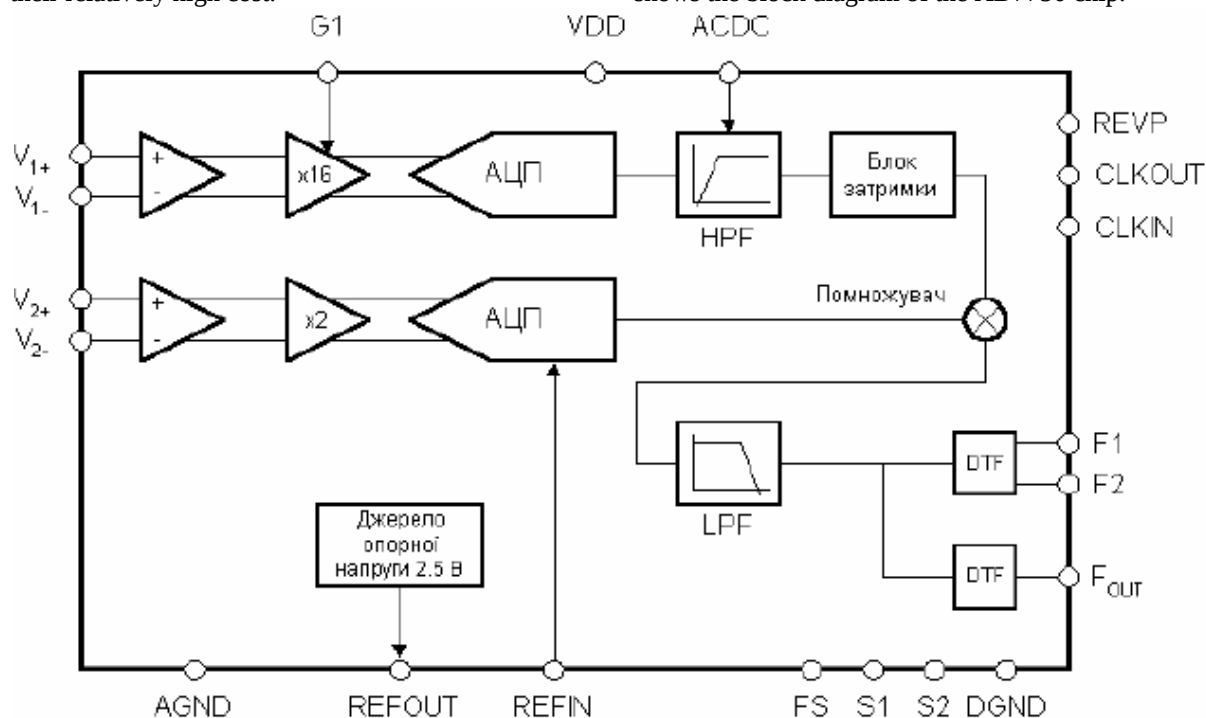


Figure 2 – The structural diagram of the transmitted and received power measurement device

The inputs of the current and voltage channels are differential. Each input is designed for a voltage of not more than 1V. The current channel to which the received power is given - $P_r(d)$, has an amplifier with a variable gain of G_r (1 or 16) simulating the receiving antenna, the voltage channel to which the transmitted power is fed - P_t , contains an amplifier with an amplification factor $G_t = 2$ simulating the transmitter antenna. After amplification, both signals transform ADC into numeric code and multiply. The high-frequency components are filtered by a digital low-pass filter LPF, then the power code is fed into the frequency converter (Digital to Frequency Converter, DTF).

To reduce the power measurement error due to the presence of a constant current component in the neutral wire, you can enable the current filtration mode with the high-pass filter HPF.

Conclusions and suggestions

The application of the method of measuring the distance between objects, based on the comparison of the power of the sent and received signal is substantiated.

The structural scheme of the device for measuring the power of the sent and received signal is proposed.

In further research, the distance measurement method based on the phase measurement will be projected, and the time of sending and receiving the signal is compared with the use of an ultrasonic pulse.

References

1. Kvasnikov V. P. Kontsepsiya povirky koordynatno-vymiryval'nykh mashyn cherez Internet

/ V. P. Kvasnikov, T. M. Khaeyn // Metrolohiya ta pryklady. – 2013. – # 6. – S. 48–53.

2. Kvasnikov V.P. Sposoby pobudovy analohovykh interfeysiv informatsiyno-vymiryval'nykh system mekhanichnykh velychyn / V. P. Kvasnikov, D. P. Ornat-s'kyy, T. P. Nichikova, I. V. Havrylov // Mizhnarodnyy naukovo-tekhnichnyy zhurnal «Vymiryval'na ta obchyslyval'na tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh». – 2013. – # 1. – S. 164–169.

3. Ornat-s'kyy D. P. Analohovyy interfeys dlya dystantsiynykh vymiryuvan' peremishchen' dyferentsial'no-transformatornykh induktyvnykh datchykamy / D. P. Ornat-s'kyy, M. V. Mykhalko, O. I. Osmolovs'kyy // Skhidno-Yevropeys'kyy zhurnal peredovykh tekhnolohiy. – 2014. – # 1/2 (67). – S. 52–57.

4. Akyildiz I. F. Wireless sensor networks: A survey. Computer Networks // IEEE Communications Magazine. – 2008. – P. 250.

5. Boukerche A., Oliveira H. Towards an integrated solution for node localization and data routing in sensor networks // In ISCC '17: 22th IEEE Symposium on Computers and Communications, Aveiro, Portugal, July 2017. – P. 449–454.

6. Boukerche A., Oliveira H., Nakamura E., A novel location-free greedy forward algorithm for wireless sensor networks // In Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Communications (ICC 2008), Beijing, China, May 2008.

7. Brooks R. R., Iyengar. S. S. Multi-Sensor Fusion: Fundamentals and Applications / R. R. Brooks, S.

S. Iyengar // Prentice Hall, Englewood Cliffs. – NJ. – 2009. – P. 120.\

8. Hofmann-Wellenho B., Lichtenegger H., Collins J. Global Positioning System: Theory and Practice, 14th edition // Springer-Verlag, Berlin. – 2013.

9. Intanagonwiwat C., Govindan R., Estrin D. Directed diffusion: A scalable and robust communication paradigm for sensor networks // In Proceedings of the 6th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom '00), Boston, MA, August 2008, ACM Press, New York, P. 56–67.

10. Niculescu D., Nath B. Ad hoc positioning system (aps) using aoa // I Proceedings of INFOCOM 2009, San Francisco, CA. – 2009. – P. 238.\

11. Priyantha N., Balakrishnan H., Teller S. The cricket compass for context aware mobile applications // In 17th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, Rome, Italy, July 2016. – P. 325.

12. Savvides A., Han C. Strivastava M. Dynamic fine-grained localization in ad-hoc networks of sensors

// In 7th ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, Rome, Italy, 2010. – P. 166–179.

13. Yu Y., Govindan R., Estrin D. Geographical and energy aware routing: A recursive data dissemination protocol for wireless sensor networks. Technical Report CSD-TR-01-0023, UCLA Computer Science Department, 2011.

14. He T., Huang C., Blum B. Range-free localization schemes for large scale sensor networks // In MobiCom '03: Proceedings of the 9th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, New York, 2011, ACM Press, New York. – P. 81–95. 83

15. Derivation of Friis Transmission Formula [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.antenna-theory.com/basics/friis.php>. The Friis Equation – Назва з титул. екрану.

16. Savvides A., Han C. Strivastava M. Dynamic fine-grained localization in ad-hoc networks of sensors // In 7th ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, Rome, Italy, 2010. – P. 166–179.

ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПАЛИВ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРИСАДОК

Роїк І.В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», асистент
Київ*

QUALITY IMPROVEMENT OF HYDROCARBON FUELS WITH USING MULTYFUNCTIONAL ADDITIVES

Roik I.V.

*National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Teaching Assistant
Kyiv*

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано сучасний ринок присадок до палива та розроблено компонентний склад паливних добавок на основі поверхнево-активних речовин та антиоксидантів. Було розроблено ряд добавок, які складаються з антиоксидантів різної хімічної природи та поверхнево-активних речовин. Паливна добавка за своїм компонентним складом є рослинного походження і біологічно розкладається. Вперше було отримано композиційну багатофункціональну присадку до бензину, яка складається з антиоксидантів з різною термічною стабільністю, і підтверджено синергізм їх дії. Виявлено, що використання добавок у визначеному діапазоні значень покращує експлуатаційні та екологічні властивості палива. Концентрація оксиду Карбону (II) CO знижується на 4-10 %, вміст вуглеводнів C_xH_y – на 3-6 %. Отримано зменшення споживання палива на 3-5 %.

ABSTRACT

It was developed some series of additives, which consist of antioxidants of different chemical nature and surfactants. This technology is a fuel additive of vegetal origin and biodegradable, thus resulting in a renewable and inexhaustible source of energy due to its vegetal origin. For the first time, it was obtained the multifunctional fuel additive that consists of antioxidants with different thermal stability and it was determine the synergetic effect of their action. It was found that using of the additives in determined volume diapason significantly improves operational and environmental properties of fuels. The concentration of carbon monoxide (II) CO reduced by 4-10%, total hydrocarbons C_xH_y by 3-6%. There was also a reduction of fuel consumption by 3-5%.

Ключові слова: автомобільний бензин, присадки, антиоксиданти, поверхнево-активні речовини, витрата палива.

Keywords: automobile gasoline, additives, antioxidants, surfactants, fuel consumption.

PROBLEM STATEMENT. The reduction of global oil reserves and high prices on traditional motor fuels and the ever-increasing requirements to exhaust emissions of engines require measures to reduce the consumption of petroleum products and improve their quality. Most fuels such as gasoline, kerosene (jet fuel), gas oil (diesel fuel) and fuel oil have drawbacks which do not allow their long term storage, make difficult transportation and even usage. About 20 properties of fuels can be improved, maintained or imparted new beneficial characteristics by adding of small amounts of certain chemicals named *fuel additives*.

ANALYSIS OF RECENT RESEARCH AND PUBLICATIONS. Rapid growth of the cars fleet and its inconsistency to current European standards cause increasing of energy consumption and, consequently, cause air pollution by emissions of carbon monoxide, nitrogen oxide, hydrocarbons, etc. Therefore, the problem of reducing the negative impact of transport on the environment is of high importance. Among the existing methods of reducing the concentration of harmful exhaust gases emissions of internal combustion engines that run on gasoline, one of the most promising is the use of additives to fuel (Nikitina et al., 2010) [1, p.6].

Fuel additives are added in very small concentrations: from several ppm to several thousands ppm. It is important that additives which improve some properties should not deteriorate other properties of fuels and its quality in general. The main types of additives, which are used in hydrocarbon fuels, are showed at the table 1.

Fuel additives are organic substances soluble in fuels: antifoams, anti-icing additives, anti-knock additives, antioxidants, antistatic additives, anti-valve seat recession additives, biocides, cetane improvers, combustion chamber deposit modifiers, corrosion inhibitors, demulsifiers, deposit control additives, detergents, diesel fuel stabilizers, drag reducing agents, dyes and markers, leak detector additives, lubricity improvers, metal deactivators, and wax anti-settling additives.

Fuel additives are chemical substances that are added to gasoline, diesel and other fuels to impart or improve some properties (Danilov, 2000). It is known several types of widely used additives such as:

- octane-enhancing additives (improve octane ratings);
- anti-oxidants (inhibit gum formation, improve stability);
- metal deactivators (inhibit gum formation, improve stability);
- deposit modifiers (reduce deposits, spark-plug fouling and preignition);
- surfactants (prevent icing, improve vaporization, inhibit deposits);
- reduce NOx emissions;
- freezing point depressants (prevent icing);
- corrosion inhibitors (prevent gasoline corroding storage tanks);
- dyes (product colour for safety or regulatory purposes).

The main types of additives, which are used in hydrocarbon fuels, are showed at the table 2.

Leading players of this industry have been profiled with their recent developments and other strategic industry activities. These include, The Lubrizol Corporation (U.S.), Innospec Inc. (U.S.), Afton Chemical Corporation (U.S.), Infineum International Ltd (U.K.), Fuel Performance Inc. (FPS) (U.S.), BASF Corporation (Germany), Cerion Energy (U.S.), Chevron Oronite Company LLC (U.S.), Cummins Filtration Inc. (U.S.), Chemtura Corporation (U.S.), Total Petrochemicals and Refining (France), Evonik Industries AG (Germany), Dorf-Ketal Inc.(India), and Albemarle Corp (U.S.).

Innovation is an on-going requirement in the fuel additives business, often driven by legislation which changes the specification of fuels (not only automotive fuels) or demands the use of higher quality fuels. Reduction of sulfur content in middle distillate fuels, for example, has led to the need to develop lubricity additives to protect diesel injector pumps. In another instance, there may be the need to develop a new and enhanced multi-functional additive package (possibly including novel additive components) to enable vehicle fuel economy to be improved while minimizing the emission of regulated exhaust pollutants. Growth in the demand for diesel exhaust particulate filters, for example, has spurred the development of fuel borne catalyst additive products to assist on-board filter cleaning, or regeneration, of the particulate filter.

To avoid peroxide production after the refinery process a specific antioxidant additive should be added on fuel. The antioxidants generally used are based on hindered phenols in a range of concentration 10–20 mg/ml (M. Bernabei et al., 2000) [2, p. 235-241].

Antioxidants (inhibitors of fuel oxidation). Gasoline, jet fuel and diesel fuel contain unstable unsaturated hydrocarbons (olefins and diens) which can polymerize and form gums. The gums are carried forward into the engine system, and can lead to its malfunctioning and breakdown. In addition, olefins and diens containing in gasoline react more readily with dissolved oxygen than the other classes of hydrocarbons. The chain of oxidation reactions can result in formation of hydroperoxides (ROOH) and peroxides (ROOR') in fuels [4, p. 56-60].. They are highly oxidizing agents resulting in increase of corrosiveness of fuel. Such problems (to stabilize the fuel and reduce the tendency for gum to form) can be avoided by injection of antioxidant chemicals. An antioxidant is a molecule that inhibits the oxidation of other molecules.

Oxidation can produce free radicals which can start chain of oxidation reactions in fuels. Antioxidants work by interrupting this chain of reactions (removing free radical intermediates), preventing the formation of hydroperoxides, peroxides, soluble gums, or insoluble particulates.

Table 1

Types of additives to hydrocarbon fuels	
Type	Treat Level
Wax anti-settling additives	100-200 mg/kg
Antifoam additives	2 - 10 mg/kg
Anti-valve seat recession additives	100 - 200 mg/kg
Pipe line drag reducing agents	2 - 20 mg/kg
Diesel detergency additives	10 - 200 mg/kg
Demulsifiers	3 - 12 mg/kg
Diesel flow improvers	50 - 1000 mg/kg
Deposit control additives	100 - 1000 mg/kg
Lubricity improvers	25 - 400 mg/kg
Anti-static additives	1 - 40 mg/kg
Diesel stabilisers	50 - 200 mg/kg
Anti-icing additives	0.1 - 2 vol %
Corrosion inhibitors	5 - 100 mg/kg
Combustion chamber deposit modifiers	50 - 400 mg/kg
Metal deactivators	4 - 12 mg/kg
Anti-oxidants	8 - 100 mg/kg
Dyes	2 - 20 mg/kg
Lead anti-knock additives	0.15 g Pb/l max
Cetane improvers	100 - 1000 mg/kg

Antioxidants do this by being oxidized themselves instead of fuels. Antioxidants are often reducing agents, such as hindered phenols, aromatic amines and diamines, or mixtures of aromatic diamines (e.g., phenylenediamines) and alkyl phenols. Antioxidants became more important in the 1970s when increased the concentrations of olefin compounds in fuels. Antioxidants are the biggest gasoline additives. They are also used in aviation gasoline, jet fuel, diesel fuel, and biofuel. Prior to now antioxidants were injected as close as possible to producing of fuels at oil refineries [5, p. 201-210]. However, nowadays it is clear that nothing to hurry to inject them.

So, the analysis of the literature has showed the expediency of developing multifunctional additives for hydrocarbon fuels which would improve their physical and chemical properties, prevent the formation of deposits, and promote energy conservation and air quality improvement.

The purpose of the research is to investigate the influence of multifunctional additives based on antioxidants on hydrocarbon fuels characteristics.

EXPERIMENTAL PART AND RESULTS OBTAINED. Antioxidants significantly slow down the fuel degradation process. According to their mode of action, antioxidants could be classified into various groups: free radical terminators, metal ion chelators capable of catalyzing lipid oxidation, or as oxygen scavengers that react with oxygen in closed systems. Free radical terminators are considered primary antioxidants, which react with high energy lipid radical and convert them into thermodynamically more stable products. Phenolic antioxidants (AH) are recognized as free radical terminators and these are mostly used antioxidants. Secondary antioxidants work by impeding the rate of chain initiation by decomposing the hydroperoxides (I.M. Rizwanul Fattah et al., 2014.) [3, p. 356-370].

Table 2

Composition of Multifunctional additives		
№	Antioxidants	Surfactants
1	2,6-ditretbutyl-4-methylphenol	Non-ionogenic: 1) Ethoxylated fatty alcohol $(R = C_{14}-C_{16})$ 2) DEA of rapeseed oil $(R = C_{12}-C_{18})$ Ionogenic: Ammonium oleate
2	N-Methyl-N,N-bis-(3,5-di-4-tretbutyl hydroxybenzyl)amine	
3	2,2'-Methylene-bis-(4-methyl-6-tretbutylphenol)	
4	4-isononyl-2-(aminomethyl-3',5'-dytretbutyl-4'-hydroxyphenyl)phenol	
5	4,4'-Dioktyldiphenylamine	

It was developed some series of additives, which consist of antioxidants of different chemical nature and surfactants (tabl. 2) [6]. It is important that these surfactants are made of renewable sources. This technology is a fuel additive of vegetal origin and biodegradable, thus resulting in a renewable and inexhaustible source of energy

due to its vegetal origin. Usage of these additives to gasoline is an effective method of preventing formation of deposits in the fuel system, and preserving factory engine setting, and eliminates the pollutants emissions.

It has been selected a number of antioxidants, which differed in thermal stability (Tabl. 3).

Table 3

Thermal stability of antioxidants of different chemical classes			
№	Name of antioxidant	Temperature of losing mass, °C	
		10 %	50 %
1	2,6-ditretbutyl-4-methylphenol	110	140
2	N-Methyl-N,N-bis-(3,5-di-4- tretbutylhydroxybenzyl) amine	195	230
3	2,2'-Methylene-bis-(4-methyl-6-tretbutylphenol)	215	254
4	4- Isononyl -2-(aminomethyl -3',5'-ditretbutyl- 4'-hydroxyphenyl)phenol	203	287
5	4,4'-Dioktyldiphenylamine	205	290

Besides, the effect of additives on the combustion processes has been studied. Reaction of cold flame oxida-

tion for samples of gasoline A-95, with developed additives (0,5 % vol.) is presented on graphs (Fig.1) [7, p. 12-16].

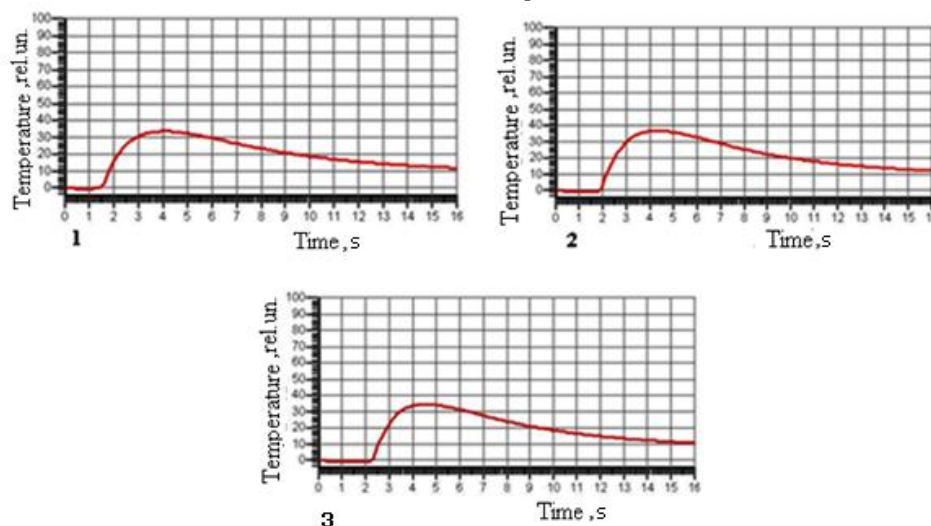


Figure 1 – Reaction of cold flame oxidation for samples of gasoline A-95, with developed additives (0,5 % vol.) (1 - 2,6-Ditretbutyl-4-methylphenol; 2 - N-Methyl-N, N-bis-(3,5-di-4-tretbutylhydroxybenzyl)amine; 3 - 4,4'-Dioktyldiphenylamine)

It was observed that the induction period of fuel depend on the thermal stability of antioxidants. The higher is the stability of antioxidants – the higher induction period. This, in turn, contributes to the completeness of combustion and lower exhaust emissions. The effect of additives on the combustion processes has been studied.

CONCLUSIONS. The results of the research confirmed that the additive for fuels that contains 4,4'-Dyoktyldifenilamin as an antioxidant in the amount of 0,1 % vol. increases the induction period from 1,45 seconds to 2,25 seconds. According to these results the components of the hydrocarbon fuel additive were chosen (Roik et al., 2014). Laboratory studies of gasoline grade A-95 without and with different concentrations (0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.15% vol.) of additives showed that the basic physical and chemical performance of gasoline meets standard Ukrainian requirements. In addition, it was found that using of the additives in determined volume diapason significantly improves operational and environmental properties of fuels. The concentration of carbon monoxide (II) CO reduced by 4-10%, total hydrocarbons - by 3-6%. There was also a reduction of fuel consumption by 3-5%. This allows us to modify the fuel with the improvement of its operational and environmental properties. So, the analysis and research has showed the expediency of developing multifunctional additives for hydrocarbon fuels which would improve their physical and chemical properties, prevent the formation of deposits, promote energy conservation and air quality improvement.

References

1. Nikitina, E., Pavlov, D. (2010) "Detergents for Gasoline – Step-by-Step. The History of Developmen", Scientific and Technical Journal "World of Oil Products. The Oil Companies' bulletin", no. 1, pp. 3-9.
2. Bernabei, M., Bocchinfuso, G., Carrozzo, P., Angelis, C. (2000) "Determination of phenolic antioxidants in aviation jet fuel", Journal of Chromatography A 871, pp. 235-241.
3. I.M. Rizwanul Fattah et al. (2014) "Effect of antioxidants on oxidation stability of biodiesel derived from vegetable and animal based feedstocks", Renewable and Sustainable Energy Reviews, no.30, pp. 356-370.
4. Obadijah A, Kannan, R, Ramasubbu A, Kumar (2012) "Studies on the effect of antioxidants on the long-term storage and oxidation stability", Fuel Process Technol, no. 99, pp. 56-63.
5. Bolland J, Ten Have P. Kinetic studies in the chemistry of rubber and related materials. The inhibitory effect of hydroquinone on the thermal oxidation of ethyllinoleate. Trans Faraday Soc, no.43, pp.201-210.
6. Roik, I., Vasylykevych, O., Stepsnov, M., (2014) Gasoline Additive which contains high temperature antioxidants. Patent UA 93246.
7. Roik, I., Vasylykevych, O., Stepsnov, M., Bondarenko S. "Evaluation of influence of multifunctional additives on operational and technical parameters of petrol", Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no. 6(63), pp.12-16.

VOL 1, No 28 (2018)

Sciences of Europe
(Praha, Czech Republic)

ISSN 3162-2364

The journal is registered and published in Czech Republic.
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 12 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Chief editor: Petr Bohacek

Managing editor: Michal Hudecek

- Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva
- Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic
- Smirnova Oksana K., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze
- Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)
- Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice
- Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)
- Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- Kozachenko Artem Leonidovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci
- Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)
- Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: info@european-science.org

Web: www.european-science.org