



Sciences of Europe

VOL 1, No 36 (2019)

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

PHARMACEUTICAL SCIENCES

***Veliyeva M.N., Mekhraliyeva S.J.,
Musayeva A.E., Kuliyeva E.A., Veliyev P.M.***
ELABORATION OF NEW FORMS OF COSMETOLOGY
MEANS ON THE BASIS OF NATURAL RAW MATERIALS
OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN 3

***Kompancev V.A., Kompancev D.V.,
Privalov I.M., Gutnova T.S.***
INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF REDUCING
THE NEGATIVE INFLUENCE OF COFFEE IN
COMBINATION WITH BIOLOGICALLY ACTIVE
SUBSTANCES 8

***Shevchenko A.M., Kalbazova E.V.,
Starokozhko L.E.***
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF SUPPOSITORIES
WITH EXTRACT LEAVES HYMNEMA FOREST 13

PHYSICS AND MATHEMATICS

Dalinger V.A.
SUMMATION OF DEGREES OF NUMBERS OF A
NATURAL ROW BY MEANS OF ARITHMETIC
PROGRESSIONS WITH VARIABLE DIFFERENCES 15

***Rysin A.V., Rysin O.V., Boykachev V.N.,
Nikiforov I.K.***
THE PARADOXES OF THE COMPTON EFFECT FROM
THE POINT OF VIEW CLASSICAL ELECTRODYNAMICS
AND QUANTUM MECHANICS 19

Chochiev T.Z.
THE NONLINEAR EQUATION OF THE THIRD
ORDER 31

TECHNICAL SCIENCES

Azizov T., Orlova O., Nagaichuk O.
TORSIONAL STIFFNES OF REINFORCED I-BEAMS WITH
MULTIPLE REINFORCEMENT WITH NORMAL
CRACKS 35

***Uryvsky L., Moshynska A., Osypchuk S.,
Kyrashchuk V.***
IOT SOLUTIONS RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR
WIDE RANGE APPLICATIONS 40

Shvets V.A.
RADIO RECEIVER FOR THE MONITORING OF THE
RADIONAVIGATION FIELD OF GLOBAL NAVIGATING
SATELLITE SYSTEMS 54

***Yuldasheva R.E., Kamolova Yu.M.,
Taubaldiev A.***
BIOETHICAL ASPECTS OF THE IMPLEMENTATION OF
COMPUTER SOFTWARE FOR HEARING IMPAIRED
CHILDREN IN UZBEKISTAN 65

PHARMACEUTICAL SCIENCES

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ФОРМ КОСМЕТОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ АЗЕРБАЙДЖАНА

Велиева М.Н.

академик МАН,

*доктор фармацевтической наук,
профессор, зав. кафедры фармацевтической
технологии и организации фармации
Азербайджанский Медицинский Университет,
г.Баку, Азербайджан.*

Мехралиева С.Дж.

*доцент кафедры фармацевтической
технологии и организации фармации
Азербайджанский Медицинский Университет,
г.Баку, Азербайджан.*

Мусаева А.Э.

*докторант кафедры фармацевтической
технологии и организации фармации
Азербайджанский Медицинский Университет,
г.Баку, Азербайджан.*

Кулиева Э.А.

*старший преподаватель кафедры фармацевтической
технологии и организации фармации
Азербайджанский Медицинский Университет,
г.Баку, Азербайджан.*

Велиев П.М.

*кандидат медицинский наук, полковник,
начальник медицинский службы
Министерства Чрезвычайных Ситуации Азербайджана*

ELABORATION OF NEW FORMS OF COSMETOLOGY MEANS ON THE BASIS OF NATURAL RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Veliyeva M.N.

Mekhraliyeva S.J.

Musayeva A.E.

Kuliyeva E.A.

Veliyev P.M.

Azerbaijan Medical University

АННОТАЦИЯ

Природа Азербайджана богата и разнообразна. Наряду с богатейшей растительной флорой, минеральные и животные ресурсы полностью позволяют создавать полезные и очень эффективные фармацевтические и косметические средства. На основе солодки голой – природного растительного богатства Азербайджана были впервые разработаны новые косметологические формы различного назначения: кремы, бальзамы, гели, шампуни, укрепители для волос, красители волос, сухие духи, ароматизаторы пользующиеся особой популярностью среди потребителей. На все разработанные косметические средства утверждена соответствующая нормативная документация. Эта продукция может быть полезна для масштабного производства в любой стране.

ABSTRACT

The nature of the Republic of Azerbaijan is rich and various. Along with the richest herbal flora, mineral and animal resources completely allow to create useful and very effective pharmaceutical and cosmetics means. Firstly on the basis of licorice – natural herbal richness of the Republic of Azerbaijan the new cosmetology forms with different purposes were being elaborated: creams, balms, gels, shampoos, hair improvement mean, the dyes of hair, dry aromatic alcohol, fragrances enjoying special popularity among consumers. All being elaborated cosmetics approved with the corresponding standard documentation. These products can be useful for large-scale production in any country.

Ключевые слова: косметологические средства, гипоксия кожи, эластичность кожи.

Keywords: cosmetology means, skin hypoxia, elasticity of skin.

Актуальность. Использование косметических средств, природного происхождения, для лечебных целей, была и есть проблема актуальная.

В настоящее время номенклатура лечебно-косметологических средств, разнообразна. Особую актуальность приобретают новые косметологические формы с включением в их состав компонентов натуральных веществ.

Издавна в составе косметологических средств используются различные экстракты растительного, минерального и животного происхождения, полученные рациональными фармацевтическими способами с использованием в качестве экстрагентов воды и водно-спиртовых смесей; густыми экстрактами, масляными экстрактами, а также экстрактами полученными с использованием двухфазных смесей (6). Известно, что экстракты, используемые в косметологических лекарственных средствах, содержат более высокие концентрации действующих компонентов.

В последние годы наблюдается отчетливая тенденция практическая использования в качестве экстрагентов растворителей, являющихся компонентами косметологических средств (2).

Принято считать, чтонутрицевитическая ценность любой среды, которая взаимодействует с клеточной субстанцией, образуется из составляющих: макроэлементов (Na, K, Ca, Mg), микро- (Cu, Zn, Fe), ультрамикроэлементов (Co, Ni), аминокислот (низкомолекулярные пептиды), витамины, углеводы (моносахара - глюкоза, фруктоза), гормоны (факторы роста) и липидов (5).

Отсутствие по минимуму одной из этих групп, в составе питательной среды при процессе культивирования клеток вне организма, нарушает механизм питания и нарушает процесс деления клеток.

Известно, что концентрация витаминов в предложенных кремах влияют на базальные клетки, которые формируют эпидермис. Как следствие повышенной концентрации, может являться ухудшение состояния клеточной системы, снижение механизма скорости деления базальных клеток, так и связанное с этим, и увеличение толщины верхнего рогового слоя эпидермиса, повышается вероятность фиксации морщин. Результатом таких обработок кожи может быть только ускорение процессов ее старения (3).

Люди в процессе старения постепенно теряют волосы, неизбежно изменяется их цвет, выявляются количество морщин, кожа теряет эластичность, снижается тонус мышц, нарушаются слух и зрение, а также, снижаются интеллектуальные способности.

Известно, что каждая клетка имеет ядро, внутри которой находятся хромосомы. Которые состоят из длинных цепей ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), которые несут в себе необходимый материал для образования новых клеток, предназначенных для реставрации старых тканей, либо для дальнейшего роста человека. Данный процесс начинается с того, что молекула ДНК образует свою копию внутри клетки (по типу амплификации). После образования копии создаются два

набора хромосом, которые расходятся к противоположным краям клетки по типу механизма деления клеток (мейотического). Клетка медленно отходит в стороны и делится на две отдельные клетки, как правило каждая с отдельным набором хромосом. Далее этот процесс повторяется в геометрической прогрессии. Этот процесс хватает только для замещения тех клеток, которые время от времени отмирают, либо для замещения поврежденных. Иными словами можно сказать, что в процессе деления клеток после сотни делений, избыточные концы теломера цепи ДНК становятся всё короче и короче, настолько короткими, что полностью исчезают. Можно сказать, что теряется качество клеток волос: происходят изменения цвета и текстуры, снижается их количество.

Бесспорно, что генетический фактор играет очень важную роль в данном процессе, однако не следует сбрасывать со счетов и фактор гипоксии кожи, а также и ее последствий. Следует отметить и фактор незначительного нарушения кровообращения кожи лица и другие объективные причины, отрицательно влияющие на данный процесс.

Предложенная нами серия косметологических средств помогает регенерации, кожа становится эластичной, может быть рекомендована для включения в различные терапии для пациентов.

В настоящем исследовании приводятся экспериментальные данные применения фитокомпонентов в лечебно-косметологических средствах как активные компоненты, применяемые в удобных формах лечебной косметики.

Целью настоящей работы явилось разработка новых форм косметологических средств на основе полученных масляных, водно-спиртовых и водных экстрактов растительного, минерального и животного сырья, и изучение их терапевтической активности.

Результаты и обсуждение. Анализ проведенных исследований ассортимента интернет-аптек, выявил, что номенклатура и ассортимент широко используемых лечебно-косметологических средств с нативными экстрактами весьма разнообразен.

Известно, что основные лечебно-косметологические средства подразделяются на лосьоны, мыла, маски, скрабы, кремы косметологические; дезодорирующие косметологические средства; косметологические средства пеномующего назначения: шампуны, гели, пены последующего ухода за волосами, бальзамы, ополаскиватели, парфюмерные средства, декоративная косметика; косметологические средства по уходу за полостью рта и зубами; косметологические средства декоративного назначения по уходу за кожей; за волосами; за ногтями (13).

Учитывая высокую потребность населения в тех или иных лечебно-косметологических средствах, нами предварительно был проведен анализ предложений, зарубежных, отечественных производителей, представленных на их официальных сайтах (3).

Параллельно было проведено исследование касательно литературного анализа получения различных экстрактов биологически активных веществ известными растворителями и их комбинациями

(11). Затем нами были систематизированы косметологические лекарственные формы Швейцарской компании «Vivasan», пользующиеся наибольшей популярностью на азербайджанском косметологическом рынке, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

№	Наименование продукта	Вид экстракта
Ароматические масла		
1.	Масло "ЛИМОН"	Фитоэкстракт лимона
2.	Масло "АПЕЛЬСИН"	Фитоэкстракт апелсина
3.	Масло "ЛАВАНДА"	Фитоэкстракт лаванда
4.	Масло "МЯТА ПЕРЕЧНАЯ"	Фитоэкстракт мята перечная
5.	Масло "РОЗМАРИН"	Фитоэкстракт розмарина
6.	Масло "ТИМЬЯН"	Фитоэкстракт тимьяна
7.	Масло из трав № 31	Комплекс фитоэкстракт
8.	Масло "ЭВКАЛИПТ"	Фитоэкстракт эвкалипт
9.	"Ойкасол"	Комплекс фитоэкстракт
10.	Масло Базилик сладкий	Фитоэкстракт базилика
11.	Масло Фенхель	Фитоэкстракт фенхеля
12.	Масло Герань	Фитоэкстракт герани
13.	Масло Мелисса лимонная	Фитоэкстракт мелисса лимонная
14.	Масло Шалфей мускатный	Фитоэкстракт шалфей муската
15.	Масло Пачули	Фитоэкстракт пачули
16.	Масло Можжевельник	Фитоэкстракт можжевельника
17.	Масло Иланг-Иланг	Фитоэкстракт иланг-иланга
18.	Масло Жасмин	Фитоэкстракт жасмина
19.	Масло Жожоба	Фитоэкстракт жожоба
20.	Масло Авокадо	Фитоэкстракт авокадо
Серия крема		
21.	VJ Очищающий гель	
22.	VJ Пилинг	
23.	VJ Тоник	
24.	VJ Маска	
25.	VJ Дневной крем	
26.	VJ Ночной крем	
27.	VJ Ампулы	
28.	VJ Гель для век	
Серия для ванн и душа		
29.	Эссенция «Тимьян»	Экстракт тимьяна
30.	Эссенция «Мелисса»	Экстракт мелисса
Серия Сан Актив		
31.	Крем «Сан-Актив»	
32.	Соль для ванн «Сан-Актив»	
33.	Шампунь «Сан-Актив»	
Серия для ног		
34.	Крем для ног	
35.	Соль для ножных ванн	
36.	Бальзам для ног	
Лечебные кремы		
37.	Крем «Календула»	Экстракт календулы
38.	Крем «Можжевельниковый»	Экстракт можжевельника
39.	Крем «Тимьян»	Экстракт тимьяна
40.	Крем для рук	
41.	Гель «Бодифреш»	
42.	Крем лавандовый	Экстракт лаванды
43.	Набор кремов	
По уходу за телом		
44.	Функциональное масло для кожи	
45.	Гель после бритья	
46.	Миндальное очищающее молочко	

47.	Дезодорант Део-плюс	
48.	Гель «ДЕО ИНТИМ»	
По уходу за волосами		
49.	Шампунь для сухих волос	
50.	Шампунь от перхоти	
51.	Бальзам для волос	
52.	Ампулы для волос	
Антицеллюлитная линия		
53.	ФИТОГЕЛЬ антицеллюлитный	
54.	ФИТО АМПУЛЫ антицеллюлитные	
55.	ФИТО КРЕМ для бюста	
56.		

На кафедре фармацевтической технологии и управления фармации в Азербайджанского Медицинского Университета ведутся научные исследования по разработке лекарственных и парафармацевтических, в том числе и косметологических форм.

Разработаны ряд лечебно-косметологических средств, которые представлены в магистерских и кандидатских диссертациях (2007; 2010; 2016; 2017; 2018; 2019) на которые утверждены нормативно-правовые документы. Представлены к производству лечебно-косметологические крема на основе солодки голой, гель-коллоидная композиция на основе хитозана, янтарной кислоты и глицирама с противовоспалительной активностью, лечебные шампуни на основе сухого экстракта солодки; лечебный крем на основе глицирризиновой кислоты;

лечебно-косметологический крем на основе промышленных отходов винограда, природные красители для волос и средства укрепления волос, сухие духи, ароматизаторы, губные помады, которые завоевали авторитет среди производителей косметологических средств.

Впервые на основе лекарственных растений: солодка голая, софора японская, календула лекарственная и клевер луговой оптимальными технологическими методами получены фитоэкстракты на основе которых разработан гель «Глисотрикал» с ранозаживляющим и действием противоожоговым для лечения кожных заболеваний (Патент АЗ№ а 20080067). Состав геля «Глисотрикал» предполагает I – III композиций (таблица 2).

Таблица 2.

Гелевый состав «Глисотрикал»а по композиции

Компоненты	I – композиция, гр.	II – композиция, гр.	III – композиция, гр.
Сумма БАВ	3,0	3,0	3,0
Экстракт прополиса	1,0	1,0	1,0
Хитозан	5,0	5,0	5,0
Цинк оксид	0,5	0,5	0,5
Глютаминовая кислота	2,0	2,0	2,0
Сорбит	3,0	3,0	3,0
ПЭГ-400	3,0	-	-
Этиловый спирт 70%	0,5	0,5	0,5
Глицерин	-	3,0	-
Твин-80	-	-	3,0
Эфирное масло лаванде	0,25	0,25	0,25
Нипагин	0,0825	0,0825	0,0825
Нипазол	0,0225	0,0825	0,0825
Вода очищенная	81,0	81,0	81,0

Определен оптимальный состав гелевой композиции – III. Выявлены некоторые технологические показатели геля: pH – 5,5-6,0, температура каплепадения – $75,0 \pm 1,07^0$ C; динамическая вязкость $890 \pm 3,37$ сПз: фармакологические исследования на интактных кроликах и моделях. Сравнительные термических и химических ожогов выявили, что применение гели «Glysotrical» способствует ускоренного процесса заживления соответственно в течение суток $24,2 \pm 0,11$ и $19,2 \pm 0,1$ ($p < 0,01$). Таким образом, представленная как новая форма лечебно-косметологического средства в форме гели, вполне

пригодна для широко промышленного производства.

Нами для профилактики и лечения тяжелого кожного хронического инфекционного заболевания псориаза разработана в форме лечебного наружного средства мазь состоящая из густого экстракта солодки, шрота солодки, масла чайного дерева, дегтя березового, салициловой кислоты, настойки йода, нафталина белого очищенного обладающая высокой регенерирующей активностью, разглаживает кожные покровы, и способствует заживлению. Данная лечебная мазь была апробирована на добровольцах больных псориазом разной степени тяжести в таблице 3 приведены.

Таблица 3.

Сведения динамики индексов псориазных больных

Индексы	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
I PASI	14,6	3,6	14,8	2,0
II DLQI	26,7	8,3	25,9	6,6

Все больные псориазом, помимо лечебной мази, получали дополнительную витаминотерапию и седативные препараты. Время лечения составило от 3 недель до 1,5 месяца. Таким образом, разработанный нами препарат обладает высокой противовоспалительной активностью.

Известно, что проблема лечения выпадении волос очень сложная, так как причин, вызывающих облысения очень много. Нами для лечения женского облысения, для укрепления волос разработано средство, на основе водного экстракта лекарственных растений, хитозана, салициловой кислоты, которая прекрасным укрепляющим, противовоспалительным действием. В качестве лекарственных растений выбраны кора дуба, корни и корневища солодки, листья шалфея. Каждый из этих растений использовался для укрепления корня волос, но в совокупности их в виде концентрированного экстракта с добавлением хитозана и салициловой кислоты впервые представлен нами ().

Апробирование на добровольцах женщинах этого состава, позволило заключить о положительном эффекте лечебного средства: в усилении обмена веществ в коже головы, улучшении кровообращения, насыщения корней волос питательными веществами, уменьшении сухости кожи, кондиционирование кутикулы волос и стимулирование их роста.

Для окрашивания волос представлен состав из надземной части солодки голой, зеленой кожуры грецкого ореха, листьев шалфея, листьев айвы в соотношении 3:3:2:2:2. Оптимальной технологией получения водного фитоэкстракта с последующим их ступением получен состав природного красителя обладающего также укрепляющим, противовоспалительным, нормализующим жировые железы, а также способствующим усиленному росту волос ().

Для профилактики и лечения алопеций и себорей у мужчин и женщин разработан лечебно-косметологический шампунь, на основе сухого экстракта солодки голой – 0,5 гр., жидкий экстракт хвощи – 2 мл, масло чеснока – 0,8 мл, масло лопуха – 2 мл, натрия лаурилата сульфата – 15,0 гр., натрия хлорида – 2,0 гр., глицерин – 5,0 гр., метил целлюлоза – 1,0 гр., Д-пантенол – 2,0 гр., лимонная кислота – 0,5 гр., салициловая кислота – 0,06 гр., эфирное масло чайного дерева – 0,7 мл, глина – 25 гр., вода очищенная остальное. Микробиологические исследования было выявлено, что лечебно-косметологических шампуня обладает антифунгальное действия. Рациональными способами фитотехнологии разработана фитокомпозиция из корней солодки голой, листьев шалфея лекарственного и чая

китайского из которой двухфазной экстракцией получен лечебно-косметологический крем «Глитеса», на который разработаны Временная Фармакопейная статья и получен Евразийский Патент № 025061 от 30.10.2016 г. Выявлено достоверная эффективность крема при различных дерматологических заболеваниях (пемфигус, псориаз) а также его противоожоговая активность (Автореферат Маммедова А.Э.).

На основе промышленных отходов винограда изабелла розовая, широко культивируемого в Азербайджане разработан лечебно-косметологический крем. Предварительно их отходов: семян и гребней винограда были получены масло винограда и фитоэкстракт, на основе этого ценного сырья с дополнительным использованием пчелиного воска, глицерина, витамина Е, эмульгатора №1, метилцеллюлоза, ароматизатора АК-044, нипагина и очищенной воды, были получены различные композиции фитокремов, названные серия «Изабелла». На фитоэмульсионный крем «Изабелла» разработаны нормативные документы в форме Временной Фармакопейной статьи и национального патента: Patent i 20130002 от 23.01.2013.

Фармакологическими исследованиями доказаны их ранозаживляющие и противовоспалительные активности а также способности разглаживания морщин.

Для расширения потребительского сектора с различными типами волос и различных возрастных групп, расширение ассортимента средств по уходу за волосами, обладающих комплексным действием с улучшенными смягчающими, регенерирующими, противовоспалительными и антисеборейными свойствами при одновременном сохранении их целевых свойств на основе солодки голой и бесцветной хны. Средство для ухода за кожей головы и корнями волос на основе бесцветной хны, запаренной горячим отваром лекарственных растений на основе розмарина, соцветия ромашки, крапивы, содержит смесь порошка солодки голой с бесцветной хной при соотношении солодка голая: хна бесцветная 1:2 и в отвар дополнительно вводят корень лопуха, корень и корневище солодки голой, взятых в равных количествах, а при использовании средства для сухих волос добавляют 1-2 мл масла расторопши.

Выводы:

1. На основе природного растительного сырья Азербайджана современными способами фитотехнологии получены различные экстракты, для которых проведены изучения норм качества с утверждением соответствующей нормативно-

технической документации в виде фармакопейной статьи и патентов национальных и Евразийских.

2. С использованием фитоэкстрактов разработаны ряд новых лечебно-косметологических форм в виде масла, лосьонов, гелей, кремов, мазей, шампуней, красителей волос, укрепителей волос, сухих духов и ароматизаторов.

Литература

1. Валиева М.Н., Валиев П.М., Халилова Т.Ш. Разработка косметологической фармацевтической продукции на основе солодки // Современные достижения Азербайджанской Медицины. Квартальный научно-практический журнал. Баку, №4, 2011, с. 157-159.
2. Валиева М.Н., Гейдарова Р.М., Азимова Г.З., Гасанов Г.Г., Валиев П.М. Средства для ухода за кожей головы и корнями волос на основе смеси солодки голой с хной бесцветной. Евразийский Патент № 026684 от 31.05.2017
3. Валиева М.Н., Гейдарова Р.М., Мусаева А.Э., Евдаев А.Я., Валиев П.М. Средства против выпадения волос на основе лекарственных растений. Заявка на евразийский патент № 201400801/26 от 09.07.2014
4. Валиева М.Н., Мехралиева С.Дж., Мамедов Б.С. Лечебно-косметический шампунь против выпадения волос и себореи. Заявка на Евразийский патент 201700387 от 22.08.2017
5. Валиева М.Н., Халилова Т.Ш., Валиев П.М. Разработка лечебно-косметических средств на основе природного сырья. Природный цеолит в медицине, 2010, SWB, Borqas; с. 254-271.
6. ГОСТ Р 17237-93. Изделия парфюмерно-косметологические. Информационная для потребителя. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 2000, 9с.
7. Двадненко М.В., Привалова Н.М., Носова М.В., Макачук О.Н., Суховарова И.Б. Влияние косметических средств на кожу человека // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009, № 4, с. 99-0;
8. Евсеева С.Б., Сасуев Б.Б. Экстракты растительного сырья как компоненты косметических и наружных лекарственных средств: ассортимент продукции, особенности получения (обзор) // Журнал Фармация и фармакология, г. Пятигорск, 2016 том IV, №3, с. 4-38.
9. Мамедова А.Э., Валиева М.Н. Лечебно-косметический эмульсионный крем. Евразийский Патент № 25061 от 30.11.2016
10. Kərimova Z.K. Çəhrayı izabella üzümünün sənaye tullantılarından müalicəvi-kosmetoloji məlhəmin alınma texnologiyasının işlənilib hazırlanması. Əcz. üzrə fəlsəfə diss. avtoreferatı, Bakı, 2016, 22 s.
11. Mehraliyeva S.C. Bəzi çoxkomponentli bitki yığıntıları əsasında dərman formalarının alınma texnologiyasının işlənilib hazırlanması və onların bioəczaçılıq xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi. Əcz. üzrə fəlsəfə diss. avtoreferatı, Bakı, 2009, 22 s.
12. Vəliyeva M.N. Biyan və onun təbii təbii. Bakı, 2012, 265s.
13. Vəliyeva M.N. Müalicəvi-kosmetoloji dərman vasitələri. Kosmetologiya, Dərslik, Bakı, 2017, 390s.
14. Vəliyeva M.N., Mehraliyeva S.C. Əczaçılıq texnologiyası. (Dərmanların sənaye texnologiyası) Dərslik. I və II hissə, 2012, 381s.; 375s.
15. Vəliyeva M.N., Musayeva A.E. Saçların boyanması üçün vasitə. Patent İ 2017 0019, 10.05.2017
16. Xəlilov E.N., Vəliyeva M.N., Xəlilova T.Ş., Vəliyev P.M. Kosmetik vasitə. Patent İ 2010 0088 07.10.2010

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF REDUCING THE NEGATIVE INFLUENCE OF COFFEE IN COMBINATION WITH BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

**Kompancev V.A.,
Kompancev D.V.,
Privalov I.M.,
Gutnova T.S.**

*FGBOU VO Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute –
branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia*

ABSTRACT

Caffeine, chemically classified as a xanthine alkaloid, is the most commonly consumed psychostimulant in the world. It helps to increase concentration, improve memory and physical performance. Caffeine, having positive inotropic and chronotropic effects, affects the cardiovascular system and the central nervous system with stimulation of motor activity. Like other chemicals, caffeine can cause an overdose. Side effects of caffeine are: tachycardia, arrhythmia, insomnia, nausea, vomiting, anxiety, agitation. Caffeine is contraindicated in glaucoma, arterial hypertension, diabetes, insomnia, atherosclerosis.

The proposed review is devoted to the urgent problem of modern pharmacy - to reduce the negative effects of caffeine, by combining it with other biologically active substances. The article gives information on possible combinations with biologically active substances, which neutralize the side effects of caffeine and enhance the overall therapeutic effect.

Keywords: caffeine, pharmacodynamics, biologically active substances, medicines, side effects

Abbreviations

BP - blood pressure
BAS - biologically active substances
GIT - Gastrointestinal tract
CNS - central nervous system

Caffeine is a natural bio-stimulator from the group of methylxanthines, which is contained in more than 60 species of plants. The most common sources of caffeine are tea leaves, coffee beans, cola nuts, cocoa pods, and coffee seeds.

Caffeine has a multistep effect on the metabolism of our body, blocking adenosine receptors, stimulating the release of dopamine, norepinephrine and glutamate, helping to mobilize intracellular calcium and inhibiting phosphodiesterase and enhancing glycogen phosphorylase activity [1, 2].

Materials and methods. This conceptual review was carried out using a set of retrospective, perspective and transversal studies studying the mechanisms of interaction of the analyte with various classes of biologically active substances, the potentials for potentiating the therapeutic effect, minimizing side effects, and the possibility of creating new drugs based on it.

An electronic search was conducted in the following specialized information databases: It-medical, PubMed, Medsite (medical records and e-books), INFORMA healthcare, Scientific Electronic Library e-library.ru, Excerpta Medica Database (EMBASE), VINITI RAS, PsycINFO since its inception of these databases until July 1, 2018.

The search included publications in any language. Search terms were "caffeine", "interaction", "pharmacodynamics", "biologically active substances", "drugs", "side effects" in the title, annotations and keywords. In the reference lists of all found articles, searches were performed to find previously unidentified literature of a given topic.

More than 800 relevant sources were reviewed, and 15 potentially acceptable articles were selected and analyzed in detail by the results of a manual search of reference lists.

Results and discussion. All potential effects of caffeine at the cellular level are determined by three mechanisms of action: antagonism of adenosine receptors, especially in the central nervous system; mobilization of intracellular calcium storage; phosphodiesterase inhibition.

Consider the main aspects of the effects of caffeine on the central nervous system. According to most researchers, caffeine affects cognitive functions, stimulates mental activity, activates mental and physical performance, enhances attention concentration, wakefulness, reduces reaction time [3, 4]. In low concentrations, it stimulates locomotor activity; in high doses, caffeine causes an anxiogen-like effect [5].

For the excitation of the nervous system of the weak type, small doses of caffeine are enough; for a strong type, higher doses are necessary. Analeptic activity and influence on the spinal cord within the framework of a given problem should not be considered,

since This effect is expressed in large doses and has limited use [6].

Caffeine in a certain range of concentrations is used as a coadjuvant to potentiate the analgesic effect.

At the same time, the development of tolerance to caffeine, which is partial and reversible, is possible [7].

Based on the foregoing, caffeine is used to stimulate mental activity, with fatigue, migraine, and hypotension. It is a component of many combined drugs. For example, the use of caffeine as an additive reduces the amount of acetaminophen by 40%, with the same therapeutic effect [8]. Therefore, combinations of caffeine with other drugs are not only a proven way to increase the effectiveness of therapy, but also help to reduce the negative impact on the body of the entire drug as a whole.

Before considering the possible options for combining caffeine, we will focus on the side effects of its use.

Caffeine has several effects on the cardiovascular system. High doses of a substance primarily induce antagonism of adenosine and phosphodiesterase inhibition, which manifests itself in positive inotropic and chronotropic effects, and a subsequent increase in heart rate, and an improvement in conductivity [9, 10].

This causes the direct pacing effect of caffeine. Parallel stimulation of caffeine sodium-potassium-ATPase increases the negative membrane potential of the cell, which leads to an increased risk of ventricular arrhythmias. Caffeine in high concentrations causes supraventricular and ventricular ectopic strokes, atrial fibrillation, this causes flutter and arrhythmia [11]. В ряде исследований указано на то, что высокие дозы кофеина и низкие уровни эстрогенов могут действовать синергически, оказывая сосудоуживающее действие на коронарные артерии.

Caffeine therapy causes tachycardia (its peripheral action prevails), sometimes reflex bradycardia is possible, therefore it is advisable to combine the use of caffeine simultaneously with anti-hypoxic and anti-ischemic compounds (glycine, taurine, ginkgo biloba extract). It is necessary to include in the caffeine-containing preparations salts of potassium and magnesium, the ions of which contribute to the normalization of the work of the myocardium. With coronary artery disease, myocardial infarction and stroke, the therapeutic effect of caffeine is minimal. A number of studies have argued that regular consumption of caffeinated beverages reduces the risk of mortality from cardiovascular diseases in elderly patients [12].

The effect of caffeine on blood pressure depends on its baseline. If we have a normal baseline blood pressure, then caffeine either does not change it, or does not significantly increase it. If the drug is introduced on the background of hypotension, pressure normalizes.

In this regard, the combination of caffeine with plant adaptogens, which are used for hypotension, seems to be promising, which allows to slightly reduce the dose of caffeine and, consequently, the severity of adverse reactions.

Caffeine stimulates the body's metabolic processes, increasing glycogenolysis, causing hyperglyce-

mia (these effects are negative for people with diabetes). At the same time, plant adaptogens enhance glycolysis, promote early activation of aerobic oxidation processes, and increase the conjugacy of oxidation and phosphorylation. This allows the use of plant adaptogens (primarily aralia) in patients with diabetes mellitus, which smooths out the severity of hyperglycemia when using caffeine [1, 13].

Caffeine increases lipolysis, reducing the body's dependence on the use of glycogen, stimulating the activity of hormone-sensitive lipase and inhibiting the activity of glycogen phosphorylase.

High concentrations of free fatty acids in the blood for a long time have a toxic effect on the beta cells of the pancreas, inhibiting the secretion of insulin. At the same time, cells of other organs are involved - cardiomyocytes, hepatocytes, initiating damage and chronic dysfunction. It is possible to reduce the severity of lipolysis caused by caffeine by combining caffeine with other agents. High doses of caffeine release adrenaline from the adrenal medulla, causing oxidative stress. Adding vitamin E, phytoadaptogens, selenium, helps to increase stress resistance and inhibits the processes of peroxidation.

Caffeine reduces the effectiveness of the action of vitamins B, PP, thereby decreasing the content of iron, potassium, zinc, calcium in the body.

It is possible to correct this by the addition of missing vitamins and elements.

When considering the use of caffeine at the same time as vitamins, macro- and microelements, it is necessary to consider not only the variants of their compatibility (both pharmaceutical and pharmacological), but also compatibility with the used excipients.

The absorbability of the active substance is significantly influenced not only by its physicochemical properties (molecular size, solubility, stability, degree of ionization, ability to chelate and complexation, etc.), but also the created dosage form (for example, disintegration of tablets, presence of different nature of excipients) and others.

The combination of drugs often alters the absorption of substances in the gastrointestinal tract (GIT). When considering possible combinations of caffeine with various compounds, it is necessary to consider their compatibility in the process of absorption. A frequent reason for the decrease in absorption is the direct interaction of drugs in the intestinal lumen as a result of the occurrence of inactive chelate formations, or complexones. Chelating agents include orally administered drugs that release calcium and magnesium ions. These drugs easily form complexones with cardiac glycosides, indirect anticoagulants, sulfonamides, phenylbutazone and salicylates.

There is no evidence in the literature that compounds containing calcium and magnesium reduce the absorption of caffeine. In this regard, we consider it necessary to correct violations of the electrolyte composition caused by caffeine by introducing into the caffeine tablets calcium and magnesium compounds (for example, magnesium asparaginate).

In our opinion, a promising combination of caffeine with magnesium, which will allow to level side

effects and increase therapeutic. It is known that one of the most important effects of magnesium is the inhibition of excitation processes in the cerebral cortex (which should be considered as particularly valuable in the treatment of caffeine). Magnesium is involved in many metabolic reactions of energy exchange, such as the formation, accumulation, transfer and utilization of energy, free radicals and their oxidation products. Therefore, this element largely determines the normal functioning of the nervous system and is very important for the functioning of the central nervous system (CNS). Magnesium is a universal regulator of biochemical and physiological processes in the body, existing as a cofactor for more than 300 enzymes, including and is part of numerous enzymes of the nervous and glial tissues of glutamine synthetase, glutamine-cysteine synthetase, and cholinesterase. Currently, medicine uses a number of drugs based on magnesium ion. These include magnesium sulfate, magneron, magne B6, magnesol, asparkam, cardiomagnyl, magnesium citrate, etc. Magne B6 is a preparation based on a complex of magnesium and vitamin B6 (pyridoxine).

In our opinion, the creation of sublingual caffeine-containing tablets opens up certain prospects. A number of facts can be presented in favor of this proposal, incl. and the fact that caffeine is well absorbed from the mouth. The thin epithelial layer of the oral mucosa, which is well vascularized, and the physicochemical properties of caffeine itself contributes to absorption. Considering this method of administration, it is possible to offer a combination of caffeine with glycine, which is widely used in medicine as tablets for resorption in the oral cavity (glycine tablets "Biotic" 100 mg each).

Another problem that is quite acute when taking caffeine is an increase in the secretory activity of the stomach and, as a result, the development of heartburn in the consumer. However, the joint use with generally accepted caffeine antacids is not possible, because "Classic" antacid agents can enhance the motility of the stomach and form complexes, so their effect on the absorption of many drugs is almost unpredictable. Some drugs, such as Almagel, on the surface of the mucous membrane form a layer that complicates the absorption of drugs. In this regard, it is possible to recommend the use of caffeine simultaneously with glycine, which has a mild antacid effect and is devoid of the many side effects of antacids. In order to reduce the negative effect of caffeine on the gastrointestinal tract, it is possible to consider the use of caffeine with vegetable astringents, such as calamus rhizome. In addition, it is proposed to focus on bismuth nitrate mainly, which is able to protect the gastric mucosa from irritation with hydrochloric acid and further destruction by proteolytic enzymes. This compound is widely used in gastroenterology in the form of combined means "Vikalin" and "Vikair".

In the case of the use of caffeine in asthenia, it is considered expedient to combine it with phytoadaptogens, which, as is well known, possess a complex of valuable properties that increase the resistance and non-specific resistance of an organism to adverse effects.

Adaptogens are especially highly effective for heavy physical exertion and overwork. As with the intake of caffeine, during the first hour after administration, an unstable ergogenic effect occurs, completely disappearing after a few hours and requiring repeated use of the drug. Thus, they have similar pharmacokinetic parameters, primarily the rate of onset of the effect and its duration [14].

It is necessary to cite another fact in favor of the combination of caffeine with adaptogens - this is a significant increase in attention and memory, those effects for the sake of which people often resort to caffeine-containing drinks.

When choosing a dose of adaptogen in combination with caffeine, it is advisable to use the course method with small doses. The supercompensation phase is achieved gradually, an individual dose adjustment is required 2-3 times. The shock method with large dosages with a combination of caffeine with an adaptogen should not be used, in our opinion.

When taking adaptogen may increase blood pressure, potassium levels in the blood, nervous excitability. These side effects, as in the case of caffeine, are valuable and positive (increased blood pressure, activation of the central nervous system). And the increase in potassium in the blood will allow to correct the violation of electrolyte metabolism caused by therapy with caffeine.

Separately, it is necessary to consider the possibility of a combination of caffeine with pantocrin. The complex of biologically active substances of pantocrin has a pronounced stimulating effect on the activity of the nervous and cardiovascular systems. In addition, pantocrine has a large number of micronutrients needed by the person. Introduction of pantocrin allows to compensate for the violation of the microelement composition, which provokes the use of caffeine. The fact that it increases the body's specific reactivity also testifies to the use of pantocrine.

Achievements of molecular biology and fundamental neurochemistry made it possible to obtain unique data on the role of taurine and the mechanisms of its action. Taurine stabilizes cell membranes, modulates calcium transfer, and is capable of conjugating to xenobiotics, retinoic acid and bile salts. Taurine protects membranes either by detoxifying destructive compounds or by directly preventing changes in permeability. Taurine is used for epilepsy, ischemia, obesity, diabetes, hypertension and neurodegeneration in the elderly. Taurine in combination with caffeine is able to speed up metabolism, increase concentration, increase mental activity and prevent drowsiness [15].

Despite the apparent contradictions of the joint use of the psychostimulant caffeine with neurotransmitter acid of the inhibitory type of action of glycine, this combination deserves special attention. Glycine is the main inhibitory neurotransmitter for fast synapses in the spinal cord, has a neurotransmitter effect, eliminates the symptoms of excessive arousal and normalizes the processes of inhibition, has a neuroprotective effect with increased excitability of the central nervous system. The main indications of the joint use of caffeine with glycine is neurasthenia and neurosis. This allows

us to consider the combination of caffeine with glycine appropriate.

Ginkgo biloba contains a rich complex of biologically active substances (BAS): flavonol and flavone glycosides, diterpene lactones, ginkgolides, sesquiterpenes, superoxide dismutase ascorbic acid and catechin. Studies on the pharmacological activity of ginkgo biloba extract have shown that, similar to caffeine, flavone glycosides contained in ginkgo biloba, which are the main active ingredient, have the ability to inhibit the enzyme phosphodiesterase, which leads to a decrease in arteriole tone and an increase in blood flow. A number of studies emphasize that flavonoid glycosides can reduce damage to endothelial cells due to free radical oxidation, thereby reducing the progression of atherosclerosis. The other side of the action of a BAS extract of ginkgo biloba is associated with improved cerebral circulation due to: increased blood flow, suppression of the action of platelet activating factor, changes in the metabolism of the neuron. Ginkgo biloba is considered as an inexpensive option for the prevention of cognitive decline in elderly patients.

Moreover, the high efficacy of Ginkgo biloba preparations is combined with the safety of their use. Combined use with caffeine will allow to obtain a more pronounced therapeutic effect with lower concentrations of the components.

Since caffeine activates adrenaline rush, it can trigger the development of oxidative stress. In this regard, it is advisable to combine with caffeine such antioxidant compounds as selenium and vitamin E.

Selenium blocks the action of free radicals, protecting the contents of the cell from destruction. This not only improves the functioning of tissues and organs, but is also an excellent prevention of aging of the body, cardiovascular and oncological diseases.

Vitamin E is widely used as an antioxidant and is closely related to the trace element selenium. The intake of these two components is strictly proportional, 25 µg of selenium should be in every 200 units of tocopherol, which ensures maximum effectiveness of the latter.

Promising in our opinion is the combination of caffeine with the general tonic drug - apilak. Apilak - royal jelly which contains an extensive complex of biologically active substances, including components such as vitamins (C, B12, B8, B6, B5, B2, B1, H, inositol, folic acid), mineral elements (potassium, sodium, calcium, magnesium, phosphorus, iron), 23 amino acids, among which there are essential amino acids: valine, tryptophan, histidine, methionine.

Similarly to caffeine, it is indicated for arterial hypotension, recommended for asthenic conditions, physical overload, during the period of social adaptation. The rich composition of BAS apilak not only replenishes the caffeine's reduced effectiveness of the action of vitamins B, PP, but also replenishes the mineral and amino acid pool in the body. This allows us to consider this combination as expedient for creating a drug that has a general strengthening effect, stimulating the work of the whole organism, helping to get rid of constant fatigue and drowsiness.

Conclusion of the article. A number of approaches have been proposed for correcting possible side effects associated with prolonged use of caffeine. When selecting possible compounds for combinations, the scientific validity and feasibility of their use, as well as their pharmacological compatibility, were taken into account.

A special place was given to phytoadaptogens, since they have unique properties that are not only similar in pharmacological effects to caffeine, but also complement and, in some cases, correct its negative effects.

Thus, based on the analysis, we can recommend the following concepts for the combined use of caffeine:

1. Use with electrolytes and trace elements in order to compensate for the deficiency caused by caffeine therapy (iron, potassium, zinc, calcium).
2. Use with phytoadaptogens (Aralia, Rhodiola, etc.).
3. Use with pantokrin - an adaptogen of animal origin and a source of trace elements.
4. Use with neurotransmitter amino acids: glycine and taurine.
5. Application with ginkgo biloba extract
6. Use with antioxidants: selenium and vitamin E.
7. Use with bismuth nitrate and airway in order to reduce the negative effect of hydrochloric acid on the walls of the stomach.
8. Application with apilak.

References

1. Sivolap Yu.P., Damulin I.V. Caffeine: a beneficial psychoactive substance? *Vopr. dietol. (Nutrition)*. 2017; 7(1): 42-46 (In Russ)]. <https://doi.org/10.20953/2224-5448-2017-1-42-46>
2. Budney A.J., Brown P.C., Griffiths R.R., Hughes J.R., Juliano L.M. Caffeine Withdrawal and Dependence: A Convenience Survey Among Addiction Professionals. *J. Caffeine Res.* 2013; 3: 67-71. <https://doi.org/10.1089/jcr.2013.0005>
3. Budney A.J., Lee D.C., Juliano L.M. Evaluating the Validity of Caffeine Use Disorder. *Curr Psychiatry Rep.* 2015; 17(9): 74. <https://doi.org/10.1007/s11920-015-0611-z>
4. Cornelis M.C., Toward systems epidemiology of coffee and health. *Curr Opin Lipidol.* 2015; 26(1): 20-29 <https://doi.org/10.1097/MOL.0000000000000143>
5. Panza F., Solfrizzi V., Barulli M.R., Bonfiglio C., Guerra V., Osella A., Seripa D., Sabb? C., Pilotto A., Logroscino G. Coffee, tea, and caffeine consumption and prevention of late-life cognitive decline and dementia: a systematic review. *J Nutr Health Aging*. 2015; 19(3): 313-28 <https://doi.org/10.1007/s12603-014-0563-8>
6. Richards G., Smith A., Caffeine consumption and self-assessed stress, anxiety, and depression in secondary school children. *J Psychopharmacol.* 2015; № 29(12): 1236-47 <https://doi.org/10.1177/0269881115612404>
7. Rusconi A.C., Valeriani G., Carluccio G.M., Majorana M., Carlone C., Raimondo P., Ripa S., Marino P., Coccanari de Fornari M.A., Biondi M. Coffee consumption in depressive disorders: it's not one size fits all. *Riv Psichiatr.* 2014; 49(4): 164-71 <https://doi.org/10.1708/1600.17452>
8. Solfrizzi V., Panza F., Imbimbo B.P. et al. Coffee Consumption Habits and the Risk of Mild Cognitive Impairment: The Italian Longitudinal Study on Aging. *J Alzheimers Dis.* 2015; 47(4): 889-99 <https://doi.org/10.3233/JAD-150333>
9. Arendash G.W., Cao C. Caffeine and coffee as therapeutics against Alzheimer's disease//*J-Alzheimers-Dis.*2010. Suppl. 1. S117-126 <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-091249>
10. Flaten V., Laurent C., Coelho J.E. et al. From epidemiology to pathophysiology: what about caffeine in Alzheimer's disease? // *Biochem-Soc-Trans.* 2014; 42 (2): 587-592 <https://doi.org/10.1042/BST20130229>
11. Kolahdouzan M., Hamadeh M.J. The neuroprotective effects of caffeine in neurodegenerative diseases//*CNS-Neurosci-Ther.* 2017; 23 (4): 272-290 <https://doi.org/10.1111/cns.12684>
12. Eddarkaoui S., Derisbourg M. Beneficial effects of caffeine in a transgenic model of Alzheimer's disease-like tau pathology//*Neurobiol-Aging.* 2014; 35 (9): 2079-2090 <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2014.03.027>
13. Nabbi-Schroeter D., Elmenhorst D., Oskamp A. et al. Effects of long-term caffeine consumption on the adenosine A1 receptor in the rat brain: an in vivo PET study with CPFPX//*Mol-Imaging-Biol.* 2018; 20(2): 284-291 <https://doi.org/10.1007/s11307-017-1116-4>
14. Andruhovich D.A. Adaptogens: history and perspectives of use. // *Molodezh' v nauke i tvorchestve: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii obuchayushchihsya: sbornik nauchnykh statej v 2 chastyah. – Gzhel': izd-vo GGU 2016.* Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27303245>. Accessed July 05, 2018. (In Russ.)]
15. Ovsepyan L.M., Zaharyan G.V., Melkonyan M.M., Zaharyan A.V. The effect of taurine on oxidative processes with edema of the brain. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. C.S. Korsakova.* 2015; 115(5): 64-67. 2017; 7(1): 42-46 (In Russ)]. <https://doi.org/10.17116/jnevro20151155164-67>

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУППОЗИТОРИЕВ С ЭКСТРАКТОМ ЛИСТЬЕВ ГИМНЕМЫ ЛЕСНОЙ

Шевченко А.М.

*Пятигорский медико-фармацевтический институт
филиал Волгоградского государственного медицинского университета, г. Пятигорск*

Калбазова Е.В.

*Пятигорский медико-фармацевтический институт
филиал Волгоградского государственного медицинского университета, г. Пятигорск*

Старокожко Л.Е.

*Ставропольский государственный медицинский университет
г. Ставрополь*

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF SUPPOSITORIES WITH EXTRACT LEAVES HYMNEMA FOREST

Shevchenko A.M.,

*Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - a branch of the Volgograd State Medical University,
Pyatigorsk*

Doctor of Pharmacy, Professor

Kalbazova E.V.,

*Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - a branch of the Volgograd State Medical University of ,
Pyatigorsk*

graduate student

Starokozhko L.E.

*Stavropol State Medical University, Stavropol
Doctor of Medical Sciences, Professor*

АННОТАЦИЯ

Известно использование гимнемы лесной для лечения и профилактики сахарного диабета II типа. Для исключения влияния горького вкуса, пищеварительных ферментов и pH желудочно-кишечного тракта при приеме пероральных препаратов гимнемы, предложена ее ректальная лекарственная форма - суппозитории. Целью работы является разработка состава и исследование физико-химических свойств предложенных суппозиторий.

ABSTRACT

It is known to use forest anthems for the treatment and prevention of type II diabetes. To exclude the influence of bitter taste, digestive enzymes and the pH of the gastrointestinal tract when taking oral hymnas, its rectal dosage form is proposed - suppositories. The aim of the work is to develop the composition and study of the physico-chemical properties of the proposed suppositories.

Ключевые слова: Суппозитории, густой экстракт гимнемы лесной, метод реперколяции с завершенным циклом, густой экстракт солодкового корня, полиэтиленгликоль 6000

Keywords: Suppositories, thick extract of forest anthems, complete cycle repercolation, thick extract of licorice, polyethylene glycol 6000

Общая распространенность, особая социальная значимость сахарного диабета, тяжесть и длительность его течения, склонность к осложнениям привлекает пристальное внимание практической медицины и является основанием для поиска новых эффективных и безопасных средств для его лечения и профилактики. Одним из наиболее эффективных растений, используемых для лечения и профилактики сахарного диабета II типа является Гимнема лесная, которая оказывает инкретиномиметическое действие (т.е. восстанавливающее β -клетки поджелудочной железы). Однако препараты гимнемы (экстракт, таблетки) обладают резко выраженным горьким вкусом, что ограничивает их пероральное применение. Поэтому актуальным становится создание ректальной лекарственной формы, такой как суппозитории. Важное значение при этом имеет исключение влияния пищеварительных ферментов и pH желудочно-кишечного

тракта. Ранее нами были предложены суппозитории с густым экстрактом солодкового корня на полиэтиленгликолевой основе [1]. По аналогии с предложенным составом нами решено дополнить предложенный состав густым экстрактом гимнемы лесной.

Целью настоящей работы является разработка состава и исследование суппозиторий, включающих густые экстракты листьев гимнемы лесной и корней солодки голой.

Материалы и методы. Густой экстракт гимнемы лесной готовили путем экстракции листьев гимнемы лесной 50% спиртом методом реперколяции с завершенным циклом в батарее из 4-х перколяторов, с последующим упариванием под вакуумом при температуре не выше 60°C до влажности не превышающей 25%. Суппозитории получали методом выливания в ячейки, сформованные из ПВХ ленты на автомате «Sarong»/ Полученные

суппозитории подвергались оценке по физико-химическим и технологическим показателям согласно требованиям Государственной фармакопеи XIV издания (ОФС.1.4.1.0013.15) (однородность на срезе, растворение, твердость) [2]. Определение твердости полученных суппозиториях проводили на приборе SBT фирмы «Egweka».

Результаты и их обсуждение. Одной из основных проблем изготовления суппозитория с густыми экстрактами является достижение необходимой прочности, достаточной для преодоления рефлекторного сопротивления мышц при их введении в прямую кишку. Например, чтобы обеспечить введение в суппозиторий терапевтической дозы густого экстракта солодкового корня по патенту РФ 2454218 равной 0,75 г авторы использовали гидрофильную основу полиэтиленгликоль с молекулярной массой 6000 [1]. Это позволило обеспечить необходимые технологические характеристики, предъявляемые к суппозиториям на гидрофильной основе Государственной фармакопеей РФ 13 издания, а также другими нормативными документами

по прочности и времени растворения. Кроме того, для равномерного распределения по слизистой не только основы, но и включенных в нее растительных экстрактов, которые действуют как местно, так и резорбтивно, необходимо наличие в составе суппозитория солюбилизующих веществ (например, полиэтиленгликольстеарата или кремофора RH -40). Содержание густого экстракта гимнемы в одном суппозитории оставалось неизменным 0,45 г, что обеспечивало его терапевтическую дозировку [3]. Для определения возможного содержания густого экстракта солодки (ГЭКС) были изучены технологические характеристики суппозитория различных составов (время растворения и твердость).

При составлении модельных составов суппозитория (условное название «Суппэксджим») учитывалось то, что ячейки, формируемые из ПВХ пленки вмещали 2,25 г гидрофильной основы на базе ПЭГ- 6000.

Модельные составы представлены в таблице 1

Таблица 1

Состав модельных прописей суппозитория «Суппэксджим»

Наименование ингредиентов	Количество (г) в различных составах			
	1	2	3	4
Экстракта гимнемы густой	0,45	0,45	0,45	0,45
Экстракт солодки густой	0,5	0,4	0,3	0,25
Полиэтиленгликоль 6000	1,0	1,1	1,2	1,25
Кремофор RH -40	0,3	0,3	0,3	0,3
ИТОГО	2,25	2,25	2,25	2,25

Результаты определений технологических и физико-химических показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Технологические и физико-химические показатели суппозитория «Суппэксджим»

Наименование показателя	Номер состава			
	1	2	3	4
Время растворения (мин.)	18	20	22	26
Твердость (н)	5,4	10,3	16,5	22,5

Из таблицы 2 следует, что только суппозитории состава №4, обладали достаточной твердостью, обеспечивающей необходимые потребительские свойства. Удельный вес суппозиторной массы составил 1,165 г/см³, время растворения при 37°C – в пределах 20 – 25 мин. Указанный состав и технология суппозитория запатентованы [4]. Технология суппозитория внедрена в условиях Межрегионального медицинского центра (г.Ессентуки).

Вывод. Разработан состав и технология суппозитория с густыми экстрактами листьев гимнемы лесной и корня солодки, включающими в качестве компонентов основы полиэтиленгликоль с молекулярной массой 6000 и кремофор RH -40

Литература

1. Пат. №2454218 Российская федерация, МПК А61К 9/02, А61К 36/484. Ректальные суппозитории с густым экстрактом корня солодки /

Л.Е.Старокожко, А.М.Шевченко, В.В.Чеботарев (РФ) //Заявка №2010133441/15; заявл. 09.08.2010; опубл. 27.05.2012.

2. Государственная фармакопея Российской Федерации / МЗ РФ. – XIV изд. – Т.1-4. – Москва, 2018. – 7020 с. - Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>.

3. Ankit, Saneja. Gymnema Sylvestre (Gurmar): A Review/ Ankit Saneja, Chetan Sharma, K.R. Aneja, Rakesh Pahwa //Der Pharmacia Lettre, 2010: 2 (1) 275-284.

4. Пат. №2634248 Российская федерация. МПК А 61 К 36/27,36/484,9/02, А 61Р 3/10. Ректальные суппозитории антидиабетического действия/ А.М. Шевченко, Л.Е. Старокожко, Е.В. Калбазова (РФ) Амер Джахан, Ананд Кумар, Шудхож Кумар Синх (Индия). // Заявка №2016109544, Опубл. в Б.И. №30.- 21.09.2017. Приоритет от 16.03. 16 г.

PHYSICS AND MATHEMATICS

СУММИРОВАНИЕ СТЕПЕНЕЙ ЧИСЕЛ НАТУРАЛЬНОГО РЯДА С ПОМОЩЬЮ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ПРОГРЕССИЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ РАЗНОСТЯМИ

Далингер В.А.

*доктор педагогических наук, профессор,
профессор кафедры математики и методики обучения математике,
ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет»*

SUMMATION OF DEGREES OF NUMBERS OF A NATURAL ROW BY MEANS OF ARITHMETIC PROGRESSIONS WITH VARIABLE DIFFERENCES

Dalinger V.A.

*doctor of pedagogical sciences, professor,
professor of department of mathematics and technique of training in mathematics,
Omsk state pedagogical university*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается вопрос о суммировании с помощью арифметических прогрессий с переменной разностью степеней чисел натурального ряда

ABSTRACT

In article the question about summation by means of arithmetic progressions with the variable difference of degrees of numbers of a natural row is considered

Ключевые слова: арифметические прогрессии с переменной разностью, сумма n первых чисел натурального ряда.

Keywords: arithmetic progressions with a variable difference, sum of n of the first of a natural row

При изучении арифметических прогрессий k -го порядка, в частности, при выводе формул для нахождения суммы n первых членов этих прогрессий, возникает необходимость находить суммы конечного числа степеней натурального ряда

$$1^n + 2^n + 3^n + \dots + k^n, k, n \in \mathbb{N}.$$

Для их нахождения можно использовать следующий прием [12]. (Если читателю будут непонятны рассуждения проведенные в общем виде, то мы отсылаем его к частным случаям [13])

Для любого $k \in \mathbb{N}$ обозначим: $S_k(n) = 1^k + 2^k + \dots + n^k$.

Для любого натурального числа m формула бинома Ньютона дает: $(m+1)^{k+1} = m^{k+1} + C_{k+1}^1 m^k + C_{k+1}^2 m^{k-1} + \dots + C_{k+1}^k m + 1$.

Придадим значения $m = 1, 2, \dots, n$. Почленно складывая полученные выражения и уничтожая в левой и правой частях полученного равенства одинаковые суммы $2^{k+1} + 3^{k+1} + \dots + n^{k+1}$, получаем:

$$(n+1)^{k+1} = C_{k+1}^1 S_k(n) + C_{k+1}^2 S_{k-1}(n) + \dots + C_{k+1}^k S_1(n) + (n+1).$$

Это рекуррентное соотношение позволяет находить формулы для вычисления сумм $S_k(n)$, если уже известны значения $S_1(n), S_2(n), \dots$,

$$S_k(n) = \frac{(n+1)^{k+1} - (C_{k+1}^2 S_{k-1}(n) + \dots + C_{k+1}^k S_1(n) + (n+1))}{k+1}.$$

Или, с учетом бинома Ньютона, последнее равенство переписывается так:

$$S_k(n) = [n^k(n+k+1) - n + C_{k+1}^2(n^{k-1} - S_{k-1}(n)) + C_{k+1}^3(n^{k-2} - S_{k-2}(n)) + \dots + C_{k+1}^k(n - S_1(n))] / (k+1). \quad (1)$$

Проблемой суммирования степеней натурального ряда занимаются уже долгое время, однако до сих пор не найден удобный, не рекуррентный способ их вычисления.

В теории чисел остается открытой интересная проблема, которая, возможно, даст метод проверки простоты чисел [5]. По малой теореме Ферма, если p – простое число, то

$$1^{p-1} + 2^{p-1} + \dots + (p-1)^{p-1} = -1 \pmod{p}, \text{ т.е. } p \text{ делит}$$

$$1^{p-1} + 2^{p-1} + \dots + (p-1)^{p-1} + 1.$$

В 1950 году Гига [16] поставил вопрос: верно ли обращение этого утверждения, если положительное целое число n делит

$$1^{p-1} + 2^{p-1} + \dots + (p-1)^{p-1} + 1 \quad (2)$$

то n – простое число.

Как видно из выражения (2), в него входит сумма степеней первых $n-1$ чисел натурального ряда.

Все сказанное выше указывает на целесообразность изучения свойств последовательности

$$a_n = \{1^n, 2^n, 3^n, \dots, k^n, \dots\}, \quad (3)$$

которая является арифметической прогрессией с переменной разностью: $a_n = a_{n-1} + k^{n-1}(k-1)$.

Сформулируем следующую теорему.

ТЕОРЕМА 15. Если из каждого члена последовательности (3), начиная со 2-го, вычесть предыдущий член, из каждого члена новой последовательности, начиная со 2-го, вновь вычесть предыдущий член и так далее, то, повторяя подобные действия, через n шагов получится постоянная последовательность, каждый член которой равен $n!$

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО

Проведем его методом математической индукции.

1. Возьмем отрезок натурального ряда длиной $n + 1$, т.е. рассмотрим конечную последовательность $1^n, 2^n, 3^n, \dots, n^n, (n + 1)^n$.

Согласно теореме, покажем, что, проделывая указанные действия n раз, получим $n!$

Результат n -шагового вычитания можно записать следующим образом:

$$C_n^1(n-1)^n - C_n^1 n^n + C_n^2(n-1)^n - C_n^3(n-2)^n + \dots + (-1)^{n-1} C_n^{n-1} 2^n + (-1)^n C_n^n = \sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k+1)^n,$$

т.е. покажем, что $\sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k+1)^n = n!$

Из комбинаторики [14] известно равенство:

$$\sum_{k=0}^n (-1)^k C_m^k (m-k)^m = m!$$

Заменяя в нем $m = n + 1$, получим:

$$\sum_{k=0}^{n+1} (-1)^k C_{n+1}^k (n-k+1)^{n+1} = (n+1)! = (n+1)n! \quad (4)$$

Распишем левую часть равенства (4) с учетом известного из комбинаторики [15] соотношения:

$$C_n^k = C_{n-1}^k + C_{n-1}^{k-1}. \quad (5)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{k=0}^{n+1} (-1)^k C_{n+1}^k (n-k+1)^{n+1} = \\ & (C_n^0 + C_n^{-1})(n+1)^{n+1} - (C_n^1 + C_n^0)n^{n+1} + (C_n^2 + C_n^1)(n-1)^{n+1} + (C_n^3 + C_n^2)(n-2)^{n+1} + \dots + \\ & + (-1)^{n-1} (C_n^{n-1} + C_n^{n-2})2^{n+1} + (-1)^n (C_n^n + C_n^{n-1}). \end{aligned} \quad (6)$$

Используя (5), имеем: $C_{n+1}^0 = C_n^0 + C_n^{-1}$. Т.к. $C_{n+1}^0 = C_n^0 = 1$, то $C_n^{-1} = 0$.

Суммируем слагаемые в правой части равенства (6):

$$\begin{aligned} & \sum_{k=0}^{n+1} (-1)^k C_{n+1}^k (n-k+1)^{n+1} = (C_n^0(n+1)^{n+1} - C_n^1 n^{n+1} + C_n^2(n-1)^{n+1} + \\ & + C_n^3(n-2)^{n+1} + \dots + (-1)^{n-1} C_n^{n-1} 2^{n+1} + (-1)^n C_n^n) + (-C_n^0 n^{n+1} + C_n^1(n-1)^{n+1} - C_n^2(n-2)^{n+1} + \\ & \dots + (-1)^{n-1} C_n^{n-2} 2^{n+1} + (-1)^n C_n^{n-1}). \end{aligned}$$

Преобразуем последнее равенство следующим образом: у первой группы слагаемых вынесем общий множитель $n+1$:

$$\begin{aligned} & \sum_{k=0}^{n+1} (-1)^k C_{n+1}^k (n-k+1)^{n+1} = (n+1)(C_n^0(n+1)^{n+1} - C_n^1 n^{n+1} + C_n^2(n-1)^{n+1} + \\ & + C_n^3(n-2)^{n+1} + \dots + (-1)^{n-1} C_n^{n-1} 2^{n+1} + (-1)^n C_n^n) + C_n^1 n^n + 2C_n^2(n-1)^n + \\ & + 3C_n^3(n-2)^n + \dots + (-1)^n C_n^{n-1} 2^n(n-1) + (-1)^{n+1} C_n^n n) + (-C_n^0 n^{n+1} + \\ & + C_n^1(n-1)^{n+1} - C_n^2(n-2)^{n+1} + \dots + (-1)^{n-1} C_n^{n-2} 2^{n+1} + (-1)^n C_n^{n-1}) = \\ & = (n+1) \sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k+1)^n + \sum_{k=0}^n (-1)^k (k+1) C_n^{k+1} (n-k)^n - \\ & - \sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k)^{n+1}. \end{aligned} \quad (7)$$

Покажем, что

$$\sum_{k=0}^n (-1)^k (k+1) C_n^{k+1} (n-k)^n - \sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k)^{n+1} = 0.$$

Действительно, найдем разность:

$$\begin{aligned}
 (k+1) C_n^{k+1} (n-k)^n - C_n^k (n-k)^{n+1} &= (n-k)^n ((k+1) C_n^{k+1} - C_n^k (n-k)) = \\
 &= (n-k)^n \left(\frac{n!}{(k+1)!(n-k-1)!} (k+1) - (n-k) \frac{n!}{k!(n-k)!} \right) = \\
 &= (n-k)^n \left(\frac{n!}{k!(n-k-1)!} - \frac{n!}{k!(n-k-1)!} \right) = 0.
 \end{aligned}$$

С учетом доказанного, а также соотношения (4), равенство (7) примет вид: $(n+1)$

$$\sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k+1)^n = (n+1)n!$$

откуда и получаем нужное равенство: $\sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k+1)^n = n!$.

Таким образом, база индукции доказана.

Возьмем отрезок натурального ряда длиной $n+1$, причем начальный член этого отрезка $a \neq 1$.

Рассмотрим конечную последовательность:

$$a^n, (a+1)^n, (a+2)^n, \dots, (a+n)^n.$$

Результат n -шагового вычитания для данной последовательности можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned}
 C_n^0 (a+n)^n - C_n^1 (a+n-1)^n + C_n^2 (a+n-2)^n - C_n^3 (a+n-3)^n + \\
 + \dots + (-1)^{n-1} C_n^{n-1} (a+1)^n + (-1)^n C_n^n a^n = \sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (a+n-k)^n.
 \end{aligned}$$

Предположим, что в этом случае утверждение теоремы справедливо, т.е. имеем

$$\sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (a+n-k)^n = n!$$

Покажем, что теорема справедлива и для отрезка натурального ряда такой же длины, но с начальным членом $a+1$, т.е. требуется доказать, что

$$\sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (a+n-k+1)^n = n!$$

Доказательство проводится по той же схеме, что и база индукции, где было показано, что из равенства

$$\sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k)^n = n! \text{ следует соотношение } \sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k (n-k+1)^n = n!.$$

Таким образом, теорема полностью доказана.

В связи с суммированием рассмотрим такую задачу: «Пусть требуется найти сумму ряда $\sum_{k=0}^n \varphi(k)$,

где $\varphi(x)$ некоторая заданная функция».

$$S_n = \varphi(1) + \varphi(2) + \dots + \varphi(n).$$

$$\text{Пусть } \varphi(x) = F(x+1) - F(x)$$

Тогда будет иметь место следующая система равенство:

$$\begin{cases}
 \varphi(0) = F(1) - F(0); \\
 \varphi(1) = F(2) - F(1); \\
 \varphi(2) = F(3) - F(2); \\
 \dots \dots \dots \\
 \varphi(n) = F(n+1) - F(n).
 \end{cases}$$

Сложив почленно равенства этой системы, получим

$$S_n = F(n+1) - F(0) \quad (9)$$

Мы получили аналог формулы Ньютона – Лейбница в интегральном исчислении (

$$\int_0^{n+1} S(x) dx = F(n+1) - F(0)$$

Выберем функцию $F(x)$ в таком виде $F(x) = x a^{x-1}$. Тогда функция $\varphi(x)$, согласно равенству (34) будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
 \varphi(x) &= (x+1)a^x - x a^{x-1} = x a^x + a^x - x a^{x-1} = (x a^x - x a^{x-1}) + a^x = \\
 &= x a^{x-1} (a-1) + a^x. \text{ Итак, имеем } \varphi(x) = x a^{x-1} (a-1) + a^x.
 \end{aligned}$$

Рассматриваемый ряд $\sum_{k=0}^n \varphi(k)$, согласно последнего равенства, будет иметь вид:

$$\sum_{k=0}^n \varphi(x) = \sum_{k=0}^n (xa^{x-1}(a-1) + a^x) = \sum_{x=0}^n xa^{x-1}(a-1) + \sum_{x=0}^n a^x. \quad (10)$$

Учитывая, что $F(x) = xa^{x-1}$, и, используя формулу (9), получим формулу для нахождения суммы рассматриваемого ряда: $S_n = (n+1)a^n$

Согласно последнему равенству и, учитывая формулу (10), получим: $\sum_{x=0}^n xa^{x-1}(a-1) + \sum_{x=0}^n a^x = (n+1)a^n$

Из этого равенства в свою очередь имеем:

$$\sum_{x=0}^n xa^{x-1}(a-1) = (n+1)a^n - \sum_{x=0}^n a^x \quad (11)$$

Сумма $\sum_{x=0}^n a^x$ есть сумма геометрической прогрессии, первый член и знаменатель которой равен a .

По известной формуле суммы n первых членов геометрической прогрессии получим:

$$\sum_{x=0}^n a^x = \frac{a^{n+1} - 1}{a - 1}.$$

Учитывая последнее равенство, формула (11) запишется в таком виде:

$$\sum_{x=0}^n xa^{x-1}(a-1) = (n+1)a^n - \frac{a^{n+1} - 1}{a - 1};$$

$$(a-1) \sum_{x=0}^n xa^{x-1} = (n+1)a^n - \frac{a^{n+1} - 1}{a - 1}.$$

Окончательно имеем:

$$\sum_{x=0}^n a^{x-1} = \frac{(n+1)a^n}{a-1} - \frac{a^{n+1} - 1}{(a-1)^2} \quad (12)$$

Описанный выше метод можно использовать для вычисления суммы конечного числа степеней натурального ряда чисел, например, таких:

- а) $1^2 + 2^2 + \dots + n^2$;
- б) $1^3 + 2^3 + \dots + n^3$;
- в) $1^4 + 2^4 + \dots + n^4$.

Читателю должно быть известно, что эти суммы можно находить методом математической индукции, но применение этого метода вызывает большие трудности, связанные с установлением вида искомого выражения. Эти трудности можно избежать, если использовать для этого описанный выше метод. Применим, например, этот метод для нахождения суммы $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3$.

В этом случае функция $\varphi(x)$ будет иметь вид

$$\varphi(x) = F(x+1) - F(x) = x^3. \quad (13)$$

Для решения задачи нам необходимо определить функцию $F(x)$. Будем искать эту функцию в таком виде:

$$F(x) = Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$$

Подставляя эту функцию в формулу (14), получим:

$$A(x+1)^4 + B(x+1)^3 + C(x+1)^2 + D(x+1) + E - (Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E) = x^3$$

Приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях, получим систему равенств:

$$\begin{cases} E = 0, \\ 4A = 1, \\ 4A + 3B + 2C = 0, \\ 6A + 3B = 0, \\ A + B + C + D = 0. \end{cases}$$

Решение этой системы дает нам:

$$A = \frac{1}{4}, B = -\frac{1}{2}, C = \frac{1}{4}, D = 0, E = 0.$$

Подставляя эти значения в выражение для функции $F(x)$, получаем: $F(x) = \frac{1}{4}x^4 - \frac{1}{2}x^3 + \frac{1}{4}x^2$. Откуда имеем:

$$S_n = F(n) - F(0) = \frac{1}{4}n^4 - \frac{1}{2}n^3 + \frac{1}{4}n^2 - 0 = \frac{n^2(n-1)^2}{4}.$$

Предлагаем читателю самостоятельно найти такие суммы:

$$1^4 + 2^4 + \dots + n^4; 1^5 + 2^5 + \dots + n^5 \text{ и т.д.}$$

Покажем лишь, что функцию $F(x)$ надо искать всегда в виде многочлена степени на единицу выше, чем показатель, в который возводятся натуральные числа, так, например, для суммы $1^4 + 2^4 + \dots + n^4$ это функция

$$F(x) = Ax^5 + Bx^4 + Cx^3 + Dx^2 + Ex + K.$$

Литература

1. Маркушевич А.И. Возвратные последовательности. – М.: Наука, 1983 – 47с.
2. Депман И.Я. История арифметики. – М.: Учпедгиз, 1959.
3. Кордемский Б.А. Гармония героновых триад // Математика в школе. – 1983. – №3. – С. 67–70.
4. Артюхов М.М. О простых числах в некоторых арифметических прогрессиях // Ученые записки Северо-Осетинского пед. ин-та, Т. 31, выпуск 1, 1957 – С. 3–20.
5. Рибенбойм П. Рекорды простых чисел (новая глава в книге рекордов Гиннеса) // Успехи мат. наук. – 1987. – Том 42, выпуск 5. – С. 119–176.
6. Серпинский В. Что мы знаем и чего не знаем о простых числах. – Л.: Физматгиз, 1963. – 91с.
7. Laufer L.J., Parkin T.R. Consecutive primes in arithmetic progression // Math. Comp. – 1967. – V.21. – p.489.
8. Pritchard P.A. Long arithmetic progression of primes; some old. some new // Math. Comp. – 1985. – V 45. – p.263–267.
9. Ribenboim P. Prime number records // Nieuw arch, wisk, –1994 – 12 n. 1-2. – p.53–65
10. Weintraub S. Seventeen primes in arithmetic progression // Math. Comp. – 1977 – V.31. – p. 1030.
11. Аллаков И.А., Исраилов М.И. О сумме k -х степеней натуральных чисел // Тр. Мат. ин-та РАН. – 1994. – 207. – С.172 –179.
12. Далингер В.А. Методика обобщающих повторений при обучении математике: Пособие для учителей и студентов. – Омск: Изд-во ОГНИ, 1992. – 92с.
13. Рыбникова К.А. Комбинаторный анализ. Задачи и упражнения. – М.: Наука, 1982. – 365с.
14. Ежов И.И., Скороход А.В., Ядренко М.И. Элементы комбинаторики. – М.: Наука, 1977. – 80с.
15. Сукольник Я.Н. Арифметико-геометрическая прогрессия // Квант, – 1975. – №1. – С.36–39.
16. Энциклопедический словарь юного математика. – М.: Педагогика, 1989. – 349с.
17. Ginga G. Su una presumibile proprieta caratteristica dei numeri primi. 1-st Lombardo Sci. Lett. Rend. Cl // Sci.Mat. Nat., (3). – 1950. – V. 14(83). – p.511–528.

ПАРАДОКСЫ ЭФФЕКТА КОМПТОНА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

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 PARADOXES OF THE COMPTON EFFECT FROM THE POINT OF VIEW CLASSICAL ELECTRODYNAMICS AND QUANTUM MECHANICS

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 статье показано, какие парадоксы были допущены при объяснении эффекта Комптона. Показано несоответствие математического аппарата, используемого в нынешней физике, реальным физическим процессам. Дано объяснение эффекта Комптона на основе теории, разработанной авторами и опубликованной в ряде статей этого журнала.

ABSTRACT

The article shows what paradoxes were allowed in the explanation of the Compton effect. The discrepancy between the mathematical apparatus used in the current physics and real physical processes is shown. An explanation of the Compton effect is given on the basis of the theory developed by the authors and published in a number of articles of this journal.

Ключевые слова: эффект Комптона, принцип Гюйгенса-Френеля, СТО и ОТО Эйнштейна, преобразования Лоренца - Минковского, волновое уравнение, уравнения Максвелла, усовершенствованные уравнения Максвелла, вектор - потенциалы, система уравнений Дирака.

Keywords: the Compton effect, the principle of Huygens-Fresnel, Einstein's SRT and GRT, transformations of Lorentz - Minkowski, wave equation, Maxwell's equations, advanced Maxwell's equations, vector potentials, the system of equations of Dirac.

Вначале опишем эффект Комптона, как это представлено в квантовой механике [1]. Эффект Комптона интересен тем, что в нём соблюдается не только закон сохранения энергии, но и закон сохранения импульса. Как известно, в классической теории электродинамики при рассеянии света свободными электронами, его частота не изменяется ($\omega' = \omega$). Может уменьшиться лишь интенсивность падающего пучка, так как часть энергии идёт на раскачку электронов. По квантовой теории часть энергии фотона $E = \hbar\omega$ передаётся электрону. Поэтому энергия рассеянного фотона $E' = \hbar\omega'$, а вместе с тем и его частота, должны быть несколько меньше ($E' < E$, $\omega' < \omega$).

Чтобы найти зависимость частоты от угла рассеяния, выпишем законы сохранения энергии и импульса, рассматривая не только электроны, но и фотоны как частицы (рис. 1):

$$\hbar\omega - \hbar\omega' = c^2(m - m_0); \quad (1)$$

$$\hbar\mathbf{k} - \hbar\mathbf{k}' = m\mathbf{v}. \quad (2)$$

Здесь m_0 и $m = m_0 / \sqrt{1 - \beta^2}$ – масса электрона соответственно до (электрон покоится) и после столкновения, $\mathbf{v}$ – вектор скорости; $\beta = v/c$; $\hbar\mathbf{k} = \hbar\omega/c$ и $\hbar\mathbf{k}' = \hbar\omega'/c$ – импульс фотона соответственно до и после рассеяния.

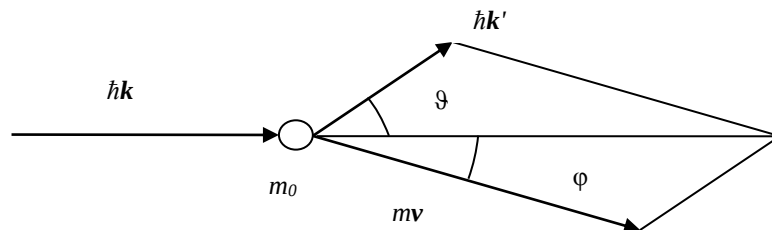


Рис. 1. Рассеяние света на свободном электроном

Перепишем уравнения (1) и (2) в виде:

$$\omega - \omega' = c^2(m - m_0) / \hbar; \quad (3)$$

$$\mathbf{k} - \mathbf{k}' = m\mathbf{v} / \hbar. \quad (4)$$

Возводим эти равенства в квадрат:

$$\omega^2 - 2\omega\omega' + \omega'^2 = (c^4 / \hbar^2)(m^2 - 2mm_0 + m_0^2); \quad (5)$$

$$(\omega^2 - 2\omega\omega' + \omega'^2) / c^2 = (c^2 / \hbar^2)(m^2 - 2mm_0 + m_0^2). \quad (5)$$

$$\mathbf{k}^2 - 2\mathbf{k}\mathbf{k}' + \mathbf{k}'^2 = (m\mathbf{v} / \hbar)^2 = (\omega^2 - 2\omega\omega' \cos \vartheta + \omega'^2) / c^2. \quad (6)$$

Вычтем равенство (5) из равенства (6), получаем:

$$\begin{aligned} 2\omega\omega'(1 - \cos \vartheta) / c^2 &= 1 / \hbar^2 [(m\mathbf{v})^2 - c^2 m^2 - c^2 m_0^2 + c^2 m m_0]; \\ 2\omega\omega'(1 - \cos \vartheta) / c^2 &= 1 / \hbar^2 [(v^2 - c^2)m^2 - c^2 m_0^2 + c^2 m m_0] = \\ &= 1 / \hbar^2 [-c^2 m_0^2 - c^2 m_0^2 + c^2 m m_0] = 2m_0 c^2 / \hbar^2 [m - m_0]. \end{aligned} \quad (7)$$

С учётом подстановки (3) получаем:

$$\begin{aligned} \omega\omega'(1 - \cos \vartheta) &= c m_0 / \hbar [c\omega - c\omega']; \\ (1 - \cos \vartheta) &= c m_0 / \hbar [c\omega - c\omega'] / \omega\omega'; \\ 2\sin^2(\vartheta / 2) &= c m_0 / \hbar [c / \omega' - c / \omega]; \end{aligned} \quad (8)$$

$$2\pi 2 \sin^2(\vartheta/2) = 2\pi c m_0 / \hbar [c/\omega' - c/\omega].$$

Далее учтём, что длина волны $\lambda = 2\pi c / \omega$ и $\lambda' = 2\pi c / \omega'$, а комптоновская длина волны λ_0 электрона равна

$$\lambda_0 = 2\pi \hbar / c m_0 = \hbar / c m_0 \approx 2,4 \cdot 10^{-10} \text{ см.} \quad (9)$$

В результате имеем:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_0 \sin^2(\vartheta/2). \quad (10)$$

Из формулы (10) мы видим, что здесь есть три свободных взаимосвязанных параметра: λ – первоначальная длина волны фотона, λ' – длина волны фотона после столкновения с электроном и угол рассеяния ϑ . Как известно комптоновское рассеяние экспериментально наблюдалось при сравнительно малых длинах волн (рентгеновское излучение, гамма - кванты):

$$\Delta\lambda / \lambda \sim \lambda_0 / \lambda \sim 0,1 = 10\%. \quad (11)$$

Комптоном был проведён эксперимент для различных рассеивающих веществ (рис. 2.). Графики результата эксперимента приведены на рис. 3–5 [2], где в качестве рассеивающего вещества выступал молибден (Mo).

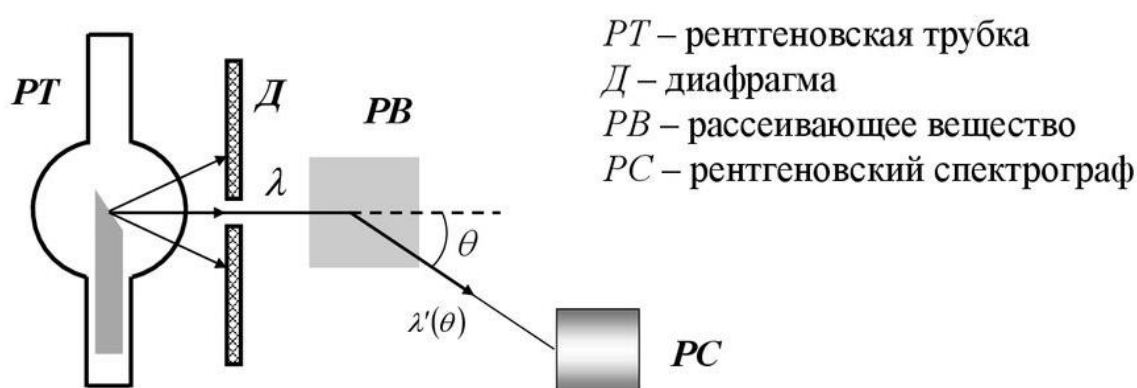


Рис.2. Схема эксперимента

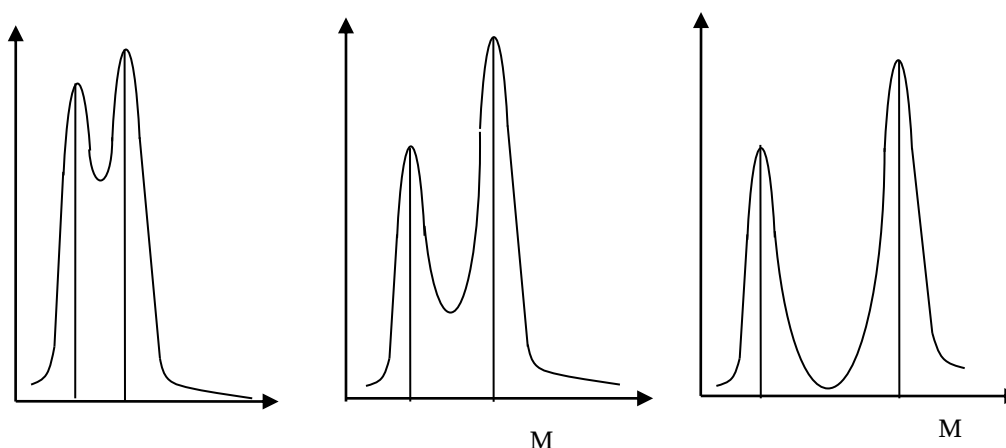


Рис.3 $\vartheta = \pi/4$. Рис.4. $\vartheta = \pi/2$. Рис.5. $\vartheta = 3\pi/4$.

При угле рассеивания $\vartheta = 0$ отмечалось только прохождение несмещённой компоненты рентгеновского излучения (на графиках эта компонента обозначена буквой Р). Однако при углах рассеивания от $\vartheta = \pi/4$ до $\vartheta = 3\pi/4$ наблюдается появление смещённой компоненты в сторону увеличения длины волны под буквой М. Причём смещение тем, больше, чем больше угол рассеивания. Отметим,

что при рассеивании веществами с малыми атомными номерами (Li, Be, B) практически всё рассеянное излучение имеет смещённую длину волны. По мере увеличения атомного номера всё большая часть излучения рассеивается без изменения длины волны.

По мнению учёных, особенности эффекта

Комптона можно объяснить, рассматривая рассеяние как процесс упругого столкновения рентгеновских фотонов с практически «свободными» электронами. Свободными можно считать слабее всего связанные с атомами электроны, энергия связи которых значительно меньше той энергии, которую фотон может передать электрону при соударении. При этом отмечается, что при упругом соударении фотон не может передать электрону (или какой-либо другой частице) всю свою энергию. Такой процесс нарушал бы закон сохранения энергии и импульса.

Видно, что само понятие упругого столкновения не раскрывает механизм взаимодействия, а есть лишь утверждение. Кроме того, утверждение, что «при соударении фотон не может передать электрону всю свою энергию» также сомнительно, так как известно, что при столкновении фотона соответствующей частоты с препятствием возможно образование пары электрона и позитрона. И в этом случае вся энергия и импульс фотона отдаются электрону, позитрону и препятствию. Делаем выводы относительно эффекта Комптона:

1) парадокс с точки зрения классической электродинамики связан с тем, что описать изменение частоты невозможно;

2) парадокс с точки зрения квантовой механики – это понятие упругого столкновения, которое не имеет физического описания. Ведь для этого надо представить фотон в корпускулярном виде. А как, если с точки зрения электродинамики, он имеет только электромагнитное описание?

Кроме того, главное условие – это соблюдение закона сохранения энергии и импульса. Однако, если исходить из классической механики, по закону сохранения импульса для корпускулярных свойств частиц, импульс фотона в направлении движения должен передаваться либо полностью, либо часть фотона должна отражаться при столкновении. И здесь никоим образом не могут возникнуть из ниоткуда две противоположные составляющие импульса в противоположных направлениях, что видно в рис. 1.

Таким образом, *парадоксы эффекта Комптона заключаются в том, что нет обоснования такому преобразованию фотона и движению электрона после столкновения ни с точки зрения чисто корпускулярных свойств и квантовой механики, ни с точки зрения классической электродинамики.*

Чтобы разрешить указанные парадоксы надо показать преобразование корпускулярных свойств в волновые и наоборот, но сделать это при придуманных "штампах", которые были применены при начальном развитии физики и математики невозможно. Так, в формуле (10) длина комптоновской волны электрона вычислена исходя из системы СИ. Мы не раз писали в своих предыдущих статьях, что Мироздание ничего "не знает" о принятой людьми системе измерения СИ в этом мире. Мироздание оперирует только количественными соотношениями между глобальными Противоположностями и закономерностями изменения этих количествен-

ных соотношений, при которых сумма в одной Противоположности означает разность в другой Противоположности с соблюдением закона сохранения количества. Отметим, что СИ даёт неплохие результаты на практике, но до тех пор, пока не затрагиваются глобальные значения, типа радиуса Шварцшильда. В этом случае принятая людьми СИ даёт парадокс, связанный с тем, что получаются "чёрные дыры" с нарушением закона термодинамического равновесия, при котором свет не может выйти за пределы радиуса Шварцшильда. А имеющее место излучение (джет) придумано за счёт теплепортации частиц по теории Стивена Хокинга [3].

Поэтому нам потребовалось фундаментально развить теорию философии, физики и математики [4-6]. При этом оказалось, что с учётом соблюдения закона сохранения количества между противоположностями значение массы покоя количественно выражается через величину скорости света, то есть $m_0 = 1/c$. Этот результат был получен нами исходя из философских законов и исключения чуда при выводе уравнения энергии Эйнштейна из уравнения окружности, которая отражает замкнутую связь Противоположностей друг на друга. Тогда получаем, что минимально возможная длина волны λ_0 соответствует максимальной частоте, то есть $\lambda_0 = h$. По-другому говоря, в нашей теории Мироздания константа дискретизации h связана с максимальной скоростью обмена между противоположностями – скоростью света c . Иначе возникает независимость Противоположностей друг от друга.

Минимальный «размер» электрона по классической теории электродинамики вычисляется по формуле:

$$r_0 = q^2 / m_0 c^2. \quad (12)$$

Учитывая, что значение заряда не имеет энергетического эквивалента (а значит и не может оказать силового воздействия) по формуле энергии Эйнштейна, так как не входит в эту формулу, то, по нашей теории $q=1$. В результате вновь имеем, что минимальный размер электрона равен постоянной Планка h . Практически это означает, что электрон и позитрон в состоянии покоя имеют максимально возможное взаимодействие через обмен. Это соответствует нашей теории на основании закона об обратном пропорциональной связи, в которой минимально возможные объекты в одной противоположности являются максимально возможными в другой противоположности. То есть, как бы в противоположности электрон и позитрон в состоянии покоя представляют собой две глобальные Противоположности, которые взаимодействуют со скоростью света, а иначе они были бы независимы. Отсюда и результат их аннигиляции – превращение в фотоны. Если исходить из СТО и ОТО Эйнштейна, то движущийся электрон в системе наблюдения из состояния покоя имеет сокращение длины в направлении своего движения по формуле

$$l = l_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}. \quad (13)$$

При этом время также относительно и имеет

замедление по формуле

$$\tau = \tau_0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}. \quad (14)$$

Произведение этих величин инвариантно в системе наблюдения из состояния покоя, то есть сам объект имеет относительное представление и зависит от отношения к системе наблюдения. Отметим, что волновое и корпускулярное представление – это противоположности. Это мы видим при анализе волны Луи де Бройля на основании скорости движения электрона из формулы:

$$\lambda_d = h/p = h/(m_0 v). \quad (15)$$

Если учесть, что по нашей теории $m_0 = 1/c$ и $hc = 1$, то получим $\lambda_d = 1/v$. А это означает, что длина электромагнитной волны и скорость движения первоначальной частицы (электрон или позитрон) связаны как противоположности – обратно пропорциональной связью. С учётом того, что можно представить $\lambda_d = cT_d$, а $v = h/T$, получим

$$1 = \lambda_d v = chT_d / T = T_d / T.$$

$$\varphi = A_0 \exp[-i(\omega t - kx)] = A_0 \exp[-i(2\pi ct / \lambda_d - 2\pi vx)]. \quad (16)$$

Аналогично описывается и волна Луи де Бройля. Далее, с учётом соблюдения закона сохранения количества, между противоположностями имеет место равенство:

$$(2\pi ct / \lambda_d - 2\pi vx) = 1/\lambda_d - v = f_d / c - v = \text{const} = 0. \quad (17)$$

Уравнение (17) говорит о том, что скорость движения электрона (позитрона) однозначно связана с волной Луи де Бройля, и это – противоположности, связанные обратно пропорциональной связью. Однако в классической электродинамике и квантовой механике сложилось представление о волне Луи де Бройля как о вероятностной волновой функции в силу того, что она должна распространяться со скоростью, превышающей скорость света. Это следует из следующих соотношений:

$$\begin{aligned} \omega &= E/\hbar = c\sqrt{p^2 + m_0^2 c^2} / \hbar; \\ k &= p/\hbar. \end{aligned} \quad (18)$$

При этом фазовая скорость фотонов (при $m_0=0$), равна скорости света:

$$u = \omega/k = c. \quad (19)$$

В случае электрона, движущегося со скоростью v , фазовая скорость волны Луи де Бройля должна быть равна:

$$u_g = c^2 / v > c. \quad (20)$$

Отсюда физики сделали вывод, что волна Луи де Бройля является вероятностной волновой функцией, имеющей свойства телепортации, так как её фазовая скорость превышает скорость света. Если рассматривать явления с точки зрения противоположностей (что и сделано нами в [4-6]), то глобальные Противоположности связаны через скорость света, и любой объект Мироздания должен описываться в этих двух противоположностях (иначе он будет независим и не является корпускулярно-волновым объектом). А это означает, что движение частицы (электрона или позитрона) со скоростью v в одной противоположности рассматривается как

Это очень важная взаимосвязь, так как устанавливает равенство глобальных Противоположностей по количеству. Понятно, что при опоре на представление скорости света c , постоянной Планка h и массы покоя электрона m_0 в СИ или СГС такое соответствие установить было бы невозможно. С учётом того, что $\lambda = 2\pi c/\omega$, и принимая во внимание, что любой объект Мироздания – это корпускулярно-волновой объект, состоящий из двух противоположностей, следует вывод: *пространственно-временное искривление в соответствии с СТО Эйнштейна за счёт скорости движения объекта v , с учётом преобразований Минковского, в одной глобальной Противоположности должно иметь однозначное преобразование в электромагнитное – и волновое представление в другой Противоположности, с учётом соблюдения закона сохранения количества.*

С учётом нашей теории, движение монохроматической плоской волны вдоль оси x можно описать функцией:

движение со скоростью света нейтрино или антинейтрино в другой противоположности, и длина волны соответствует (17). В этом случае волновые свойства Луи де Бройля приобретают электромагнитную реальность в противоположности. В соответствии с нашей теорией, сложение в одной противоположности означает вычитание в другой противоположности (а иначе бы не выполнялся закон сохранения количества при обмене, и было бы чудо возникновения из ничего). Исходя из этого нами в [4-6] было получено соотношение между закономерностями в глобальных противоположностях в виде:

$$\begin{aligned} \cos^2(g) + \sin^2(g) &= \text{ch}^2(g) - \text{sh}^2(g); \\ \exp(ig) \exp(-ig) &= \exp(w) \exp(-w). \end{aligned} \quad (21)$$

Видно, что если корпускулярно-волновой объект количественно описывается противоположными величинами $g = 1/\lambda_d$ и $w = v$ (при этом $g = iw$), то с точки зрения глобальных Противоположностей соблюдается закон сохранения количества. Но формула (21) соответствует глобальным Закономерностям, а нам надо показать какую роль в этой формуле играет отдельный корпускулярный объект.

Состояние корпускулярных свойств объекта описывается в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна по преобразованиям Лоренца-Минковского. В этом случае в соответствии с [7] имеем преобразования Лоренца-Минковского, отвечающие движению объекта вдоль оси x :

$$\begin{aligned} x'^0 &= \text{ch}(w)x^0 - \text{sh}(w)x^1; \\ x'^1 &= -\text{sh}(w)x^0 + \text{ch}(w)x^1. \end{aligned} \quad (22)$$

Здесь вводятся обозначения $x^0 = ct$, $x^1 = x$, $x'^2 = y$, $x'^3 = z$. Очевидно уравнение

$$\begin{aligned} \text{ch}(w) &= \gamma = \sqrt{1 - \beta^2}; \\ \text{sh}(w) &= \beta\gamma; v/c = \beta = \text{th}(w). \end{aligned} \quad (23)$$

Переход из представления объекта в одной глобальной Противоположности к другой глобальной Противоположности означает переход от гиперболических функций к волновым функциям. Соответственно $\text{ch}(w) = \cos(iw) = \cos(g)$ и $\text{sh}(w) = -i \sin(iw) = -i \sin(g)$, и это выразится следующим образом:

$$\begin{aligned} iX^{0'} &= i \cos(g)x^0 - \sin(g)x^1; \\ X^{1'} &= i \sin(g)x^0 + \cos(g)x^1. \end{aligned} \quad (24)$$

Из формулы (24) видно, что переход от корпускулярного к волновому виду связан с умножением на мнимую единицу. Причём, при соответствии $x^0 = ct = x^1 = x = r$, мы получаем экспоненциальную функцию для волны Луи де Бройля, если

$$\begin{aligned} -\mu_0 \partial H_x / \partial t + i\mu_0 c \partial H_t / \partial x &= \partial E_z / \partial y - \partial E_y / \partial z; \\ -\mu_0 \partial H_y / \partial t + i\mu_0 c \partial H_t / \partial y &= \partial E_x / \partial z - \partial E_z / \partial x; \\ -\mu_0 \partial H_z / \partial t + i\mu_0 c \partial H_t / \partial z &= \partial E_y / \partial x - \partial E_x / \partial y; \\ \varepsilon_0 \partial E_x / \partial t - i\varepsilon_0 c \partial E_t / \partial x &= \partial H_z / \partial y - \partial H_y / \partial z; \\ \varepsilon_0 \partial E_y / \partial t - i\varepsilon_0 c \partial E_t / \partial y &= \partial H_x / \partial z - \partial H_z / \partial x; \\ \varepsilon_0 \partial E_z / \partial t - i\varepsilon_0 c \partial E_t / \partial z &= \partial H_y / \partial x - \partial H_x / \partial y. \end{aligned} \quad (25)$$

Видно, что данные уравнения допускают только комплексное экспоненциальное решение. И более того, вид этих уравнений соответствует уравнениям мюонных и электронных нейтрино и анти-нейтрино, то есть имеют физический аналог.

Внимательно анализируя уравнения (22) и (24), а также учитывая необходимость представления любого объекта, как закономерности (иначе

$$\sum_{i=1}^{c/h} x_i'^0 \sum_{-i=1}^{c/h} x_i'^1 = \text{ch}^2(w) - \text{sh}^2(w) = \cos^2(g) + \sin^2(g) = 1. \quad (26)$$

В формуле (26) значение c/h определяет возможное количество объектов в каждой из противоположностей, так как $ch=1$. И это связано с тем, что ни один объект Мироздания, характеризуемый величиной h , не может не участвовать во взаимодействии и скорость взаимодействия (скорость обмена между Противоположностями, что и характеризует само взаимодействие) должна быть такая, чтобы охватить все объекты для исключения их независимости от Мироздания.

Делаем очередной вывод: мы видим, что уход от СИ (и СГС) и переход только на количественные соотношения и закономерности (с учётом введенных нами законов для Противоположностей) дало обоснование необходимости использования геометрии Минковского (в пространственно-временных преобразованиях) и использование экспоненциальных функций Эйлера (при взаимных преобразованиях электромагнитного континуума в пространственно-временной континуум).

учтём, что аргумент экспоненциальной функции состоит из длины и времени. Соответствие длины и времени через скорость света впервые ввели не мы. Но мы показали, что длина и время – это противоположности, которые взаимодействуют через обмен по замкнутому циклу, и это как раз и следует из преобразований Лоренца-Минковского. Отсюда следует важный вывод: *реальная электромагнитная волна должна отображаться экспоненциальной комплексной функцией. В противном случае будет несоответствие с преобразованиями Лоренца-Минковского, и не будет выполняться закон сохранения количества.*

Этот парадокс мы и наблюдаем при использовании классических уравнений Максвелла, где можно обойтись только волновой функцией в виде синуса или косинуса. Помимо этого в классических уравнениях Максвелла отсутствует проекция на время, и это не позволяет их однозначно связать с преобразованиями Лоренца-Минковского. Поэтому нами были усовершенствованы уравнения Максвелла с включением проекции на время в виде:

объект не сможет оказывать воздействие), можно прийти к следующему выводу: сумма значений всех объектов по координате x^0 соответствует $\text{ch } w$, а по координате x^1 равна $\text{sh } w$.

В этом случае мы приходим к инвариантной форме:

А отсюда можно говорить о наличии Общего пространственно-временного и электромагнитного Континуума. Такой подход позволяет объяснить аннигиляцию электрона и позитрона с образованием фотонов и наоборот. Отсюда также следует механизм преобразования столь необходимый для объяснения эффекта Комптона, когда фотон одной частоты, сталкиваясь с электроном, имеет изменение направления (что говорит о взаимодействии) и изменение частоты. При этом электрон также имеет импульс для движения.

Следовательно, особый интерес связан с самим процессом изменения частоты при поглощении и излучении. И этот процесс должен иметь математическое подтверждение с условием закона сохранения

ния количества. Установив равенство преобразований Лоренца-Минковского с электромагнитными составляющими в экспоненциальном виде, мы получили закон сохранения количества объектов в каждой из Противоположностей в виде аргументов функций $g = 1/\lambda_d$ и $w = v$. Разница представлений определяется только закономерностями в этих Противоположностях с переходом закономерностей друг в друга за счёт мнимой единицы (атрибута принадлежности к противоположности). Если были бы ещё какие-либо одинаковые закономерности, то о противоположностях не было бы и речи из-за отсутствия их отличий друг от друга. Отсюда мы имеем математический механизм количественного преобразования с использованием известных тригонометрических формул. С этой целью представим известные тригонометрические формулы

$$\begin{aligned} \text{sh}(\alpha_0 + \beta_0) &= -i \sin(\alpha + \beta) = \text{sh} \alpha_0 \cos \beta + \text{sh} \beta_0 \cos \alpha; \\ \text{sh}(\alpha_0 - \beta_0) &= -i \sin(\alpha - \beta) = \text{sh} \alpha_0 \cos \beta - \text{sh} \beta_0 \cos \alpha; \\ \text{ch}(\alpha_0 + \beta_0) &= \cos(\alpha + \beta) = \text{ch} \alpha_0 \cos \beta + i \sin \beta \text{sh} \alpha_0; \\ \text{ch}(\alpha_0 - \beta_0) &= \cos(\alpha - \beta) = \text{ch} \alpha_0 \cos \beta - i \sin \beta \text{sh} \alpha_0. \end{aligned} \quad (28)$$

Здесь $\alpha = i\alpha_0$, $\beta = i\beta_0$,
 $\text{ch}(\alpha_0) = \cos(i\alpha_0) = \cos(\alpha)$ и
 $\text{sh}(\alpha_0) = -i \sin(i\alpha_0) = -i \sin(\alpha)$.

Тогда понятно, что в случае рис. 1 мы имеем для электрона корпускулярное движение в виде двух составляющих:

$$\begin{aligned} \text{sh}(\alpha_0 + \beta_0) &= \text{sh} \alpha_0 \cos \beta + \text{sh} \beta_0 \cos \alpha; \\ \text{ch}(\alpha_0 + \beta_0) &= \text{ch} \alpha_0 \cos \beta + i \sin \beta \text{sh} \alpha_0, \end{aligned} \quad (29)$$

а для отражённого фотона имеем представление:

$$\begin{aligned} -i \sin(\alpha - \beta) &= \text{sh} \alpha_0 \cos \beta - \text{sh} \beta_0 \cos \alpha; \\ \cos(\alpha - \beta) &= \text{ch} \alpha_0 \cos \beta - i \sin \beta \text{sh} \alpha_0. \end{aligned} \quad (30)$$

В данном случае мы имеем нормировку амплитуды электромагнитного сигнала и длины со временем к размерности единица.

Отличие от подхода применённого в математике в том, что мы рассматриваем произведение противоположностей, а не закономерностей одного и того же вида. Наш подход связан с тем, что противоположности одного типа не имеют взаимодействия и не могут влиять друг на друга, так как имеют ассоциативное сложение или вычитание. В соответствии с нашей теорией давать изменение может одна противоположность, воздействуя на

(для исключения дальнейшего неправильного понимания наших преобразований):

$$\begin{aligned} \sin(\alpha + \beta) &= (\sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha); \\ \sin(\alpha - \beta) &= (\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha); \\ \cos(\alpha + \beta) &= (\cos \alpha \cos \beta - \sin \beta \sin \alpha); \\ \cos(\alpha - \beta) &= (\cos \alpha \cos \beta + \sin \beta \sin \alpha). \end{aligned} \quad (27)$$

Как мы установили, электромагнитные составляющие должны иметь комплексный экспоненциальный вид, иначе однозначного преобразования электромагнитных свойств в корпускулярные не получить. Поэтому, если мы хотим получить экспоненциальный вид, то должны учесть взаимодействие и от мнимой части, и более того иметь начальные представления в виде противоположностей: $\cos \alpha - i \sin \alpha$ и $\cos \beta - i \sin \beta$. Тогда имеем вид:

другую, и наоборот. Любой объект Мироздания имеет представление как в корпускулярном так и в волновом виде. Именно такое взаимодействие корпускулярных и волновых частей отражено в формуле (28). Это и даёт объяснение тому, что фотон, сталкиваясь с электроном, изменяет частоту и меняет направление движения. Возвращаясь к рис. 1, видно, что для изменения направления движения фотону необходимо иметь ещё и электромагнитную составляющую с импульсом ортогональным направлению движения к импульсу фотона до столкновения. Сразу возникает вопрос: "А каким образом эта составляющая может возникнуть?" Понятно, что чудес нет и возникнуть из «нуля» (в нынешней физике это называется электромагнитным вакуумом) такая составляющая не может. Логическое объяснение связано с представлением электрона в электромагнитном (волновом) виде. Иными словами с учётом закона сохранения количества должно быть замкнутое электромагнитное представление электрона. Это представление через усовершенствованные уравнения Максвелла было показано нами в [8] с учётом закона сохранения количества. При этом на основе усовершенствованных уравнений Максвелла был получен вид связи корпускулярных и волновых свойств [9]:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \mathbf{H} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2 &= i j_H / (c \mu_0) = i \text{grad } j_H / (c \mu_0) - \epsilon_0 \partial j_H / \partial t + \text{rot } j_E; \\ \nabla^2 \mathbf{E} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2 &= i j_E / (c \epsilon_0) = i \text{grad } j_E / (c \epsilon_0) - \mu_0 \partial j_E / \partial t - \text{rot } j_H; \\ i j_H / (c \mu_0) &= i \text{grad } j_H / (c \mu_0) - \epsilon_0 \partial j_H / \partial t + \text{rot } j_E; \\ i j_E / (c \epsilon_0) &= i \text{grad } j_E / (c \epsilon_0) - \mu_0 \partial j_E / \partial t - \text{rot } j_H. \end{aligned} \quad (31)$$

Запишем более компактный вид:

$$\begin{aligned} i j_H &= i \text{grad } j_H - (1/c) \partial j_H / \partial t + c \mu_0 \text{rot } j_E = i \text{grad } j_H - (1/c) \partial j_H / \partial t + (1/u_0) \text{rot } j_E; \\ i j_E &= i \text{grad } j_E - (1/c) \partial j_E / \partial t - c \epsilon_0 \text{rot } j_H = i \text{grad } j_E - (1/c) \partial j_E / \partial t - u_0 \text{rot } j_H. \end{aligned} \quad (32)$$

По нашей теории $\mu_0 = 1/cu_0$; $\varepsilon_0 = u_0/c$; $u_0 = \sqrt{c^2 - v_n^2}$, где v_n – значение интегральной средней скорости движения объектов в противоположности (то есть это отображение кинетической энергии), которая связана с термодинамическим равновесием (более подробно см. в [9]).

С учётом необходимости представления любого корпускулярно-волнового объекта в комплексном виде (а иначе не получить взаимосвязь противоположностей, и это сделали до нас), мы можем сделать замену значений составляющих в виде:

$$\begin{aligned} ij_E &= cp_E = c\Psi(t, x) = c\Psi_0 \exp\{i\omega(t - x/u)\} = c\Psi_0 \exp(i\alpha) = \\ &= m_0 c^2 [\cos(\alpha) + i \sin(\alpha)] = m_0 c^2 [\operatorname{ch}(\alpha_0) - \operatorname{sh}(\alpha_0)]; \\ ij_H &= cp_H = m_0 c^2 [\cos(\beta) + i \sin(\beta)] = m_0 c^2 [\operatorname{ch}(\beta_0) - \operatorname{sh}(\beta_0)]. \end{aligned} \quad (33)$$

Здесь $\Psi_0 = 1$, а $m_0 = 1/c$ (в соответствии с нашей теорией); $\alpha = i\alpha_0$, $\beta = i\beta_0$.

Фактически данная функция является решением дифференциального волнового уравнения. При этом видно, что сложение в одной противоположности означает вычитание в другой противоположности. Такая подстановка аналогична применённой интуитивно Дираком замены $m_0 c^2$ на вид $m_0 c^2 \exp(ig)$. Если учесть корпускулярно-волновой дуализм (в соответствии с (21)), то более полный вид функций должен быть вида $mc^2 \exp(ig) = m_0 c^2 \exp(ig - g)$, что учитывает релятивистский эффект. Это следует и из того, что при представлении объекта в виде чистой константы, мы исключаем корпускулярно-волновое взаимодействие, и имеет место полностью замкнутый на себя объект. Следовательно, используя усо-

вершенствованные уравнения Максвелла, мы получили вид уравнений, тождественный уравнениям Дирака, что и было нами использовано в [8], с учётом перехода от уравнений Дирака к уравнениям Паули. Отсюда вероятностные волновые функции заменяются на реальные электромагнитные функции. Отметим, что через классические уравнения Максвелла невозможно перейти к уравнениям Дирака никоим образом, так как получаем разрыв (сингулярность). Уравнения Дирака также выводятся из уравнения энергии Эйнштейна, которые сами, в соответствии с нашей теорией, выводятся из уравнения окружности. Отсюда понятно, что уравнению окружности соответствует замкнутая друг на друга система двух глобальных Противоположностей. Более того, в получении вида (31) мы не являемся первопроходцами, – нечто аналогичное было получено при помощи вектор - потенциалов (связь вектор - потенциалов с усовершенствованными уравнениями Максвелла была нами показана в [5]), а в классической электродинамике в [10]):

$$\begin{aligned} \nabla^2 \mathbf{E} + k^2 \mathbf{E} &= -\mathbf{M}^3; \quad \nabla^2 \mathbf{H} + k^2 \mathbf{H} = -\mathbf{M}^M; \\ \mathbf{M}^3 &= -i\omega\mu_a \mathbf{j}^{3-ct} + (i\omega\varepsilon_a) \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{j}^{3-ct} - \operatorname{rot} \mathbf{j}^{M-ct}; \\ \mathbf{M}^M &= -i\omega\varepsilon_a \mathbf{j}^{M-ct} + (\omega\mu_a) \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{j}^{M-ct} - \operatorname{rot} \mathbf{j}^{3-ct}; \\ \nabla^2 \mathbf{E} + k^2 \mathbf{E} &= i\omega\mu_a \mathbf{j}^{3-ct} + 1/(\omega\varepsilon_a) \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{j}^{3-ct} - \operatorname{rot} \mathbf{j}^{M-ct}; \\ \nabla^2 \mathbf{H} + k^2 \mathbf{H} &= i\omega\varepsilon_a \mathbf{j}^{M-ct} + 1/(i\omega\mu_a) \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{j}^{M-ct} - \operatorname{rot} \mathbf{j}^{3-ct}. \end{aligned} \quad (34)$$

Разница в результатах в (31) и (34) в том, что при получении членов вида $\operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{j}^{3-ct}$ использовалась калибровка Лоренца вида:

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \mathbf{j}^{3-ct} &= -\varepsilon_a \partial \varphi^{3-ct} / \partial t; \\ \operatorname{div} \mathbf{j}^{3-ct} &= -c\varepsilon_a \partial \varphi^{3-ct} / \partial(ct); \\ 1/(i\omega\varepsilon_a) \operatorname{div} \mathbf{j}^{3-ct} &= -\varphi^{3-ct}, \end{aligned} \quad (35)$$

которая подставлялась в уравнение:

$$\mathbf{M}^{3'} = -\operatorname{grad} \varphi^{3-ct} - \mu_a \partial \mathbf{j}^{3-ct} / \partial t = -\operatorname{grad} \varphi^{3-ct} - i\omega\mu_a \mathbf{j}^{3-ct}. \quad (36)$$

При этом дифференцирование по времени убивается за счёт умножения на ω , а дифференцирование по координатам оставляется.

Если учесть, однозначные преобразования с равными изменениями приращений по (35), то интегрирование второго уравнения в (35) по длине даст соотношение:

$$1/(c\varepsilon_a) \mathbf{j}^{3-ct} = -\varphi^{3-ct}. \quad (37)$$

Понятно, что никаких «скачков» за счёт постоянных интегрирования быть не может, так как равные изменения дают одинаковый прирост величин, и изначальная количественная разница за счёт постоянных интегрирования соответствовало бы чуду возникновения этой разницы из ничего. Это соотношение (37) аналогично соотношению для вектор - потенциалов в [11] по формуле

$$(v/c^2)\mathbf{A} = \Phi, \quad (38)$$

с той лишь разницей, что вектор - потенциалы относятся к нашей системе наблюдения, так как значение скорости v относится к значению движущегося заряда, а мы рассматриваем вариант без зарядов в вакууме. То есть, мы связываем образование ε_a за счёт движения в противоположности. Напомним, что по нашей теории в вакууме $\varepsilon_a = \varepsilon_0 = u_0/c$, где u_0 связано со средней интегральной скоростью кинетического движения V_n в противоположности по формуле:

$$u_0 = \sqrt{c^2 - v_n^2}. \quad (39)$$

Таким образом, кинетическая энергия в противоположности переходит в потенциальную энергию в нашей системе наблюдения, и характеризует

$$iM^3 = M^{3'} + M^{3''} = i/(c\varepsilon_0) \text{grad } \mathbf{j}^{3-\text{CT}} - \mu_0 \partial \mathbf{j}^{3-\text{CT}} / \partial t - \text{rot } \mathbf{j}^{3-\text{CT}}. \quad (43)$$

Аналогично:

$$1/(c\mu_a) \text{div } \mathbf{j}^{3-\text{CT}} = -\partial \varphi^{3-\text{CT}} / \partial (ct); \quad (44)$$

$$1/(c\mu_a) \mathbf{j}^{3-\text{CT}} = -\varphi^{3-\text{CT}}. \quad (45)$$

$$M^{3'} = i/(c\mu_a) \text{grad } \mathbf{j}^{3-\text{CT}} - \varepsilon_a \partial \mathbf{j}^{3-\text{CT}} / \partial t; \quad M^{3''} = -\text{rot } \mathbf{j}^{3-\text{CT}}; \quad (46)$$

$$iM^3 = M^{3'} + M^{3''} = i/(c\mu_a) \text{grad } \mathbf{j}^{3-\text{CT}} - \varepsilon_a \partial \mathbf{j}^{3-\text{CT}} / \partial t - \text{rot } \mathbf{j}^{3-\text{CT}}.$$

В случае отсутствия источников излучения и поглощения ($M^3 = 0$, $M^3 = 0$), уравнения для электродинамических потенциалов (43) и (46) превращаются, как и усовершенствованные уравнения Максвелла (25), в уравнения нейтрино и антинейтрино, и в этом случае есть фактор различия электронных и мюонных нейтрино за счёт констант электрической и магнитной проницаемостей. Такой вид уравнений означает, что решение должно иметь комплексный характер. А это означает, что электромагнитные функции, как и вероятностные волновые функции Дирака имеют одинаковый вид. Отсюда следует вывод об электромагнитном происхождении частиц. Совместить электромагнитные составляющие с частицами по скоростным параметрам можно только единственным способом, который заключается в многократном замкнутом обмене через излучение и поглощение. Иначе надо было бы предположить независимость пространства и времени от электромагнитных составляющих за счёт исключения взаимного обмена. А тогда объяснить искривление прохождения луча света в гравитационном поле и изменение его частоты было бы невозможно.

коэффициент пространственно временного искривления в виде коэффициентов из констант электрической и магнитной проницаемостей. Мы можем заменить значение $\varphi^{3-\text{CT}}$ на значение $\mathbf{j}^{3-\text{CT}}$, тогда:

$$M^{3'} = 1/(c\varepsilon_a) \text{grad } \mathbf{j}^{3-\text{CT}} - \mu_a \partial \mathbf{j}^{3-\text{CT}} / \partial t. \quad (40)$$

Напомним, что для вакуума $\varepsilon_a = \varepsilon_0$ и $\mu_a = \mu_0$, и они учитывают состояние пространственно-временного искривления. Теперь учтём, что проекция вектор - потенциалов на время с умножением на мнимую единицу была введена ещё до нас в [12] и [13] в виде:

$$i\Phi = A_4; \quad A_x = A_1; \quad A_y = A_2; \quad A_z = A_3. \quad (41)$$

А значения $\varphi^{3-\text{CT}}$ и $\mathbf{j}^{3-\text{CT}}$, как противоположности, имеют точно такую же связь как и вектор - потенциалы. Тогда, мы эту зависимость распространяем на полностью эквивалентные значения $\varphi^{3-\text{CT}}$ и $\mathbf{j}^{3-\text{CT}}$. В этом случае в соответствии с [10] имеем:

$$M^{3'} = i/(c\varepsilon_a) \text{grad } \mathbf{j}^{3-\text{CT}} - \mu_0 \partial \mathbf{j}^{3-\text{CT}} / \partial t; \quad (42)$$

$$M^{3''} = -\text{rot } \mathbf{j}^{3-\text{CT}}; \quad M^3 = M^{3'} + M^{3''}.$$

Для полного совпадения с записей (31) и (34) мы должны записать:

Тот факт, что начальными основополагающими уравнениями являются электронные и мюонные нейтрино и антинейтрино, позволяет сделать очередной вывод, что электромагнитные волны, которые получаются в результате применения операции ротора к усовершенствованным уравнениям Максвелла и к уравнениям с электродинамическими потенциалами являются результатом взаимодействия электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино. Иными словами, ассоциативность и независимость электромагнитных волн достигается за счёт того, что электромагнитная волна уже выступает как законченная замкнутая система. Действительно, уравнения Дирака отражают электрон и позитрон. При массе покоя равном нулю уравнения Дирака переходят в уравнения нейтрино и антинейтрино. При аннигиляции электрона и позитрона возникают два (реже) три γ -фотона, разлетающихся в разные стороны. Отсюда можно сделать только однозначный вывод: *результат образования электромагнитных волн может быть только за счет взаимодействия электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино с константами электрической и магнитной проницаемостей среды,*

так как ничего иного изначально и нет. Независимость и ассоциативность электромагнитных волн уже заложена в процессе аннигиляции, так как если бы электромагнитные волны имели бы зависимость друг от друга, то разлететься в разные стороны они в принципе бы не могли. Иными словами *матема-*

тический механизм полной компенсации с обнулением для физики не действителен. На самом деле это бы означало исчезновение в ноль и появление из нуля, и тогда законы физики были бы не нужны.

Уравнения в (43) и (46) можно с учётом нашей теории и уравнений (32) выписать в следующем виде:

$$\begin{aligned} iM^3 &= (1/u_0)[i \operatorname{grad} \mathbf{j}^{3-ct} - \partial \mathbf{j}^{3-ct} / (c \partial t)] - \operatorname{rot} \mathbf{j}^{M-ct}; \\ iM^M &= u_0[i \operatorname{grad} \mathbf{j}^{M-ct} - \partial \mathbf{j}^{M-ct} / (c \partial t)] - \operatorname{rot} \mathbf{j}^{3-ct}. \end{aligned} \quad (47)$$

Таким образом, мы имеем полную аналогию с уравнениями (32). Становится понятным, что воздействовать на пространство и время можно только за счёт изменения параметров пространства и времени. Отсюда величины $\mathbf{j}^{3-ct}$ и $\mathbf{j}^{M-ct}$ должны характеризовать изменения среды. Но изменения среды выражаются двумя составляющими: поступательными и вращательными движениями, и эти изменения среды (за счёт движения) заложены в СТО Эйнштейна. Однако для вакуума пространственно-временное искривление по нынешним представлениям в физике не имеет движения, и в этом случае пространственно-временное искривление определяется ОТО Эйнштейна. Но дело в том, что и в ОТО изменения среды связано со скоростью движения, но определить систему отсчёта от которой будет отсчитываться скорость не представляется возможным. Ситуация была бы не разрешимой без наличия противоположности, где кинетическая и потенциальная энергия меняются местами, а это

означает, что значения $\mathbf{j}^{3-ct}$ и $\mathbf{j}^{M-ct}$ могут характеризовать такие движения только в противоположности.

Отсюда можно сделать запись $\mathbf{j}^{3-ct} = cP_E$ и $\mathbf{j}^{M-ct} = c^2 M_H$. Это аналогично записям вида $\mathbf{r} = ct$ и $H = cE$, которые связывают противоположности. Здесь значения P_E и M_H характеризуют усреднённые параметры длины и времени в противоположности с учётом интегральной усреднённой скорости движения в противоположности V_n , то есть усреднённого кинетического движения.

При этом $P_E = u_0 P_{E0}$ и $M_H = (1/u_0) M_{H0}$ – некоторые начальные значения длины и времени в противоположности. Произведение длины на время инвариантно в противоположности, как и в нашей системе наблюдения. Соответственно мы помним, что $H = cE$, тогда запишем:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \mathbf{E} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2 &= iM^3; \\ \nabla^2 \mathbf{H} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2 &= iM^M; \\ \nabla^2 \mathbf{E} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2 &= iM^M / c = iM^3. \end{aligned} \quad (48)$$

Аналогичные уравнения изменения электромагнитных составляющих в противоположности (а они представляются вектор - потенциалами $\mathbf{A}$ и ϕ) от параметров движения объектов среды в нашей системе, есть и в классической электродинамике в виде [14]:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \mathbf{A} - (1/c^2) \partial^2 \mathbf{A} / \partial t^2 &= -\mu_0 \mathbf{j}; \\ \nabla^2 \phi - (1/c^2) \partial^2 \phi / \partial t^2 &= -\rho / \varepsilon_0. \end{aligned} \quad (49)$$

При этом значения $\mathbf{A}$ и ϕ зависят от скорости движения частицы (кинетической энергии, в соответствии с [11]). Внимательный читатель видит, что мы ничего не придумываем, всё уже было придумано до нас. Мы только показали логику этих решений и расшифровали суть значений констант электрической и магнитной проницаемостей, то есть дали этим проницаемостям физическую суть в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна. Теперь остаётся вспомнить, что чтобы решить проблему Гюйгенса-Френеля по взаимному наведению и огибанию волной препятствия в вакууме при отсутствии зарядов и $\operatorname{div} \mathbf{D} = 0$, были приняты значения

для так называемых сторонних зарядов по теореме взаимности. Иными словами $\operatorname{div} P_{E0} = \rho_{E0}$, а $\operatorname{div} M_{H0} = \rho_{H0}$. Практически это означает, что определяющим для формирования излучения волн в противоположности является изменения среды в пространстве и времени. Далее мы учитываем, что в реальности надо учитывать градиент по каждому направлению, так как противоположности ортогональны и у реальных объектов нет параллельных электрических и магнитных составляющих, то есть вместо дивергенции надо рассматривать градиент по каждому направлению. Отсюда мы можем записать:

$$\begin{aligned} \varepsilon_0 [ic \operatorname{grad} P_{E0} - \partial P_{E0} / \partial t] - c \operatorname{rot} M_{H0} &= i\varepsilon_0 [\nabla^2 \mathbf{E} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2] = i\varepsilon_0 M^3; \\ \mu_0 [ic^2 \operatorname{grad} M_{H0} - \partial M_{H0} / \partial t] - \operatorname{rot} P_{E0} &= i\mu_0 [\nabla^2 \mathbf{H} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2] = i\mu_0 M^M. \end{aligned} \quad (50)$$

В итоге следует вывод: значения M^3 и M^M в динамике волновых процессов определяют изменения среды пространственно-временного искривления в противоположности. Именно эти значения формируют в нашей системе наблюдения волновые электромагнитные составляющие, аналогично тому, как изменения среды в нашей системе наблюдения формируют волновые свойства вектор - потенциалов, которые в противоположности отображают электромагнитные свойства.

В результате мы видим, что указанный вид уравнений аналогичен виду уравнений Дирака, но с учётом констант электрической и магнитной проницаемостей. Система уравнений Дирака была выведена из уравнения энергии Эйнштейна. Отличие по знакам суммы и разности можно отнести из условия того, что сумма в одной противоположности означает вычитание в другой противоположности. А так как уравнение энергии Эйнштейна инвариантно в любой системе координат, то понятно, что при разложении уравнения энергии должно отображаться представление объекта в разных системах наблюдения. Заметим, что уравнения (50) представляют собой соответствие противоположностей с сохранением закона сохранения количества в каждой из противоположностей, и в этом случае мы должны иметь уравнения вида:

ностей с сохранением закона сохранения количества в каждой из противоположностей, и в этом случае мы должны иметь уравнения вида:

$$\begin{aligned}\epsilon_0 [ic \operatorname{grad} P_{E0} - \partial P_{E0} / \partial t] - c \operatorname{rot} M_{H0} &= 0; \\ \epsilon_0 [\nabla^2 \mathbf{E} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2] &= 0; \\ \mu_0 [ic^2 \operatorname{grad} M_{H0} - \partial M_{H0} / \partial t] - \operatorname{rot} P_{E0} &= 0; \\ \mu_0 [\nabla^2 \mathbf{H} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2] &= 0.\end{aligned}\quad (51)$$

В этом случае мы получаем только независимые уравнения. А как в таком случае перейти к уравнению движения частицы, не нарушая закона сохранения энергии? Это можно сделать только по замкнутому циклу взаимного преобразования, где изменения по времени со скоростью света компенсируют друг друга. Поэтому, покажем, как это делается с помощью нашей теории. Для этого вспомним подход Дирака с переходом к уравнениям Паули (описанный выше), но с учётом нашего подхода в [8], который позволяет учесть константы электрической и магнитной проницаемостей. По-другому говоря, мы не исключаем взаимодействия со средой распространения. Отсюда учитывая, что вид (50) не позволяет выявить ортогональность составляющих E и H , необходимо расписать составляющие по координатам и с учётом инвариантности в виде:

$$\begin{aligned}\mu_0 [\partial H_{y0} / \partial t + ic \partial H_{t0} / \partial y] - \partial E_{z0} / \partial x - \partial E_{x0} / \partial z &= i\mu_0 G; \\ \mu_0 [\partial H_{y0} / \partial t - ic \partial H_{t0} / \partial y] + (\partial E_{x0} / \partial z - \partial E_{z0} / \partial x) &= i\mu_0 G; \\ \epsilon_0 [\partial E_{y0} / \partial t + ic \partial E_{t0} / \partial y] - \partial H_{z0} / \partial x - \partial H_{x0} / \partial z &= -i\epsilon_0 S; \\ \epsilon_0 [\partial E_{y0} / \partial t - ic \partial E_{t0} / \partial y] + (\partial H_{x0} / \partial z - \partial H_{z0} / \partial x) &= -i\epsilon_0 S.\end{aligned}\quad (52)$$

$$\begin{aligned}\text{Здесь} \quad G &= (\nabla^2 \mathbf{H} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2) = M^M; \\ S &= (\nabla^2 \mathbf{E} + (1/c^2) \partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2) = M^3.\end{aligned}$$

Иными словами – это вид, аналогичный системе уравнений Дирака. Здесь знаки перед G и S , которые характеризуют напряжённости магнитных и электрических полей, представлены противоположно, так как сложение в одной противоположности означает вычитание в другой. Понятно, что значения в левой и в правой части уравнений (52) эквиваленты нулю в соответствии с законом сохранения количества (так как закон сохранения количества выполняется каждой противоположности по отдельности). Однако, чтобы этот закон сохранения количества соблюдался в каждой из противоположностей необходим обмен первичными объектами между противоположностями. Это видно из преобразований Лоренца-Минковского, где время преобразуется в длину по формулам (22).

Нам остаётся разобраться с упругим отражением. Здесь необходимо вспомнить классическую электродинамику, но с учётом нашей теории. По классической электродинамике отражение и преломление электромагнитных волн при нормальном падении определяется по формуле [15]:

$$\begin{aligned}E_{01} &= 2E_0 / (1 + \chi); \\ E_{02} &= E_0 (\chi - 1) / (\chi + 1),\end{aligned}\quad (53)$$

где

$$\chi = \mu n_1 / \mu_1 n = \sqrt{\epsilon_1 \mu} / \epsilon \mu_1. \quad (54)$$

Далее мы учитываем, что для вектора Пойтинга верно соотношение:

$$\mathbf{W} = \mathbf{w} c / (4\pi) \sqrt{\epsilon / \mu} E^2. \quad (55)$$

Здесь $\mathbf{w}$ – единичный вектор.

Отсюда нетрудно подсчитать коэффициенты отражения Θ и прохождения Ω , которые определяются соответственно как отношения интенсивности отражённой и преломлённой волн к интенсивности падающей волны. Таким образом

$$\Theta = \mathbf{W}_2 / \mathbf{W} = (E_{02} / E_0)^2; \quad (56)$$

$$\Omega = \mathbf{W}_1 / \mathbf{W} = \sqrt{\epsilon_1 \mu} / \epsilon \mu_1 (E_{01} / E_0)^2. \quad (57)$$

В частности, для нормального падения, согласно (53), находим:

$$\Theta = [(\chi - 1)(1 + \chi)]^2; \quad (58)$$

$$\Omega = \chi [2 / (1 + \chi)]^2; \quad (59)$$

$$\Theta + \Omega = 1; \quad \chi = \sqrt{\epsilon_1 \mu} / \epsilon \mu_1. \quad (60)$$

Однако формулы расчёта (58)–(60) приведены для случая изменения сред по плотности на основании значений:

$$v_\phi = c / \sqrt{\epsilon \mu}; \quad v_{\phi 1} = c / \sqrt{\epsilon_1 \mu_1}. \quad (61)$$

В вакууме скорость распространения должна быть одна и та же. При этом факт искривления направления движения есть и зафиксирован на

практике, но нет изменения в значении скорости света c . Ведь изменение скорости света в зависимости от гравитационного поля означало бы нарушение преобразований Лоренца - Минковского, где значение величины гравитационного поля определяется именно пространственно-временным искривлением с учётом постоянной скорости света. Поэтому, если предположить изменение скорости распространения в зависимости от гравитационного поля, то тогда надо признать изменение закона в зависимости от пространственно-временного искривления. Но это означает нарушение инвариантной формы и закона сохранения количества. При $\varepsilon=1$ и $\mu=1$, что соответствует так называемому вакууму, нет иных величин для изменения, как ε_0 и μ_0 . Так же должно выполняться условие $\varepsilon_0\mu_0=1/c^2$. Отсюда остаётся предположить, что имеет место:

$$1/c^2 = \varepsilon_0\mu_0 = \varepsilon_0^*\mu_0^* = \varepsilon_0^+\mu_0^+ \quad (63)$$

Здесь, например, значения $\varepsilon_0 > \varepsilon_0^* > \varepsilon_0^+$, а $\mu_0 < \mu_0^* < \mu_0^+$.

Вывод: вариант использования законов Снеллиуса (по принципу Ферма) на основе разницы показателей преломления сред с изменением скорости распространения $v_\phi < c$ в среде для рассмотрения изменения направления движения электромагнитной волны в гравитационном поле (вакууме) не подходит.

Ситуация имела бы тупиковый результат, если бы нельзя было перейти на рассмотрение явлений на границе раздела сред с учётом принципа Гюйгенса-Френеля, который считается тождественным принципу закона Снеллиуса, но как мы видим не во всех средах. Иными словами, в этом случае вариант расчёта преломлённой и отражённой волн на границе раздела сред должен вестись исходя из возбуждения электромагнитных волн как бы вторичными источниками с учётом амплитуды и фазы первоначальной падающей волны на границу раздела сред и амплитуд преломлённой и отражённой волн. Причём вместо ε берём, например, ε_0^* , а вместо ε_1 вписываем ε_0^+ . Аналогично, вместо μ берём μ_0^* , а μ_1 меняем на μ_0^+ .

При таком подходе находит объяснение и другое явление, связанное с изменением частоты в гравитационном поле при сохранении скорости света с учетом нашей теории, где принято: $\mu_0 = 1/cu$;

$\varepsilon_0 = u/c$; $u = \sqrt{c^2 - v_n^2}$. Следовательно, если мы хотим учесть влияние среды, то должны взять отношение $\mu_0/\varepsilon_0 = u^2$, которое зависит от скорости v_n в противоположности. В соответствии со скоростью v_n в противоположности и в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна меняются собственные значения длины и времени в нашей системе наблюдения, и это даёт формирование гравитационного

поля, что и приводит к изменению частоты. Косвенно это видно при увеличении частоты фотона при приближении к центру гравитации.

Благодаря нашей теории, мы находим объяснение не только искривлению пути прохождения фотона в гравитационном поле, но и объясняем изменение частоты, строго опираясь на СТО и ОТО Эйнштейна. При этом мы имеем однозначную связь через обмен между пространственно-временным искривлением с электромагнитным полем; у нас парадокс Эйнштейна, связанный с сингулярностями отсутствует.

Только наша теория даёт физическое объяснение роли и сути констант электрической и магнитной проницаемостей, как отражения движения в противоположности. Наша теория решает проблему, которая возникала в ОТО Эйнштейна из-за отсутствия привязки к системе отсчёта, изменения значений мельчайших однородных пространственно-временных элементов в зависимости от скорости движения по СТО. Иными словами, наличие глобальных Противоположностей в Мироздании, утверждаемых по нашей теории, позволяет искривление пространственно-временных мельчайших элементов, дающих гравитационное поле, интерпретировать по СТО величиной скорости движения с проекцией её на время. Отсюда система отсчёта для выбора скорости по СТО в ОТО всегда совпадает с мельчайшим пространственно-временным элементом. Эта логика следует из СТО, с рассмотрением общего пространственно-временного континуума, при представлении длины и времени в одной системе отсчёта (через проекцию длины и времени в другой системе отсчёта). В таком случае проекцию на время должна иметь и скорость в силу того, что иное означало бы неподчинение изменения значения скорости преобразования Лоренца-Минковского. Иное соответствует независимости, при котором такая величина вообще не может быть обнаружена в нашем Мироздании.

Таким образом, наша теория подтвердила гипотезу Дж. Томпсона об электромагнитном происхождении массы электрона. Отсюда упругое столкновение с фотоном имеет непротиворечивое объяснение. В этом случае есть причина появления ортогональной составляющей к направлению движению первоначального фотона в эффекте Комптона, так как электромагнитное замкнутое движение у электрона даёт две противоположные составляющие, которые при взаимодействии фотона с электроном делятся между новым отражённым фотоном и электроном.

Литература

1. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. С. 18.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. – М.: Наука, 1979. С. 43.
3. Hawking, S.W. Black hole explosions? 1974. Nature 248 (5443): p.30–31.
4. Рысин А.В., Рысин О.В., Бойкачев В.Н., Никифоров И.К. Математическое обоснование философских законов теории мироздания // Науч. журнал "

Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) / 2017/ – № 14 (14), vol 1 – p. 99–108.

5. Рысин А.В., Рысин О.В., Бойкачев В.Н., Никифоров И.К. Иерархия мироздания и математическое получение константы в усовершенствованных уравнениях Максвелла // Науч. журнал " Sciences of Europe" (Praha, Czech Republic) / 2016/ – № 10 (10), vol 2 – p. 73–85.

6. Рысин А.В. Революция в физике на основе исключения парадоксов / А.В. Рысин, О.В.Рысин, В.Н. Бойкачев, И.К. Никифоров. – М.: Техносфера, 2016. 875 с.

7. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – М: Высш. шк. 1980. С. 226.

8. 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.

9. 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.

10. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Советское радио, 1979. С. 40.

11. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6: Электродинамика. С. 165.

12. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. С. 317.

13. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6: Электродинамика. С. 271.

14. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1989. С. 119.

15. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – М: Высш. шк. 1980. С. 116.

НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

Чочиев Т.З.

профессор Юго-Осетинского государственного университета, кандидат физико-математических наук, Юго-Осетинский государственный университет им. А.А. Тибилова

THE NONLINEAR EQUATION OF THE THIRD ORDER

Chochiev T.Z.

professor of South Ossetian State University, candidate of physical and mathematical sciences, South Ossetian State University named after A.A. Tibilov

АННОТАЦИЯ

Любое линейное уравнение порядка второго и выше, имеет сопровождающее нелинейное уравнение, на единицу меньшего порядка, от решения которого зависит упомянутое линейное уравнение. В настоящем, имея в распоряжении результат исследованного линейного уравнения третьего порядка и его сопровождающего уравнения второго порядка [3, 4, 5], в явной форме строим решение вышеупомянутого нелинейного уравнения третьего порядка.

ABSTRACT

Any linear equation of the order of the second and higher, has an accompanying nonlinear equation, one less order, the solution of which depends on the mentioned linear equation. In the present, having at disposal the result of the investigated linear equation of the third order and its accompanying equation of the second order [3, 4, 5], we explicitly construct the solution of the above-mentioned nonlinear equation of the third order.

Ключевые слова: уравнение, линейное, нелинейное, порядок, решение, понижение, выполнение, удовлетворение, класс Риккати.

Keywords: equation, linear, nonlinear, order, solution, reduction, fulfillment, satisfaction, Riccati class.

II. 1. Нелинейное уравнение третьего порядка.

Нелинейное уравнение третьего порядка в приведенной форме подразумевается

$$[(z' - z^2 + Az - B)' + (A - z)(z' - z^2 + Az - B) + C]' + (A - z)[(z' - z^2 + Az - B)' + (A - z)(z' - z^2 + Az - B) + C] = D. \quad (1.1)$$

где $A(x), B(x), C(x)$ и $D(x)$ – заданные функции в области задания уравнения (1.1); причем $A(x)$ и $B(x)$ допускают производные до второго порядка, $C(x)$ – дифференцируемая функция, $D(x)$ – непрерывна в упомянутой области, а $z(x)$ искомая функция. Пусть $D(x) = 0$. Тогда (1.1) представляем так:

$$[(z'_0 - z_0^2 + Az_0 - B)' + (A - z_0)(z'_0 - z_0^2 + Az_0 - B) + C]e^{\int_0^x (A - z_0) dx} = 0$$

Отсюда замечаем, что

$$[(z'_0 - z_0^2 + Az_0 - B)' + (A - z_0)(z'_0 - z_0^2 + Az_0 - B) + C]e^{\int_0^x (A - z_0) dx} = C_0. \quad (1.1)_1$$

Или, как легко угадать

$$\left[-(-z'_0 + z_0^2 - Az_0 + B)e^{-\int_0^x z_0 dx} \cdot e^{\int_0^x A dx} \right]' + Ce^{-\int_0^x z_0 dx} \cdot e^{\int_0^x A dx} = C_0,$$

где C_0 – постоянная, а z_0 соответствует допущению $D(x) = 0$. (1.1).

Последнее допускает еще представление вида:

$$\left[-\left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)'' - A \left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)' - B e^{-\int_0^x z_0 dx} \right]' + \\ + A \left[-\left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)'' - A \left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)' - B e^{-\int_0^x z_0 dx} \right] + C e^{-\int_0^x z_0 dx} = C_0 e^{-\int_0^x A dx}.$$

Или, произведя соответствующую группировку и для коэффициентов приняв новые обозначения, окончательно получим:

$$\left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)''' + \bar{A} \left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)'' + \bar{B} \left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)' + \bar{C} e^{-\int_0^x z_0 dx} = C_0 e^{-\int_0^x A dx}, \quad (1.2)$$

где

$$\bar{A} = 2A; \quad \bar{B} = A' + A^2 + B; \quad \bar{C} = B' + AB - C. \quad (1.2)_1$$

Линейное уравнение третьего порядка нами исследовано в [1, 3]. Но так как (1.1) изучается впервые, то рассмотрим (1.2) независимо от известных работ:

Докажем теорему.

Теорема 1. Если соотношения

$$\begin{cases} \bar{A}_1 - \bar{C}_3 = \bar{A}, \\ \bar{A}_1' - \bar{A}_1 \bar{C}_3 + \bar{B}_1 = \bar{B}, \\ \bar{B}_1' - \bar{B}_1 \bar{C}_3 = \bar{C}, \end{cases} \quad (1.3)$$

выполняются относительно неизвестных $\bar{A}_1, \bar{B}_1$ и $\bar{C}_3$, то уравнение (1.2) допускает понижение порядка производной и переходит к линейному уравнению второго порядка.

В (1.2) $\bar{A}_1, \bar{B}_1$ и $\bar{C}$ коэффициентов заменяем левыми выражениями из (1.3). После соответствующей группировки оно перейдет к линейному уравнению первого порядка относительно квадратных скобок:

$$\left[\left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)'' + \bar{A}_1 \left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)' + \bar{B}_1 e^{-\int_0^x z_0 dx} \right]' - \\ - \bar{C}_3 \left[\left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)'' + \bar{A}_1 \left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)' + \bar{B}_1 e^{-\int_0^x z_0 dx} \right] = C_0 e^{-\int_0^x A dx}$$

из которого следует:

$$\left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)'' + \bar{A}_1 \left(e^{-\int_0^x z_0 dx} \right)' + \bar{B}_1 e^{-\int_0^x z_0 dx} = C_0 e^{-\int_0^x \bar{C}_3 dx} \left(1 + \int_0^x e^{-\int_0^x (A + \bar{C}_3) dx} \right). \quad (1.4)$$

Теорема 1 войдет в свою законную силу, если из (1.3) найдем $\bar{A}_1, \bar{B}_1$ и $\bar{C}_1$. Пусть

$$\bar{A}_1 = z^*, \quad (1.4)_1$$

то есть,

$$\begin{cases} \bar{C}_3 = z^* - \bar{A}, \\ \bar{B}_1 = \bar{B} - z^* + z^{*2} - \bar{A} z^*, \\ \bar{B}_1' = \bar{B}' - z^{*'} + 2z^* z^{*'} - \bar{A} z^{*'} - \bar{A}' z^*. \end{cases} \quad (1.5)$$

Подставляя эти значения в третье равенство (1.3), после приведения придем к нелинейному уравнению относительно z^* ,

$$(z^{*'} - z^{*2} + \bar{A} z^* - \bar{B})' + (\bar{A} - z^*)(z^{*'} - z^{*2} + \bar{A} z^* - \bar{B}) = -\bar{C}(x). \quad (1.6)$$

Нужно построить z^* , чтобы из (1.4)₁ и (1.5) нашли $\bar{A}_1, \bar{B}_1$ и $\bar{C}_3$. Только тогда мы сможем в (1.4) перейти к очередному понижению порядка производной для построения z_0 .

В (1.6) все коэффициенты $\bar{A}, \bar{B}$ и $\bar{C}$ известные функции (см. (1.2)). Решаем его по известному способу.

В частности, пусть в (1.6) $\bar{C}(x) = 0$. Его можно переписать в виде

$$\left[(z_0^{*'} - z_0^{*2} + \bar{A} z_0^* - \bar{B}) e^{\int_0^x (\bar{A} - z_0^*) dx} \right]' = 0,$$

или

$$(-z_0^{*'} + z_0^{*2} - \bar{A} z_0^* + \bar{B}) e^{-\int_0^x z_0^* dx} = -C_0 e^{-\int_0^x \bar{A} dx}. \quad (1.6)_1$$

Отсюда следует уравнение второго порядка

$$\left(e^{-\int_0^x z_0^* dx} \right)'' + \bar{A} \left(e^{-\int_0^x z_0^* dx} \right)' + \bar{B} e^{-\int_0^x z_0^* dx} = -C_0 e^{-\int_0^x \bar{A} dx}, \quad (1.7)$$

которое, путем хорошо нам известного преобразования (см. [3] и [4]),

$$\bar{l}_1 + \bar{l}_2 = \bar{A}; \quad \bar{l}_1' + \bar{l}_1 \bar{l}_2 = \bar{B} \Rightarrow \bar{l}_1' - \bar{l}_1^2 + \bar{A} \bar{l}_1 - \bar{B} = 0, \quad (1.8)$$

$$\bar{l}_2 = \bar{A} - \bar{l}_1,$$

приведено к виду

$$\left[\left(e^{-\int_0^x z_0^* dx} \right)' + \bar{l}_1 e^{-\int_0^x z_0^* dx} \right]' + \bar{l}_2 \left[\left(e^{-\int_0^x z_0^* dx} \right)' + \bar{l}_1 e^{-\int_0^x z_0^* dx} \right] = -C_0 e^{-\int_0^x \bar{A} dx} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left(e^{-\int_0^x z_0^* dx} \right)' + \bar{l}_1 e^{-\int_0^x z_0^* dx} = -C_0 e^{-\int_0^x \bar{l}_2 dx} \int_0^x e^{-\int_0^x (\bar{A} - \bar{l}_2) dx} dx = C_0 g_1.$$

Следовательно,

$$e^{-\int_0^x z_0^* dx} = C_0 e^{-\int_0^x \bar{l}_1 dx} \int_0^x g_1 e^{\int_0^x \bar{l}_1 dx} dx. \quad (1.9)$$

Правая часть (1.9) и есть решение уравнения (1.7); $\bar{l}_1$ и $\bar{l}_2$ определяются из (1.8) [1, 4, 5].

Вернемся к решению уравнения (1.6). Применяем прием, называемый вариацией постоянного Лагранжа [1.2], то есть, в равенстве (1.6)₁ C_0 будем считать функцией $C_0 = C_0(x)$,

Подставим правую часть равенства

$$z_0^{*'} - z_0^{*2} + \bar{A}z_0^* - \bar{B} = C_0(x) e^{-\int_0^x (\bar{A} - z_0^*) dx}$$

в уравнение (1.6)

$$\frac{dC_0(x)}{dx} + (z_0^* - z^*)C_0(x) = -\bar{C}(x) e^{\int_0^x (\bar{A} - z_0^*) dx}.$$

Отсюда $C_0(x)$ есть,

$$C_0(x) = e^{-\int_0^x (z_0^* - z^*) dx} \left(\gamma_1 - \int_0^x \bar{C}(x) e^{\int_0^x (\bar{A} - z^*) dx} dx \right).$$

Следовательно,

$$z_0^{*'} - z_0^{*2} + \bar{A}z_0^* - \bar{B} = e^{-\int_0^x (\bar{A} - z_0^*) dx} \left(\gamma_1 - \int_0^x \bar{C}(x) e^{\int_0^x (\bar{A} - z^*) dx} dx \right), \quad (1.10)$$

где γ_1 – постоянная. Если $\bar{C}(x) = 0$, то (1.10) совпадает с (1.6)₁ и выполняется тождественно, если $\bar{C}(x) \neq 0$, то правая часть (1.10) удовлетворяет уравнению (1.6).

Таким образом, поскольку z^* неизвестна, то (1.10) неудобно для применения. z^* будем искать в форме:

$$z^* = z_0^* + \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)}, \quad (1.11)$$

где $\alpha(x)$ – неизвестна.

Подставим (1.11) в (1.6) и в правую часть (1.10),

$$\left[z_0^{*'} - z_0^{*2} + \bar{A}z_0^* - \bar{B} - 2z_0^* \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} + \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)' - \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)^2 + \bar{A} \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right]' + \left(\bar{A} - z_0^* - \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right) \times \\ \times \left[z_0^{*'} - z_0^{*2} + \bar{A}z_0^* - \bar{B} - 2z_0^* \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} + \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)' - \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)^2 + \bar{A} \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right] = -\bar{C}(x), \quad (1.12)$$

$$z_0^{*'} - z_0^{*2} + \bar{A}z_0^* - \bar{B} = e^{-\int_0^x (\bar{A} - z_0^* - \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)}) dx} \left(\gamma_1 - \int_0^x \bar{C}(x) e^{\int_0^x (\bar{A} - z_0^* - \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)}) dx} dx \right). \quad (1.13)$$

Группировка первого равенства дает:

$$(z_0^{*'} - z_0^{*2} + \bar{A}z_0^* - \bar{B})' + \left(\bar{A} - z_0^* - \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right) (z_0^{*'} - z_0^{*2} + \bar{A}z_0^* - \bar{B}) + \\ + \left[\left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)' - \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)^2 + (\bar{A} - 2z_0^*) \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right]' + \left(\bar{A} - z_0^* - \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right) \times \\ \times \left[\left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)' - \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)^2 + (\bar{A} - 2z_0^*) \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right] = -\bar{C}(x).$$

Сумма первых двух выражений вместе с правой частью, образуют тождество (см. (1.13)). Следовательно,

$$\left[\left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)' - \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)^2 + (\bar{A} - 2z_0^*) \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right]' + \left(\bar{A} - z_0^* - \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right) \times \\ \times \left[\left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)' - \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)^2 + (\bar{A} - 2z_0^*) \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right] = 0, \quad (1.14)$$

или, умножив его на $e^{\int_0^x (\bar{A} - z_0^* - \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)}) dx}$ получим производную произведения

$$\left(\left[\left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)' - \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)^2 + (\bar{A} - 2z_0^*) \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right] e^{\int_0^x (\bar{A} - z_0^* - \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)}) dx} \right)' = 0.$$

Отсюда

$$\left[\left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)' - \left(\frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right)^2 + (\bar{A} - 2z_0^*) \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} \right] e^{-\int_0^x \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} dx} = -\gamma_0 e^{-\int_0^x (\bar{A} - z_0^*) dx},$$

или

$$\left(e^{-\int_0^x \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} dx}\right)'' + (\bar{A} - 2z_0^*) \left(e^{-\int_0^x \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} dx}\right)' = \alpha_0 e^{-\int_0^x (\bar{A} - z_0^*) dx}. \quad (1.15)$$

где α_0 – постоянная.

Таким образом, из (1.15) устанавливаем

$$e^{-\int_0^x \frac{\bar{C}(x)}{\alpha(x)} dx} = \gamma_0 + \alpha_0 \int_0^x e^{-\int_0^x (\bar{A} - 2z_0^*) dx} \left(1 + \int_0^x e^{-\int_0^x z_0^* dx} dx\right) dx,$$

или, окончательно для $\alpha(x)$ находим

$$\alpha(x) = \frac{\bar{C}(x) \left[\gamma_0 - \int_0^x e^{-\int_0^x (\bar{A} - 2z_0^*) dx} \left(1 + \int_0^x e^{-\int_0^x z_0^* dx} dx\right) dx\right]}{1 + \int_0^x e^{-\int_0^x z_0^* dx} dx} e^{\int_0^x (\bar{A} - 2z_0^*) dx}. \quad (1.16)$$

Если $x = 0$, то $\gamma_0 = \frac{\alpha(0)}{\bar{C}(0)}$, $\alpha_0 = -1$.

Итак, мы построили z_0^* и дается формулой (1.9), построили $\alpha(x)$ и определяется формулой (1.16), тем самым построена функция $z^*(x)$ и выражается формулой (1.11). Но, распоряжением над $z^*(x)$ функцией, сразу находим $\bar{A}_1, \bar{B}_1$ и $\bar{I}_3$ согласно (1.4)₁ и (1.5). Этим теорема 1 доказана. То есть, в равенстве (1.4) можем продолжить операцию понижения порядка производной.

Литература

1. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. Госиздат техн. литературы. 1953, с. 468.
2. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Л., 1955, с. 656.
3. Чочиев Т.З. Дифференциальные уравнения высшего порядка. // XII МНПК. «Отечественная наука в эпоху изменений постулаты прошлого и

теории нового времени» ISSN 3385-8879 НАУ часть 3. Екатеринбург, 2015г, с. 18.

4. Чочиев Т.З. SCIENCE AND WORLD. International Scientific Journal, №5 (45), 2017. Vol. I. ISSN 2308-4804.

5. Чочиев Т.З. Наука, образование и инновации. Сборник статей МНПК, 28.XII.2015 г., часть 5, Челябинск.

TECHNICAL SCIENCES

КРУТИЛЬНАЯ ЖЕСТКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ДВУТАВРОВЫХ БАЛОК С МНОГОРЯДНЫМ АРМИРОВАНИЕМ ПРИ НАЛИЧИИ НОРМАЛЬНЫХ ТРЕЩИН

Азизов Т.Н.

докт. техн. наук, проф.

Орлова О.М.

Нагайчук Е.

канд. техн. наук

Уманский государственный педагогический университет имени Павла Тычины

TORSIONAL STIFFNESS OF REINFORCED I-BEAMS WITH MULTIPLE REINFORCEMENT WITH NORMAL CRACKS

Azizov T.,

Professor, DSc (eng.)

Orlova O.,

Nagaichuk O.

Candidate of Technical Sciences (PhD)

Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Ukraine

АННОТАЦИЯ

Приведена методика определения крутильной жесткости железобетонных стержневых элементов с нормальными трещинами, отличающаяся учетом многорядного расположения продольной арматуры. На примере двутаврового сечения показана функция зависимости взаимного смещения берегов нормальной трещины от высоты этой трещины. Приведен алгоритм расчета жесткости элемента с нормальной трещиной, отличающийся своей простотой и отсутствием итераций. Поперечные силы в стержнях продольной арматуры определяются из решения составленной системы уравнений.

ABSTRACT

The article is devoted to the method of determining the twisting stiffness of reinforced concrete rods with normal cracks, which differ by multi-row arrangement of valves. An I-beam is taken as an example, the dependence of the mutual displacement of the normal crack faces on the height of this crack is shown. An algorithm for calculating the stiffness of an element with a normal crack is given. The algorithm is notable for its simplicity and lack of iterations. The transverse forces in the rods of the longitudinal reinforcement are determined by solving a system of equations.

Ключевые слова: кручение, железобетонный стержень, нормальная трещина, арматура.

Keywords: torsion, reinforced concrete element, normal crack, reinforcement.

Постановка задачи и анализ исследований.

Крутильная жесткость железобетонных элементов с трещинами изучена значительно меньше их изгибной жесткости. При этом основное внимание в научных работах и нормативных документах, посвященных работе железобетонных элементов при кручении, уделено элементам с пространственными (спиральными) трещинами [1, 3, 8, 9]. Однако, экспериментальными и теоретическими исследованиями было показано [4, 5, 11], что нормальные трещины также оказывают существенное влияние на жесткость при кручении стержневых железобетонных элементов. В работах Т.Н. Азизова [2, 5, 7] рассмотрены численные и приближенные методики определения крутильных жесткостей элементов прямоугольного, таврового, коробчатого и полого треугольного сечений. Однако многие стержневые железобетонные элементы имеют двутавровое сечение. К такому типу можно отнести и пустотные плиты перекрытий, и мостовые балки с пустотами различного очертания. Кроме того, в вышеуказанных работах не учтено наличие многих

(более двух) стержней продольной арматуры.

В связи с вышесказанным **целью настоящей статьи** является разработка методики определения крутильной жесткости стержневого железобетонного элемента двутаврового сечения с нормальными трещинами при наличии в сечении любого количества стержней продольной арматуры.

Изложение основного материала.

Как было показано в работах автора [1, 5, 7] для определения крутильной жесткости элемента (в принципе любого поперечного сечения) следует мысленно рассечь все продольные стержни арматуры. Далее следует определить взаимное смещение берегов нормальной трещины. Эту задачу можно решить несколькими способами. Наиболее точным решением этой задачи является моделирование объемными конечными элементами. При этом определяется взаимное перемещение берегов нормальной трещины на крайней грани элемента. На рис. 1 приведена схема взаимного смещения $\Delta_{\text{сг}}$ берегов нормальной трещины при кручении стержневого элемента прямоугольного сечения.

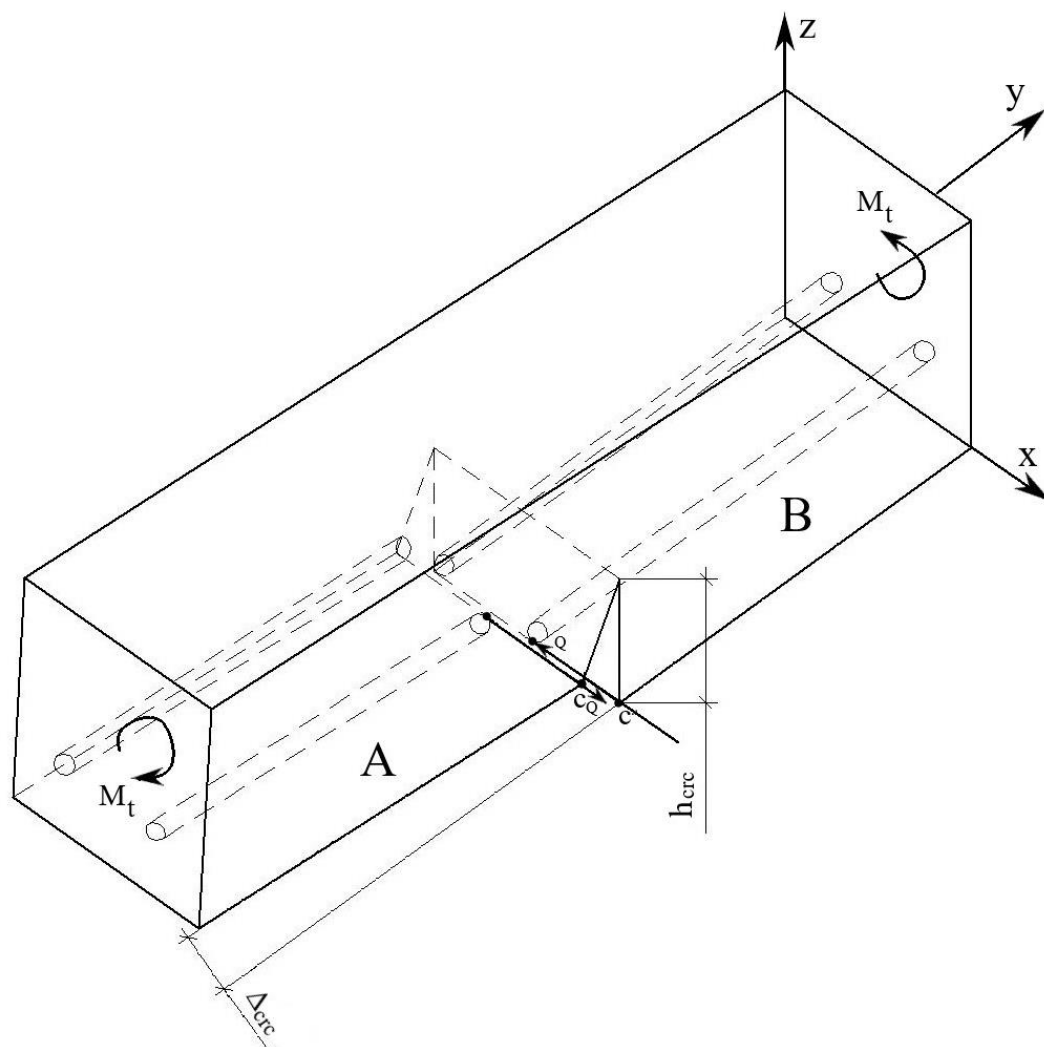


Рис. 1. Схема для определения нагельной силы в арматуре при взаимном повороте двух блоков, отделенных трещиной

Перемещение точки С относительно точки C^I имеет в общем случае две составляющие – по направлению горизонтальной оси X и вертикальной оси Z. Этому перемещению сопротивляется нагельная сила Q в продольной арматуре и не треснувшая часть бетонного сечения в верхней зоне элемента над нормальной трещиной (см. рис. 1).

На основании серии расчетов легко получить функцию зависимости Δ_{cr} от высоты h_{cr} трещины $\Delta_{cr} = f(h_{cr})$. Для этого рассчитываемый стержневой элемент двутаврового сечения следует смоделировать в любом известном программном комплексе типа Ansys, Lira и др. с помощью объемных конечных элементов. Учитывая, что применяемые на практике типовые конструкции имеют не очень большую номенклатуру типоразмеров, решение такой задачи не составляет особого труда.

Для пояснения рассмотрим пример для стержневого элемента двутаврового поперечного сечения (экспериментальный образец). Размеры поперечного сечения двутавра следующие: ширина верхней полки $b_f^I = 250$ мм; ширина нижней полки $b_f^I = 75$ мм; толщина ребра $t = 30$ мм; толщины верхней и нижней полок $h_f^I = h_f^I = 40$ мм. Модуль деформаций материала балки (бетона) $E_b = 25000$ МПа. На торец элемента действует крутящий момент $M_t = 10$ кН·см. Нормальная трещина смоделирована в виде промежутка малой величины с отсутствием конечных элементов (условный разрез).

Графики функций взаимных перемещений $\Delta_{cr,x}$ и $\Delta_{cr,z}$ в зависимости от высоты трещины h_{cr} (мм) приведены на рис. 2. По вертикальной оси отложены значения $\Delta_{cr,x}$ и $\Delta_{cr,z}$, умноженные на 100 (мм). По горизонтальной линии – значения высоты нормальной трещины h_{cr} (мм)

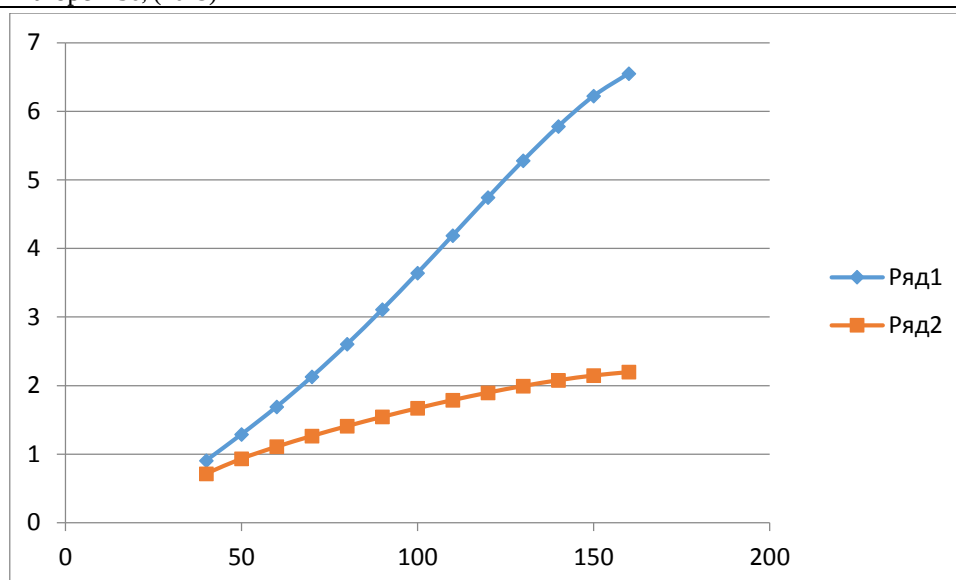


Рис. 2. Графики зависимости взаимных перемещений берегов нормальной трещины ($\Delta_{crc} \cdot 100$ мм) от ее высоты (горизонтальная ось) h_{crc} (мм):
 ряд 1 – горизонтальные перемещения $\Delta_{crc,x}$;
 ряд 2 – вертикальные перемещения $\Delta_{crc,z}$

Зная величины $\Delta_{crc,x}$ и $\Delta_{crc,z}$, нетрудно определить полное взаимное смещение Δ_{crc} берегов трещины по очевидному выражению:

$$\Delta_{crc} = \sqrt{\Delta_{crc,x}^2 + \Delta_{crc,z}^2} \quad (1)$$

График функции Δ_{crc} от высоты трещины h_{crc} приведен на рис. 3.

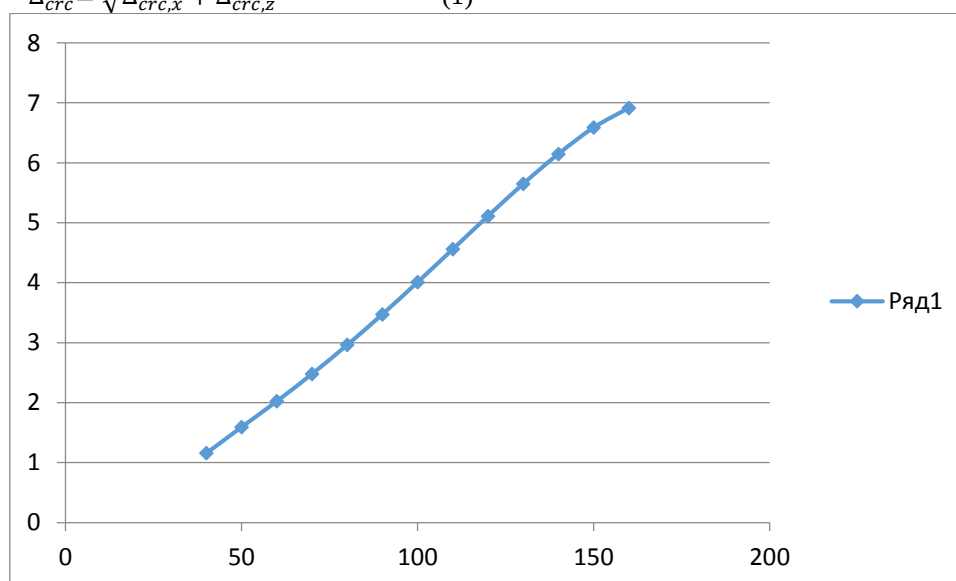


Рис. 3. График зависимости полных взаимных перемещений берегов нормальной трещины ($\Delta_{crc} \cdot 100$ мм) от ее высоты h_{crc} (мм):

Как видим, графики функций являются практически прямыми линиями. Аппроксимация этих функций имеет вид:

$$\Delta_{crc,x} = 0.049 \cdot h_{crc} - 1.227; \quad \Delta_{crc,z} = 0.012 \cdot h_{crc} + 0.37; \\ \Delta_{crc} = 0.05 \cdot h_{crc} - 0.945 \quad (2)$$

Следует, конечно же, иметь в виду, что при пользовании формулами (2) надо учитывать реальные величины модуля деформаций бетона E_b и крутящего момента M_b , т.к. формулы (2) получены из аппроксимации результатов численного расчета с конкретными данными величин E_b и M_b (см. выше).

Это нетрудно сделать умножением данных по (2) на отношение реальных модулей деформации и крутящего момента соответственно к модулю деформаций и моменту, приведенным выше в качестве примера.

Кроме того, следует иметь в виду, что не во всех случаях зависимости взаимного смещения берегов нормальной трещины от высоты трещины будут линейными, как в примере выше. Если трещина распространится в пределы верхней полки, то зависимость искривляется. Однако, получение таких зависимостей не сложно по вышеприведенной методике.

Распределение перемещений по ширине сечения будет линейным. Это следует из решения Сен-Венана, по которому поперечные сечения искривляются (в направлении продольной оси), но предполагается, что перемещения точек, лежащих в плоскости поперечных сечений, происходят так, что проекция деформированного сечения на плоскость, перпендикулярную к оси, сохраняет первоначальную форму сечения (см, например, [8, 12]). Другими словами, форма поперечного сечения не изменяется, но оно искривляется в направлении продольной оси (оси Y в нашем случае по рис. 1). В связи с этим, если известно расстояние $b_{s,i}$ от грани элемента до места расположения арматуры $A_{s,i}$ и величина перемещения Δ_{crc} , на грани плиты (определенная из решения задачи с помощью аппроксимации результатов конечно-элементного расчета по формуле 2), то взаимное смещение в месте расположения арматуры $A_{s,i}$ будет определена по очевидному выражению, полученному из подобия при деформации:

$$\Delta_{crc}^{s,i} = \Delta_{crc} \left(1 - \frac{b_{s,i}}{b}\right) \quad (3)$$

Таким образом определяются все взаимные смещения в местах расположения каждой i -той арматуры ($i=1 \dots n$, где n – количество стержней продольной арматуры в сечении)/

Основной задачей, как видим, является определение взаимного смещения берегов нормальной трещины в схеме с условно разрезанными стержнями продольной арматуры. Эту задачу следует решать, как рекомендовано выше, с помощью моделирования заданного сечения стержневого элемента (двутавр, тавр, прямоугольник и др.) с помощью объемных конечных элементов и аппроксимацией функциями типа (2). Прделанная один раз такая работа и полученная один раз формула типа (2) в дальнейшем может быть использована сколько угодно раз для решения задачи с различным армированием, различными прочностными и деформативными характеристиками бетона и арматуры. Таким образом можно получить для различных сечений базу данных и формулы подобные (2), как это рекомендовано в [2, 6].

После этого алгоритм определения крутильной жесткости многопустотной плиты с нормальными трещинами имеет нижеследующую структуру (в основе подхода лежит методика [2, 5, 7].

1. По выражениям (2) определяем взаимные смещения Δ_{crc} берегов трещины у крайней грани плиты от действия внешнего момента величиной M_i ;

2. По выражению (3) определяем взаимное смещение берегов трещины в местах расположения всех стержней арматуры $\Delta_{crc}^{s,i}$ ($i=1 \dots n$, где n – количество стержней продольной арматуры);

3. Определяем перемещение от местного смятия бетона под арматурным стержнем от действия единичной нагельной силы $Q=1$ по эмпирической формуле [10]:

$$\Delta_{loc} = \frac{1000}{d_s^3 E_c^2} + \frac{1}{d_s E_c} \quad (4)$$

где d_s и E_c – соответственно диаметр арматуры и модуль деформаций бетона.

4. Определяем взаимное смещение Δ_{crc}^Q берегов нормальной трещины от действия противоположно направленных единичных сил $Q=1$, приложенных в уровне ряда продольной арматуры (см. рис. 1). При этом также в модели с использованием объемных конечных элементов прикладываются силы $Q=1$ как показано на рис. 1. В результате получаем зависимости Δ_{crc}^Q подобные (2). Т.е. разница между определением величин Δ_{crc} и Δ_{crc}^Q заключается лишь в схеме приложения крутящего момента (в первом случае – в центре тяжести торцевого сечения; во втором – в уровне расположения арматуры двумя взаимно противоположно направленными силами).

5. Из условия поворота сечения как жесткого в своей плоскости (вышеупомянутое решение Сен-Венана) из геометрического подобия определяем взаимное смещение берегов трещины в местах расположения арматуры $A_{s,i}$ по формулам, аналогичным выражению (3) (с подстановкой вместо Δ_{crc} величины Δ_{crc}^Q . Таким образом определим все величины $\Delta_{Q,i,j}$ – смещение берегов трещины в месте расположения арматуры i от действия единичной силы $Q_j=1$, приложенной в месте расположения арматуры j

6. Следуя методике [2, 5, 7], но с учетом большего количества стержней арматуры, определяем неизвестные нагельные силы Q_i в каждой продольной арматуре $A_{s,i}$ из условия совместности деформаций в месте их мысленного рассечения. Эти силы определятся из системы уравнений:

$$\begin{aligned} Q_1(\Delta_{Q1,1} + 2\Delta_{loc}) + Q_2(\Delta_{Q1,2} + 2\Delta_{loc}) + \dots \\ + Q_n(\Delta_{Q1,n} + 2\Delta_{loc}) = \Delta_{crc}^{s,1} \\ Q_2(\Delta_{Q2,1} + 2\Delta_{loc}) + Q_2(\Delta_{Q2,2} + 2\Delta_{loc}) + \dots + \\ Q_n(\Delta_{Q2,n} + 2\Delta_{loc}) = \Delta_{crc}^{s,2} \quad (5) \\ Q_n(\Delta_{Qn,1} + 2\Delta_{loc}) + Q_2(\Delta_{Qn,2} + 2\Delta_{loc}) + \dots \\ + Q_n(\Delta_{Qn,n} + 2\Delta_{loc}) = \Delta_{crc}^{s,n} \end{aligned}$$

После определения всех нагельных сил жесткость железобетонного элемента с нормальной трещиной определится аналогично [5, 7] по выражению:

$$B_{crc} = \frac{\Delta_{bl}}{\Delta_{bl} + \Delta} B_t, \quad (6)$$

где Δ_{bl} – перемещение грани целого (без трещин) блока стержня, отделенного нормальной трещиной от кручения. Оно определяется по известным формулам сопротивления материалов; B_t – крутильная жесткость сплошного стержня без трещин; Δ – полное перемещение в трещине, равное по подобию с [5]:

$$\Delta = 2 \cdot Q_{max} \overline{\Delta_{loc}} \quad (7)$$

где Q_{max} – максимальная нагельная сила в стержнях продольной арматуры, определенная из системы (5). Так как все стержни арматуры сопротивляются взаимному перемещению берегов нормальной трещины, а согласно (4) смятие бетона

происходит одинаково под всеми стержнями, поэтому в (7) принята максимальная величина нагельной силы.

Выводы и перспективы исследований.

В результате теоретических исследований мы получили методику для определения крутильной жесткости железобетонного элемента любого поперечного сечения с нормальными трещинами при наличии любого количества продольной арматуры. Двухавтовое сечение принято лишь для пояснения сути методики и получения аппроксимационной формулы определения взаимного смещения берегов нормальной трещины. Предложенный алгоритм определения жесткости можно распространить на элементы любого поперечного сечения. Методика отличается простым способом определением зависимости перемещения берегов трещины от ее высоты и учетом многорядного расположения арматуры. Преимуществом методики является ее простота и отсутствие надобности нового расчета каждый раз при изменении высоты трещины и изменении количества арматуры.

В перспективе предполагается разработка программы для ЭВМ и экспериментальная проверка разработанной методики.

Литература

1. ACI 318-11, Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318M-11), American Concrete Institute, Farmington Hills, 2011.
2. Azizov T. Calculation of reinforced concrete ceilings with normal cracks accounting the Chebyshev approximation / T. Azizov, O. Melnik and others // 6 th International Scientific Conference "Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings" Transbud-2017. – Kharkiv, April 19-21, 2017/ - S. 1-7.
3. BS EN 1990:2002+A1:2005, Eurocode: Basis of Structural Design (includes Amendment A1:2005), (2002) 21.
4. Kochkarev D. Bending deflection reinforced

concrete elements determination/ D. Kochkarev, T. Azizov and T. Galinska // Published online: at the *MATEC Web of Conferences*, 16 November 2018.

5. Азизов Т.Н. Жесткость железобетонных элементов при кручении и ее влияние на пространственную работу мостов // *Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій* // Збірник наукових праць. НАН України. Фізико-мех.інститут ім. В.Г. Карпенка. – Львів, 2009. – С. 576-590.

6. Азизов Т.Н. Использование аппроксимационных конечных элементов в расчетах конструкций / Т.Н. Азизов // *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. Вип. 39, частина 1. – Одеса: Зовнішнєрекламсервіс, 2010. – С. 4-9.

7. Азизов, Т.Н. Определение крутильной жесткости железобетонных элементов с трещинами / Т.Н. Азизов // *Дороги і мости. Збірник наукових праць*. К.: ДерждорНДІ, 2007. – Вип. 7. Том 1. – С. 3-8.

8. Арутюнян Н.Х. Кручение упругих тел. / Н.Х. Арутюнян, Б.Л. Абрамян. – М.: Гос. Издательство физико-математической литературы, 1963. – 686 с.

9. Карпенко, Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. / Н.И. Карпенко; – М.: Стройиздат, 1976. – 208 с.

10. Коуэн, Г.Дж. Кручение в обычном и предварительно напряженном железобетоне: Пер. с англ. / Г.Дж. Коуэн; – М.: Изд-во литературы по строительству, 1972. – 104 с.

11. Рекомендации по проектированию стальных закладных деталей для железобетонных конструкций / НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1984. – 87с.

12. Срібняк, Н.М. Крутильна жорсткість залізобетонних елементів перекриттів з нормальними тріщинами: автореф. дис. канд. техн. наук 05.23.01 / Срібняк Наталія Миколаївна; Одеська державна академія будівництва та архітектури. – О., 2009. – 23 с.

13. Тимошенко С.П. Теория упругости. – М.:ОНТИ, 1934. – 451с.

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА РІШЕНЬ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ШИРОКОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Уривський Л.О.

д.т.н., проф., Зав. кафедри телекомунікаційних систем,

Мошинська А.В.

к.т.н., доцент кафедри телекомунікаційних систем,

Осинчук С.О.

к.т.н., ст. викладач кафедри телекомунікаційних систем,

Кирацук В.В.

магістрант кафедри телекомунікаційних систем

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

IOT SOLUTIONS RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR WIDE RANGE APPLICATIONS

Uryvsky L.,*ScD, Prof., Head of Telecommunication systems dept.*

ORCID 0000-0002-4073-9681

Moshynska A.,*PhD, Doctoral student, Assistant Prof. in Telecommunication systems dept.*

ORCID 0000-0002-6582-9421

Osypchuk S.,*PhD, Senior Lecturer in Telecommunication systems dept.*

ORCID 0000-0002-6174-2986

Kyrashchuk V.*Magister-Student in Telecommunication systems dept.**Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute, Kyiv, Ukraine***АНОТАЦІЯ**

В роботі представлені концептуальні основи побудови IoT мереж та відзначено ключові технологічні напрямки розвитку IoT, як відомого і прогресивного напрямку розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Робота включає аналіз теоретично-практичного характеру застосунків і рішень IoT, в масштабі України та в світі. Відзначено ключові напрямки розвитку IoT. Розглянуто телекомунікаційні рівні і задачі, проаналізовано необхідність впровадження IoT в Україні та зазначено сфери застосування IoT в Україні. Представлено результати розробки архітектури та практичної імплементації IoT-рішення широкого застосування на базі плати ESP8266 та точки доступу Mikrotik RB951G.

ABSTRACT

The paper presents the conceptual foundations for constructing IoT networks, and highlights the key technological trends in the IoT solutions development. IoT is as a well-known and progressive trend in the development of modern information and communication technologies and their applications. This paper includes the analysis of theoretical and practical nature of IoT applications and solutions, on a scale of Ukraine and on the world scale. The key directions of IoT development are determined. The telecommunication levels and tasks are described, and the necessity of implementation the IoT in Ukraine and the areas of IoT applications are analyzed. The development results of architecture and practical implementation of the IoT-wide solution based on the ESP8266 board and the Mikrotik RB951G access point are presented.

Ключові слова: IoT, архітектура, додатки, рівні телекомунікацій, Україна, ESP8266.

Keywords: IoT, architecture, applications, telecommunication levels, Ukraine, ESP8266.

Вступ. Інтернет речей (англ. IoT – Internet of Things) – відомий і прогресивний напрям розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Існує безліч різних визначень IoT. Наведені нижче визначення в різних аспектах описують поняття Інтернету речей:

- Інтернет речей – концепція обчислювальної мережі фізичних предметів («речей»), оснащених вбудованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем, яка розглядає організацію таких мереж як явище, здатне перебудувати економічні та суспільні процеси, що виключає з частини дій і операцій необхідність участі людини;

- Інтернет речей – це система взаємопов'язаних сенсорів і обчислювальних пристроїв, механічних і цифрових машин, об'єктів, тварин або людей, які забезпечені унікальними ідентифікаторами і здатністю передавати дані по мережі, не вимагаючи взаємодії від людини до людини, або людині взаємодія з комп'ютером;

- Інтернет речей – це мережа фізичних пристроїв, транспортних засобів, побутової техніки та інших предметів, оснащених електронікою, програмним забезпеченням, датчиками, технологіями зв'язку, які дозволяють цим речам підключатися до ме-

режі передачі даних і обмінюватися даними, створюючи можливості для більш прямої інтеграції фізичного світу в комп'ютерні системи, що призводить до підвищення ефективності, економічним виграшом і скорочення людських навантажень.

Загальним для цих визначень є відображення ідеї Інтернету речей, яка полягає в розробці всіх або більшості об'єктів («речей») з вбудованим телекомунікаційним підключенням, так що можна організувати їх моніторинг, контроль і управління за допомогою зв'язку через локальну мережу або мережу Інтернет.

Напрямок IoT активно всебічне розвивається, починаючи від технологій фізичного рівня і закінчуючи бізнес-моделями і процесами для ефективного впровадження IoT-технологій в життя людини, саме тому цей напрям дослідження і вибраний в даній роботі.

Дослідницька група Gartner, будучи провідною світовою дослідницькою та консультативною компанією, прогнозує, що в цьому році буде використовуватися 34,8 мільярда підключених пристроїв, а до 2020 року їх число досягне 50,1 мільярдів, що показує постійний і дуже активне зростання таких пристроїв.

Отже, актуальність роботи підкреслює той аналіз теоретично-практичного характеру застосувань і рішень IoT, який міститься у цієї статті.

Перейдемо до аналізу концепції побудови рішень та архітектур IoT.

1. Концепція побудови та архітектура IoT

1.1. Ключові напрямки розвитку IoT

Gartner, Inc., провідна світова науково-дослідницька та консультативна компанія, виділила 10 напрямків розвитку Інтернету речей (IoT), які дозволять організаціям використовувати повний потенціал IoT.

Безпека IoT. IoT представляє широкий спектр нових загроз безпеці і проблем для самих пристроїв IoT, їх платформ і операційних систем, їх комунікацій і навіть систем, до яких вони підключені. Технології безпеки потрібні для захисту пристроїв і платформ IoT як від інформаційних атак, так і від фізичного втручання; для шифрування їх повідомлень і для вирішення нових завдань, таких як уособлення «речей» або інших видів атак, які виснажують заряд батареї. Досвідчених фахівців з безпеки IoT мало.

Аналітика IoT. Бізнес-моделі IoT використовують інформацію, зібрану «речами» різними способами – наприклад, зрозуміти поведінку клієнтів, надавати послуги, покращувати продукти, а також ідентифікувати і перехоплювати бізнес-ідеї. Однак IoT вимагає нових аналітичних підходів.

Управління пристроями IoT. Це включає в себе моніторинг пристроїв, прошивку і оновлення програмного забезпечення, діагностику, аналіз і звітність про збої, фізичне управління і управління безпекою. IoT також приносить нові завдання масштабу в задачу управління. Інструменти повинні бути здатні керувати і контролювати тисячі і, можливо, навіть мільйони пристроїв.

Малопотужні мережі IoT для коротких відстаней. Вибір бездротової мережі для пристрою IoT включає в себе балансування багатьох суперечливих вимог, таких як діапазон частот, час автономної роботи, пропускна здатність, кількість пристроїв, вартість рішення і експлуатаційні витрати. Малопотужні мережі з малим радіусом дії будуть домінувати в бездротовому підключенні IoT до 2025 року, що набагато перевершують чисельні з'єднання з використанням широкосмугових мереж IoT. Однак комерційні і технічні компроміси означають, що багато рішень будуть співіснувати.

Малопотужні мережі IoT для значних відстаней. Традиційні стільникові мережі не забезпечують хорошого поєднання технічних характеристик і експлуатаційних витрат для тих додатків IoT, які потребують широкосмугового охоплення в поєднанні з відносно низькою пропускну здатністю, хорошим часом автономної роботи, низькими технічними і експлуатаційними витратами, і високою щільністю абонентів.

Довгостроковою метою широкосмугової мережі IoT є доставка даних від сотень біт в секунду (біт/с) до десятків кілобіт в секунду (кбіт/с) із загальнонаціональним охопленням, термін служби батареї до 10 років, вартістю кінцевої точки обладнання близько 5 доларів США і підтримкою сотень тисяч пристроїв, підключених до базової станції.

Процесори пристроїв IoT. Процесори і архітектури, які використовуються пристроями IoT, визначають багато з їх можливостей, наприклад, чи здатні вони забезпечити надійний захист і шифрування, енергоспоживання, чи достатньо вони досить складні для підтримки операційної системи, оновлюваної прошивки і агентів управління вбудованими пристроями.

Операційні системи IoT. Традиційні операційні системи (ОС), такі як Windows і iOS, не були призначені для додатків IoT. Вони споживають занадто багато енергії, потребують швидких процесорів, а в деяких випадках не мають таких функцій, як гарантована відповідь в реальному часі. Вони також мають занадто великий обсяг пам'яті для невеликих пристроїв і можуть не підтримувати чіпи, які використовують розробники IoT. Отже, розроблений широкий спектр операційних систем, специфічних для IoT, для задоволення безлічі різних технічних характеристик обладнання та особливостей функцій.

Обробка потоку подій. Деякі додатки IoT генерують надзвичайно високі швидкості передачі даних, які необхідно аналізувати в реальному часі. Системи, що створюють десятки тисяч подій в секунду, є загальними, і мільйони подій в секунду можуть виникати в деяких телекомунікаційних та телеметричних ситуаціях. Для вирішення таких вимог розроблені розподілені потокові обчислювальні платформи.

Платформи IoT. Платформи IoT об'єднують багато компонентів інфраструктури системи IoT в один продукт. Послуги, що надаються такими платформами, підрозділяються на три основні категорії:

- 1) Управління та операції на рівні низького рівня, такі як зв'язок, моніторинг і управління пристроями, безпека та оновлення прошивки;
- 2) Збір, трансформація і управління даними IoT;
- 3) Розробка додатків IoT, включаючи логіку, керовану подіями, прикладне програмування, візуалізацію, аналітику і адаптери для підключення до корпоративних систем.

Стандарти IoT. Більшість стандартів IoT в кінцевому підсумку матеріалізуються як інтерфейси прикладного програмування (API) або у вигляді інших реалізацій фізичного, прикладного, представницького або інших рівнів моделі OSI. Стандарти та пов'язані з ними API-інтерфейси матимуть важливе значення, оскільки пристроїв IoT необхідно взаємодіяти, і багато бізнес-моделі IoT будуть покладатися на обмін даними між декількома пристроями та організаціями. Докладніший аналіз представлений Gartner у звіті «Top 10 IoT Technologies for 2017 and 2018», в якому розглядаються необхідні кроки зі створення і розгортання стратегії IoT.

Розглянемо основні компоненти архітектур IoT, для визначення наступних кроків реалізації прикладного рішення IoT.

1.2. Еталонна архітектура рішень IoT

Слід зазначити кілька аргументів на користь **доцільності і необхідності** еталонної архітектури для IoT:

1. Пристрої IoT пов'язані між собою і центром управління – тому існує необхідність існування способу взаємодії всіх компонент системи.

2. Вже є мільярди пристроїв IoT, і число зростає щороку мільярдами; необхідна архітектура для масштабованості системи.

3. Пристрої можуть не мати користувацьких інтерфейсів і зазвичай призначені для «повсякденного» використання, тому необхідно підтримувати автоматичні та керовані поновлення, а також мати можливість віддаленого управління цими пристроями.

4. IoT-пристрої дуже часто використовуються для збору і аналізу персональних даних. Ключовою вимогою є модель управління ідентифікацією і контролем доступу для пристроїв IoT і даних, які вони публікують і споживають.

Вимоги до еталонної архітектури. Існують деякі специфічні вимоги до IoT, які є унікальними для пристроїв IoT і середовища, які їх підтримують. Наприклад, багато вимог впливають з обмежених формфакторів і потужності, доступних для пристроїв IoT. Інші вимоги виходять з того, як вигото-

вляються і використовуються пристрої IoT. Звичайно, існує ряд існуючих передових методів для обчислювальної та комунікаційної частини, які необхідно запам'ятати і враховувати. Можна виділити вимоги по ключовим категоріям:

1. Обмін даними і зв'язок.
2. Управління пристроями.
3. Збір і аналіз даних, отримання інформації, формування відгуку на інформацію.
4. Масштабованість.
5. Безпека.
6. Відмовостійкість.
7. Інтеграція та уніфікація.

Таким чином, архітектура IoT сервісу повинна враховувати зазначені фактори і обставини, а в підсумку – задовольняти поставленим вимогам до мережі IoT.

Наприклад, одна з провідних компаній з мережних і обчислювальних технологій, Cisco, пропонує наступну багаторівневу архітектуру IoT (рис. 1), за аналогією з рівнями моделі OSI. Як можна бачити з рис. 1, архітектура включає компоненти, починаючи від кінцевих пристроїв (сенсорів), технологій фізичного рівня і комунікаційних протоколів, і закінчуючи рівнями бізнес додатків і застосувань IoT рішень.

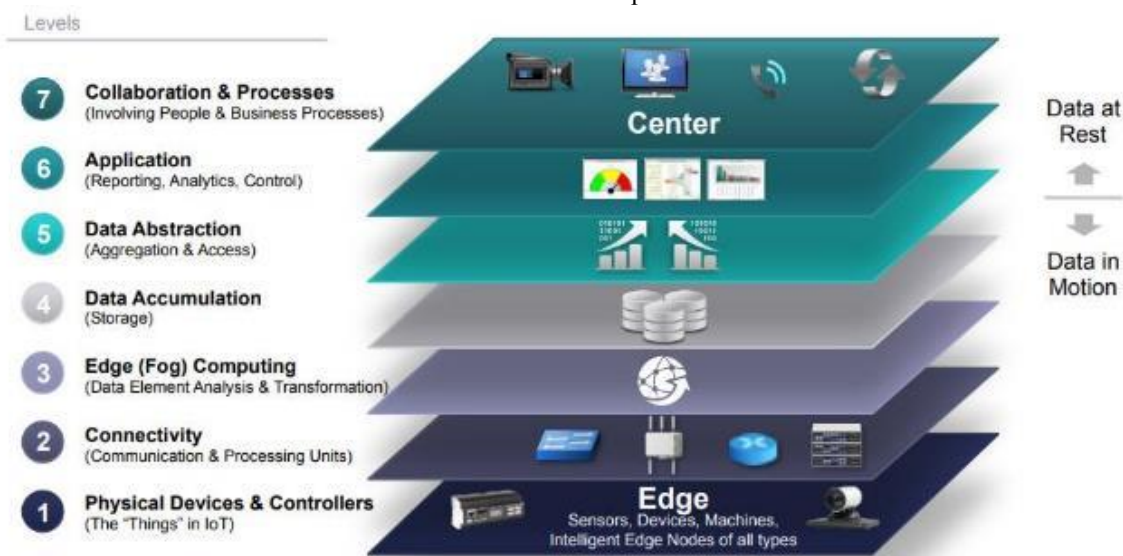


Рис. 1. Багаторівнева архітектура IoT згідно концепції Cisco

У свою чергу, на кожному рівні мають місце бути протоколи і стандарти (на рис. 2 нижче відображені такі, що найбільш часто використовуються, і, звичайно ж, далеко не всі), за якими можна організувати передачу даних від датчиків IoT, їх обробку і представлення.

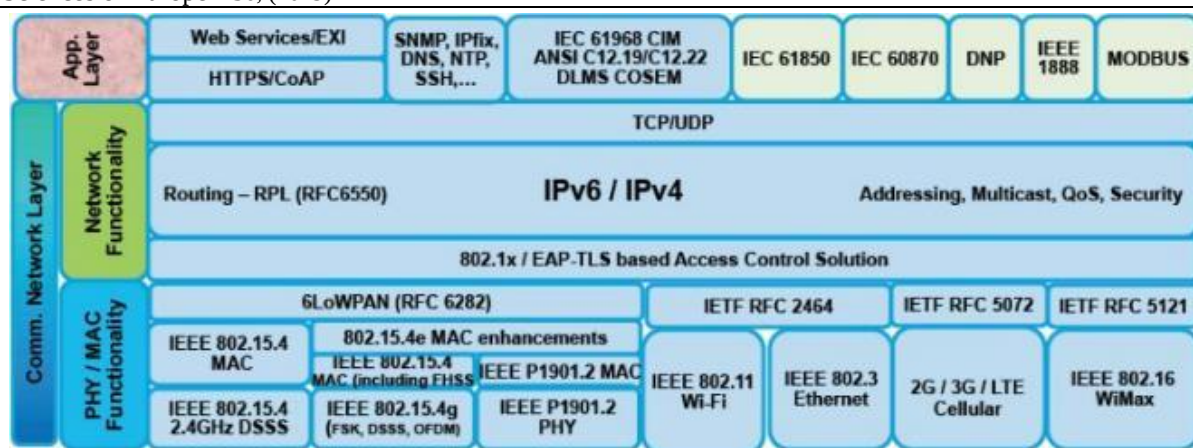


Рис. 2. Протоколи і стандарти, що використовуються в залежності від реалізацій на різних рівнях моделі IoT

1.3. Телекомунікаційні рівні і задачі

Розглянувши компоненти пропонувані архітектур IoT, можна виділити ключові етапи і компоненти будь-якого IoT рішення (табл. 1).

Таблиця 1.

Ключові рівні і завдання IoT

№	Телекомунікаційний рівень	Завдання, які вирішуються на рівні
1	Збір інформації від об'єктів IoT	- Перетворення відгуку датчика в сигнал - Передача сигналу до найближчого вузла транспортування (IoT hub, router, і ін.)
2	Транспортування інформації до пунктів прийняття рішення	- Передача інформації від вузла збору інформації (наприклад, IoT хаба) до Пункто централізованого збору інформації, її аналізу, статистичної обробки та прийняття рішення
3	Транспортування інформації після прийняття рішення	- Передача інформації зацікавленим або іншим релевантним особам або службам з метою інформування або керівництва до дії - реакції на відгук IoT пристрої

У разі реалізації системи IoT, зазначені три рівня покривають весь спектр завдань, від отримання відгуку на подію до реакції на нього залученими сторонами.

Технології передачі даних, цільове застосування в мережах, стандарти, зона покриття, пропускна здатність, вимоги щодо енергоспоживання і сфера застосувань.

Technology	Network	Standards based or Proprietary	Range	Throughput	Energy requirement	Adoption
LoRa	LWPA	Proprietary (Semtech)	High	Low	Low	Moderate
NWave	LWPA	Proprietary (NWave)	High	Low	Low	High
RPMA	LWPA	Proprietary (OnRamp Total Reach)	High	Low	Low	High
SigFox	LWPA	Proprietary (SigFox)	High	Low	Low	Moderate
LTE-M	3GPP/LTE	Standards based (3GPP)	High	High	Low	Upcoming
NB-IoT	3GPP/LTE	Standards based (3GPP)	High	Moderate	Low	Increasing
NB-CIoT	3GPP/LTE	Standards based (3GPP- Huawei, Qualcomm)	High	Moderate	Low	Upcoming
NB-LTE	3GPP/LTE	Standards based (3GPP- Ericsson)	High	Moderate	Low	Upcoming
Bluetooth	Bluetooth	Standards based	Moderate	Low	Moderate	Limited Wearables
ZigBee	802.15.4	Standards based (802.15.4)	Low	High	Moderate	Limited PAN & Home
Thread	802.15.4	Standards based (802.15.4)	Low	High	Moderate	Upcoming
Z-wave	Proprietary	Proprietary (Sigma Design)	Low	Low	Moderate	Very Low Home Automation
WiFi	802.11	Standards based	Moderate	High	High	Very high
WiFi HaLow	802.11ah	Standards based	High	High	Low	Upcoming
HEW	802.11ax	Standards based	Moderate	High	Moderate	Upcoming

Отже, можна бачити, що існують різноманітні підходи, протоколи і концепції щодо побудови рішень та архітектур IoT, і в кожному окремому випадку потрібен дуже детальний аналіз для вибору правильного рішення. Перейдемо до аналізу необхідності впровадження IoT в Україні.

2. Стан впровадження та необхідність IoT в Україні

2.1. Аналіз необхідності впровадження IoT в Україні

Потреба IoT для України схематично відображена на рис. 3. Як можна бачити, сфери застосування IoT в Україні найрізноманітніші, такі як транспорт, охорона здоров'я, медицина, виробництво, агропромисловість, розумні будинки і міста, природа, сільське господарство і багато інших. При цьому клієнтами можуть бути і є як фізичні, так і юридичні особи відповідно, в залежності від сфери реалізації IoT.

Важливо відзначити, що на сьогодні в Україні хоч і є деякі локально реалізовані проекти IoT для різних споживачів (наприклад, розумний будинок – для фізичних осіб, розумне місто – деякі сервіси

такі як електрозаправки, парковки, і ін.), Але немає жодного комплексного провайдер послуг IoT для будь-якого споживача, якого IoT провайдер зміг би задовольнити по всім запитам і надати комплексне рішення послуг на території України (і навіть ні в одному місті), не кажучи вже про гарантований супровід та надання сервісів провайдером IoT послуг або шляхом залучення третіх сторін при необхідності. Дані факти показують те, що розвиток IoT в Україні знаходиться на дуже початковому етапі і багато ще не зроблено в напрямку якісного впровадження широкого спектру послуг IoT в Україні.

В першу чергу, необхідно розуміти, що технології IoT привносять значну оптимізацію ресурсів і економію коштів, наприклад, комунальним підприємствам. Це автоматизація процесів збору даних з різних сенсорів, будь то лічильники води, тепла, та інших видів енергообліку. Маючи такий інструмент, підприємства сфери ЖКГ, наприклад, можуть отримувати деталізовану інформацію про витрати, недоотриманих засобах і проаналізувати ці дані, зробивши прогнози на закупівлю за квотами тепла, електрики та ін.

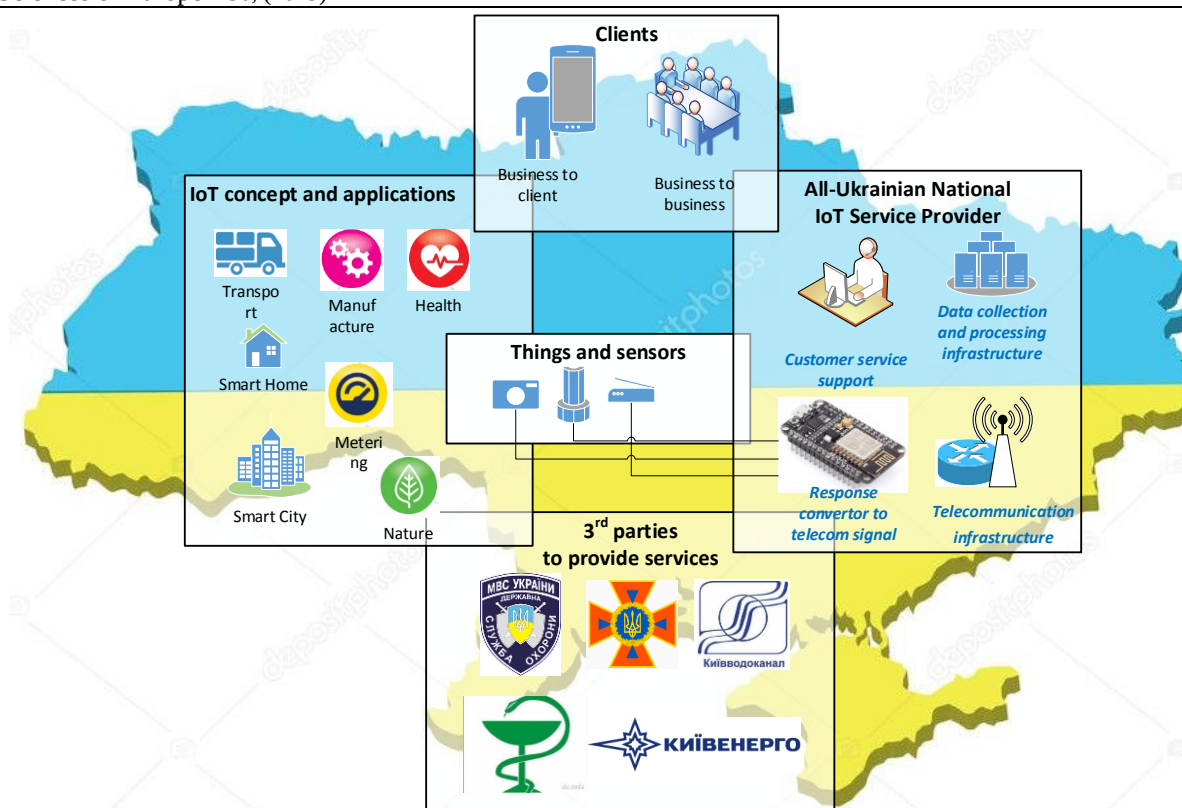


Рис. 3. Схематичне представлення потреб впровадження послуг IoT на території України

2.2. Сфери застосування IoT в Україні

З причини масового поширення IoT в різних сферах діяльності, можна класифікувати послуги та області застосування IoT, що дозволяє більш точно визначати вимоги до технічної системи для надання відповідних послуг IoT. Наприклад:

- Моніторинг промислових об'єктів:
 - Контроль температури
 - Контроль тиску в паливних баках
 - Ідентифікація витоку речовини
 - Контроль вібрації
 - Оптимізація споживання енергії
 - Контроль датчиків для лічильників води, газу, електрики
- Застосування в містах/будинках:
 - «Розумне» місто
 - «Розумна» парковка
 - Моніторинг всіх вільних / зайнятих місць на парковці
 - Мережа електрозаправок
 - Моніторинг громадського транспорту
 - Служба таксі
- «Розумний» будинок:
 - Контроль температури
 - Контроль датчиків диму
 - Ідентифікація витоку води
 - Оптимізація споживання енергії
- Агрокомплекс:
 - Моніторинг температури
 - «Розумний» полив
 - Відстеження розташування тварин
 - Контроль вологості ґрунту
 - Моніторинг транспортних засобів

- Перевезення вантажів

- Охорона здоров'я:

- Датчики контролю стану здоров'я пацієнтів
- Віддалений моніторинг і передача даних про стан здоров'я

Даний список можна продовжувати безкінечно довго, – проте його метою є власне показати, що галузей і областей застосування технологій IoT в Україні і світі є дуже багато, і наразі в Україні такого роду застосунки і послуги знаходяться на початковому етапі впровадження і ще багато чого можна оптимізувати з метою поліпшення якості життя та економії ресурсів.

У зв'язку з цим, в даній роботі виконано практичну частину з розробки універсального рішення для IoT, яке можна впроваджувати і оптимізовувати для різних сервісів і потреб.

Наступний розділ описує складові компоненти та реалізацію запропонованого рішення IoT.

3. Практична імплементація IoT-рішення широкого застосування на базі плати ESP8266 та точки доступу Mikrotik RB951G стандарту IEEE 802.11n

3.1. Архітектура запропонованого IoT рішення

В рамках практичного експерименту, поставлена і вирішена задача імплементації рішення IoT стосовно забезпечення роботи сфер діяльності людини на основі сполучення різноманітних сенсорів і новітніх телекомунікаційних рішень. На рис. 4 представлена узагальнена схема IoT рішення, а її реалізована частина виділена суцільною жирною лінією.

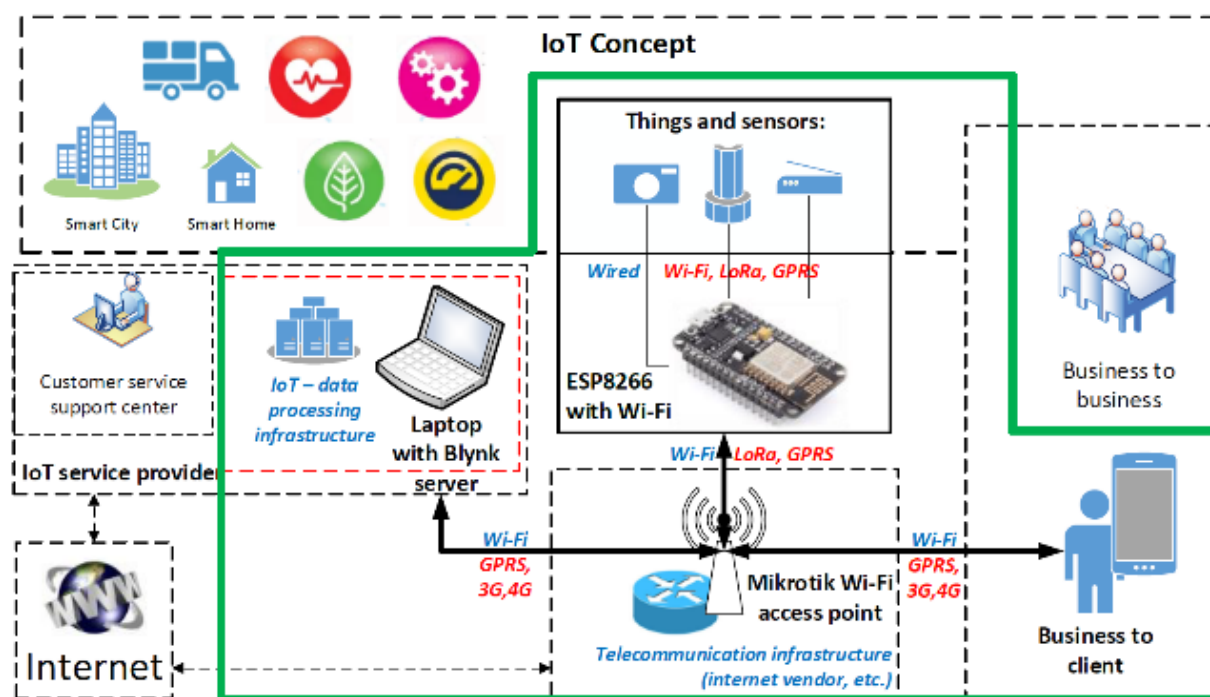


Рис. 4. Архітектура запропонованого і реалізованого IoT рішення

Сфери застосування IoT, в яких може застосовуватися запропоноване рішення:

- 1) домашня (охорона, температура, вологість, відкриття/закриття, розетки);
- 2) комунальна (лічильники електрики, тепла);
- 3) промислова (контроль заряду батареї, наявності витоку газу, охорона, температура).

Мета експерименту полягає в апаратно-програмному відпрацюванні елементів технологій IoT для сполучення датчиків з комплексом інформаційно-комунікаційних компонент.

Завдання: побудувати прикладне універсальне рішення IoT з датчиками температури, вологості, відкриття/закриття, освітлення, з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для передачі даних від сенсорів в автономний незалежний від мережі Інтернет центр обробки даних і з можливістю доступу до них абонента з мобільного термінала.

Етапи виконання завдання:

1. **Пошук і вибір** апаратних і програмних компонент для створення IoT рішення:
 - Проаналізовано та обрані апаратні засоби, 160 варіацій, і їх компоненти,
 - Проаналізовано та обрані програмні засоби, інструменти, операційні системи і мовні платформи,
 - Проаналізовано провайдери клауд технологій для рішень IoT з 123 найбільш розповсюджених.

2. **Сполучення** сенсорів IoT з комплексом інформаційно-комунікаційних компонент.

3. **Імплементація прикладного рішення** IoT для обраних сфер застосування IoT.

Дане рішення складається з **3-трьох частин:**

1. **Серверної частини**, яка представляє собою web-сервер, який встановлений на ПК, та має інтерфейс WiFi. На стороні сервера зберігається інформація, яка поступає від датчиків, а також використовується для доступу кінцевих користувачів до даних від сенсорів.

2. **Мережевої частини**, яка в даному прикладі являє собою точку бездротового доступу від виробника Mikrotik стандарту IEEE 802.11, модель RB951G.

3. **Сенсорної частини**, представлені контролером ESP8266, з підтримкою стандарту IEEE 802.11, для підключення до точки доступу і передавання даних від сенсорів.

3.2. Огляд компонент апаратної частини запропонованого рішення IoT

В якості основного пристрою вибрано WiFi плату **NodeMCU V3 ESP8266**, що має безпроводовий інтерфейс передачі даних стандарту IEEE 802.11.



Рис. 5. WiFi плата NodeMCU та схема її будови

NodeMCU представляє собою плату розробника на базі чипу ESP8266 (версія ESP12E), яка представляє собою UART-WiFi модуль з ультра низьким споживанням. ESP8266 має характеристики:

- WiFi стандарту 802.11 b / g / n
- Вбудований стек протоколів TCP/IP з підтримкою множинних клієнтських підключень (до 5)
- Живлення: 4.5 - 9 В, 5В живлення від USB
- Швидкість передачі: 110 – 460800 б/сек
- Розміри плати 48x26мм
- Діапазон робочих температур: -40 - +125 град.С
- Маса: 18 г

Макетна плата для підключення компонент, обрана моделі MB-102 на 830 отворів. Дана макетна плата дозволяє без пайки створювати попередні електронні проекти для їх тестування, перевірки і налагодження перед остаточним монтажем. Розміри макетної плати MB102 165x56 мм.

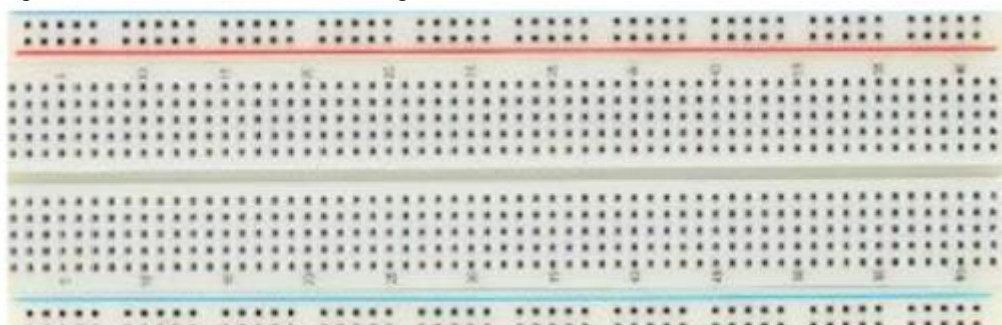


Рис. 6. Макетна плата MB102

Модуль живлення для макетної плати призначений для живлення 6,5 - 12В. На платі є USB вихідний роз'єм для живлення 5В пристроїв з USB роз'ємом.



Рис. 7. Модуль живлення

Датчик DHT11 – це цифровий датчик температури і вологості, що дозволяє калібрувати цифровий сигнал на виході. Складається з емісійного датчика вологості і термістора. Також, датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості і температури.



Рис. 8. Датчик DHT11

Датчик закриття/відкриття МС-38. Цей датчик використовується для сигналізування відкриття дверей, вікон і т.д. У комплекті – датчик і магніт. Коли магніт перебуває близько до датчика, контакти датчика замкнені і розмикаються при відкритті дверей.



Рис. 9. Датчик закриття-відкриття МС-38

Цифровий датчик освітленості GY-302 на чипі **BH1750** призначений для вимірювання фонового освітлення. Має високу чутливість і послідовний інтерфейс I2C. Спектр чутливості збігається з кривою чутливості людського ока.

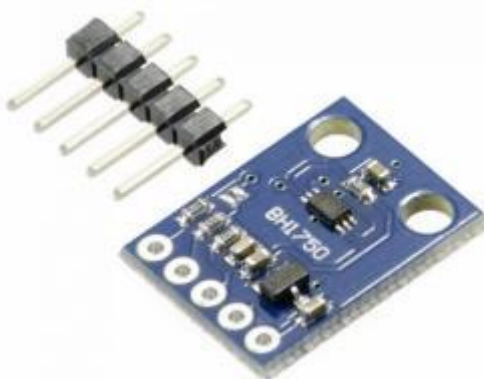


Рис. 10. Цифровий датчик освітленості GY-302

3.3. Програмне налаштування запропонованого рішення IoT

Для роботи вибрано програмне забезпечення Arduino IDE. Для початку потрібно додати плату в налаштуваннях через «Менеджер плат». Далі вибрати NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module). Також, необхідно вибрати швидкість завантаження інформації в контролер, наприклад 115200 біт/с.

Підключаємо плату MicroUSB-кабелем до комп'ютера. Так ми подаємо на неї живлення і можемо передавати на неї скетчі – коди програм, які плата повинна виконувати. Попередньо потрібно встановити драйвер для порту COM.

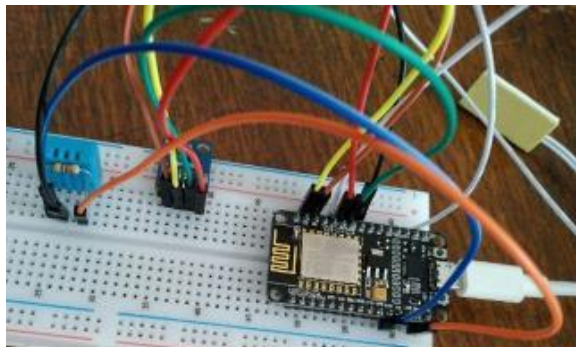


Рис. 11. Підключення контролера і сенсорів

Завдання першого тестового скетчу просте – підключити NodeMCU до WiFi точки, з метою з'єднання датчика з мережею Інтернет. У кожному скетчі потрібно імпортувати бібліотеки: для плати і датчиків, щоб приймалися команди.

Як видно з рис. 12, в скетчі вказано назву WiFi мережі, до якої повинні бути підключені датчики, і пароль. В результаті консоль виводить IP адресу, яку отримав модуль.

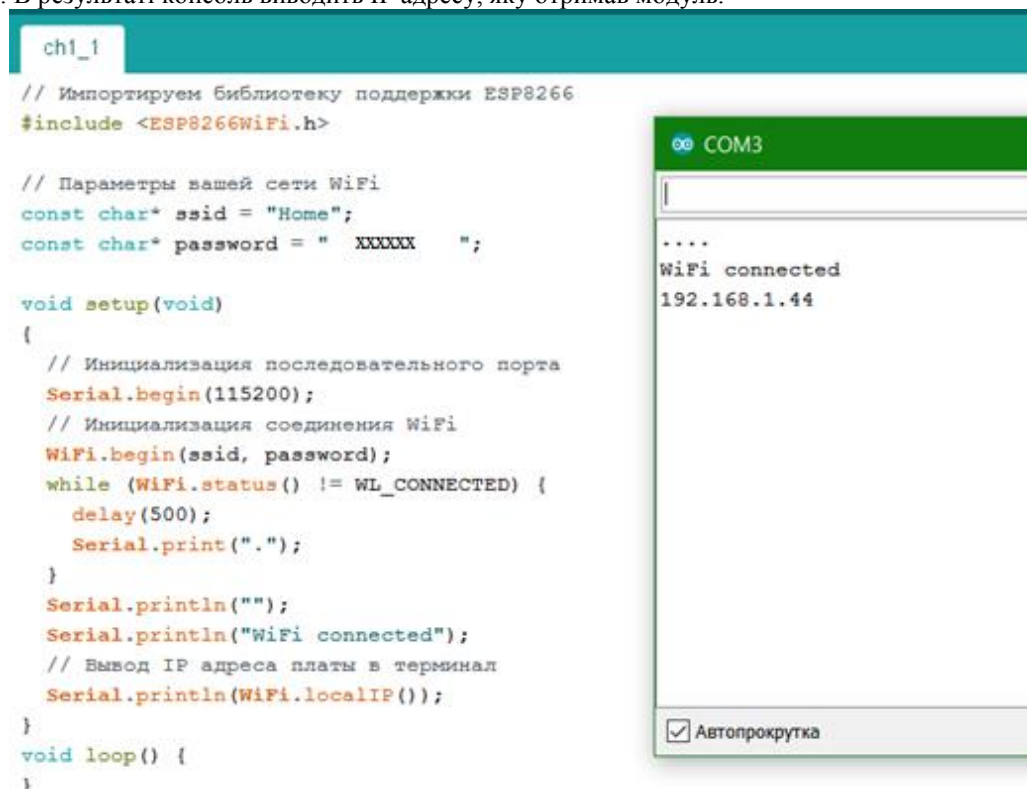


Рис. 12. Підключення до WiFi мережі

Підтвердження тому список підключених пристроїв на WiFi роутері:

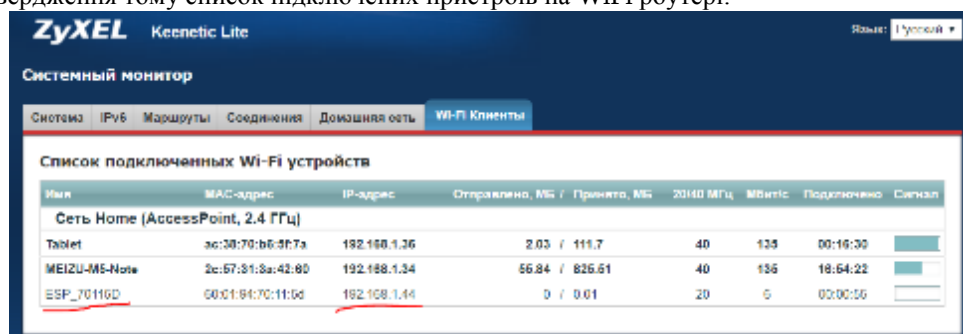


Рис. 13. Ідентифікація підключення контролера IoT до WiFi роутера

3.3.1 Робота з датчиками. Наступна схема – з датчиком температури і вологості. Першим варіантом реалізації скетчу є виведення даних на консоль:

DHT11Nick22

```

#include <SimpleDHT.h>

// for DHT11,
//   VCC: 5V or 3V
//   GND: GND
//   DATA: 2
int pinDHT11 = 5;
SimpleDHT11 dht11;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  // start working...
  Serial.println("=====");
  Serial.println("Sample DHT11...");

  // read without samples.
  byte temperature = 0;
  byte humidity = 0;
  int err = SimpleDHTErrSuccess;
  if ((err = dht11.read(pinDHT11, &temperature, &humidity, NULL)) != SimpleDHTErrSuccess) {
    Serial.print("Read DHT11 failed, err="); Serial.println(err); delay(1000);
    return;
  }

  Serial.print("Sample OK: ");
  Serial.print((int)temperature); Serial.print(" *C, ");
  Serial.print((int)humidity); Serial.println(" H");

  // DHT11 sampling rate is 1Hz.
  delay(1500);
}

```

COM3

```

=====
Sample DHT11...
Sample OK: 28 *C, 83 H
=====
Sample DHT11...
Sample OK: 28 *C, 76 H
=====
Sample DHT11...
Sample OK: 28 *C, 73 H
=====
Sample DHT11...
Sample OK: 28 *C, 70 H
=====
Sample DHT11...
Sample OK: 28 *C, 68 H

```

☒ Автопрокрутка

Рис. 14. Вивід даних на консоль порту

Реалізація цієї ж схеми з датчиком температури і вологості, тільки з подачею живлення з призначеної для цього плати:

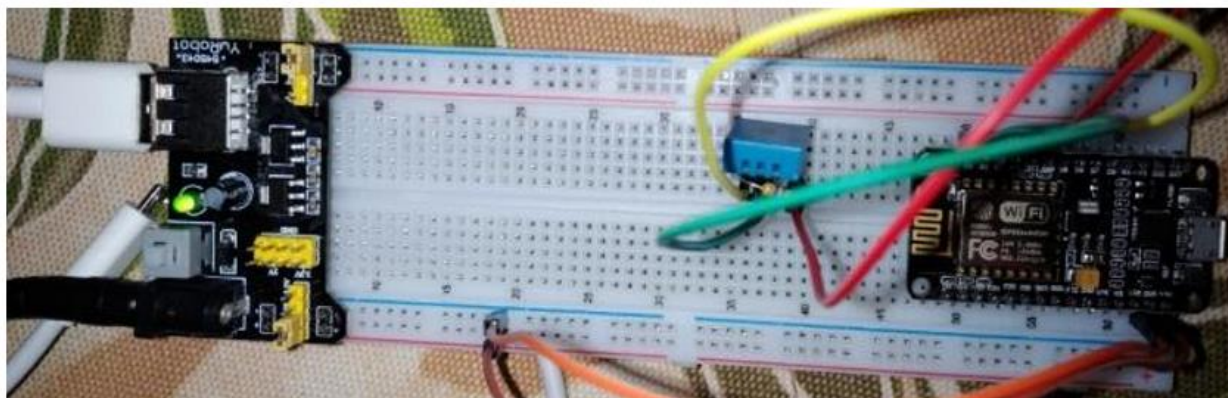


Рис. 15. Підключення зовнішнього джерела живлення

Підключення датчика відкриття-закриття:

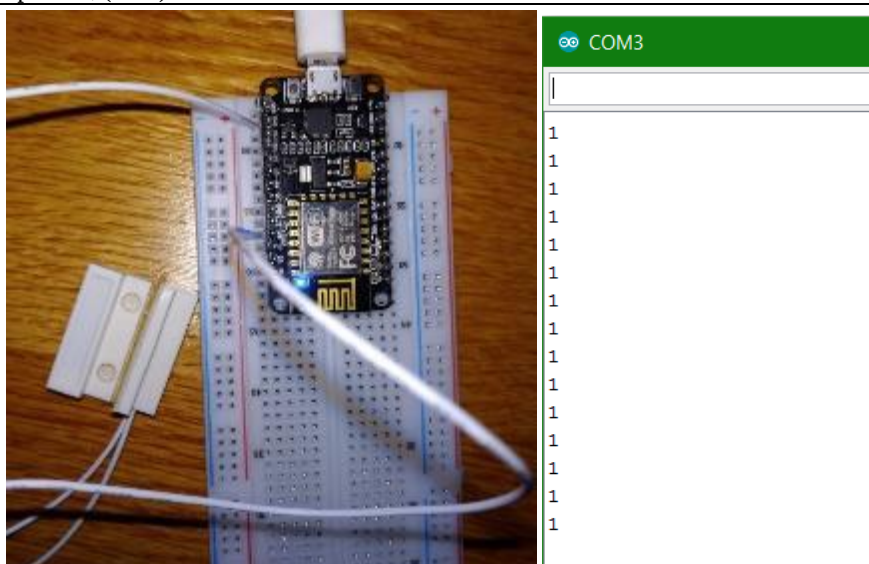


Рис. 16. Підключення датчика закривання-відкривання, та виведення результату на екран

3.3.2. Датчик освітленості BH1750. При підключенні і налаштуванні датчика освітленості, оримано наступний результат: *Light 115 lux*. При цьому значення змінюється, як і очікується, в залежності від рівня освітленості.

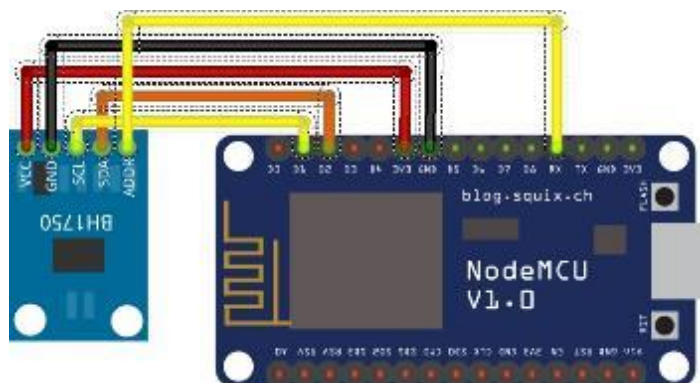


Рис. 17. Схема підключення датчика освітленості

3.3.3. Програмні засоби Blynk для побудови автономного IoT сервера. Blynk Server – це Java-сервер із відкритим вихідним кодом, який відповідає за пересилання повідомлень між мобільною програмою Blynk та різними платами мікроконтролерів та SBC (наприклад, ESP8266, Arduino, Raspberry Pi та інших). Blynk розроблений для Інтернету речей. До основних функцій входить:

- контролювати апаратне забезпечення віддалено;
- відображати дані датчиків;
- зберігати дані;
- візуалізувати отримані дані і тд.

У платформи **три основні компоненти**:

- **Blynk App** - дозволяє створювати дивовижні інтерфейси для ваших проектів за допомогою різних віджетів.

- **Blynk Server** - відповідальний за всі комунікації між смартфоном і апаратним забезпеченням. Можна скористатися хмарним рішенням Blynk або запустити свій приватний Blynk server локально. Це відкрите джерело, він може легко обробляти тисячі пристроїв і навіть може бути запущений на Raspberry Pi.

- **Blynk Libraries** - для всіх популярних апаратних платформ - дозволити спілкування з сервером і обробляти всі вхідні та вихідні команди.

3.3.4. Запуск локально сервера Blynk

1. Для запуску локальної версії сервера Blynk потрібно встановити пакет Java 8/9 версії. Для запуску веб-серверу використовується термінал для Unix-подібни

```
java -jar server-0.32.1.jar -dataFolder /path
```

де /path — шлях до тимчасових файлів.

Blynk Server successfully started.
All server output is stored in current folder in 'logs/blynk.log' file.

Далі потрібно перейти у веб-браузері за відповідною адресою, наприклад 127.0.1.1:9443/admin, для доступу в адмін-панель сервера.

2. В мобільному додатку потрібно вибрати варіант створення облікового запису для локально використання (смартфон, сервер і мікроконтролер мають знаходитись в одній локальній мережі для першого налаштування). Після створення облікового запису на сторінці Users буде відображено нового користувача і його дані. Далі в мобільному додатку потрібно створити пристрій для отримання AuthToken-a.

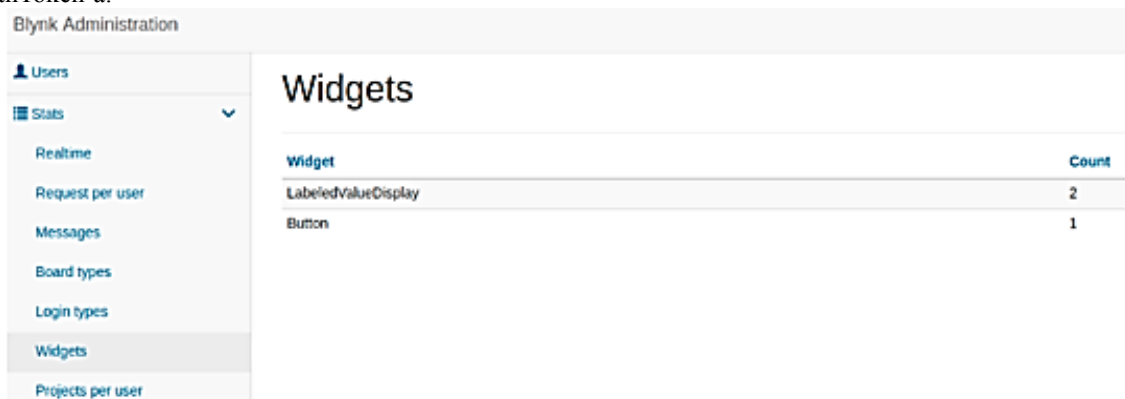


Рис. 18. Панель налаштування датчиків на сторінці сервера

4. Після аунтентифікації пристрою з сервером, в мобільному додатку з'являться дані з датчиків, які підключенні до ESP а також з'являться в адмін-панелі сервера, де можна отримати докладну інформацію про них.

3. Для підключення ESP8266 до сервера потрібно за допомогою програмного засобу Arduino IDE вивантажити в пам'ять ESP спеціалізований скетч від Blynk. Для з'єднання ESP з сервером потрібно вказати в скетчі AuthToken, який ми отримаємо на сторінці облікового запису, а також дані WiFi мережі.

Далі потрібно налаштувати віджети для заданих датчиків, наприклад для датчиків температури та вологості.

5. На даному етапі перевірено засоби push-повідомлень даного сервера. Налаштовано скетч-файл для ESP на відправку попереджувального повідомлення при досягненні температури 18 градусів. Повідомлення надходять з мінімальною затримкою на смартфон.

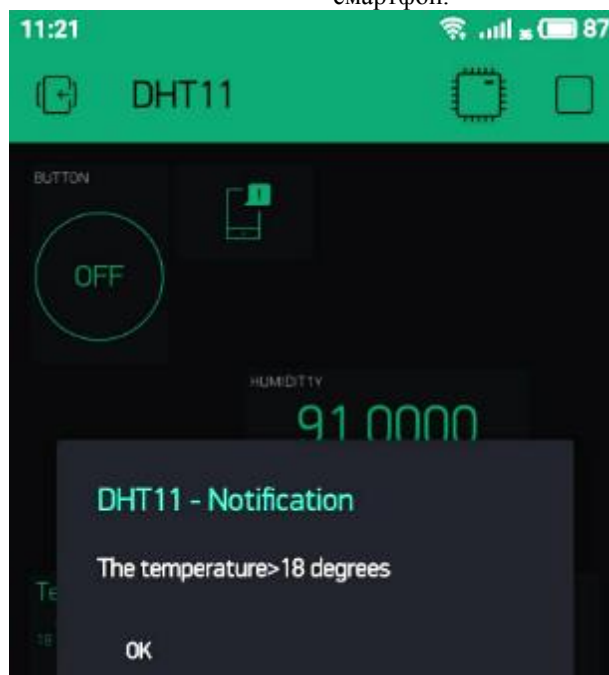


Рис. 19. Скриншот Android-смартфону з нотифікацією про перевищення температури заданого порогу на датчику

На рис. 22 представлений зразок екрану з інформацією від датчиків, яку можна спостерігати в режимі реального часу (затримка 1-2 секунди). Потік інформації організований за централізованим принципом, а саме – датчики передають інформацію на модуль ESP8266 (рис. 4), модуль передає інформацію на сервер Blynk і записує в базу даних, а сервер, в свою чергу, передає інформацію на мобільний те-

рмінал Android. Як можна бачити на рис. 22, на екрані відображені значення вологості повітря (35%), температури (22*С), інтенсивність освітлення (127 люкс). Також, показано повідомлення на екрані користувача про те, що світло вимкнене (умова спрацювання – рівень освітленості нижче встановленого порогу), а також повідомлення про те, що спрацював датчик відкривання.

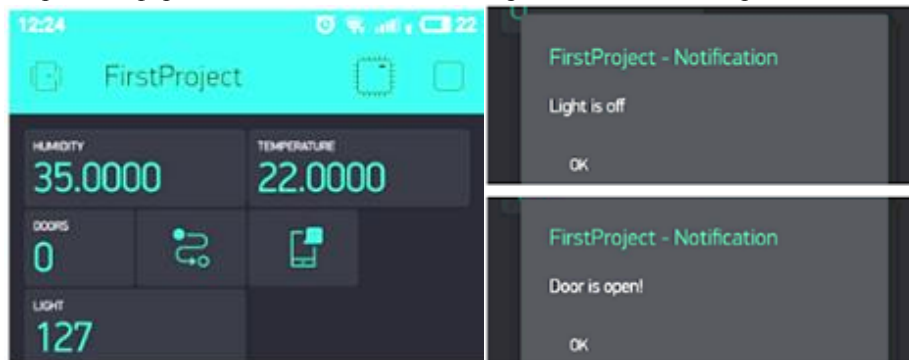


Рис. 20. Вікно керування на мобільному терміналі Android з відображенням значень датчиків в реальному режимі часу

В результаті, зібрано тестовий макет рішення IoT на основі модуля ESP8266 з використанням стандарту IEEE 802.11.

Експериментальна схема створена відповідно до архітектури, описаної раніше на рис. 4, зокрема, жирна суцільна лінія показує реалізовану ділянку автономного IoT рішення.

Використано кілька датчиків: освітленості, температури і вологості, відкриття/закриття дверей. Всі ці датчики працюють одночасно на одному модулі, з можливістю горизонтального розширення десятками таких же модулів і датчиків на один сервер обробки інформації. Інформація від датчиків надходить на автономний і керований сервер Blynk через модуль Wi-Fi, без необхідності наявності підключення Інтернет. Сервер Blynk розгорнуто на локальній обчислювальній машині. Використовуючи програму Blynk, відбувається аутентифікація і авторизація через додаток на Android смартфоні в експериментальній мережі IoT. У такий спосіб вдалося відстежувати всі дані з датчиків в реальному режимі часу безпосередньо з телефону і надходження даних на нього з бази даних сервера Blynk.

Отже, в роботі розроблений, налаштований і реалізований можливий варіант вирішення IoT для інтелектуальної концепції будинку чи іншого об'єкту. Розроблене рішення може бути модифіковано з використанням інших технологій зв'язку і архітектурних особливостей згідно вимог і необхідних сценаріїв використання.

Висновки

1. Робота присвячена дослідженню технологій та застосувань Інтернету речей (англ. – Internet of Things, IoT), що дуже широко і все частіше застосовуються в життєдіяльності як окремої людини, так і у виробництві та інших процесах, що потребують автоматизації, сприяючи скороченню необхідності залучення людських ресурсів до відповідних видів діяльності.

2. Напрямок IoT бурхливо розвивається на сьогоднішній день в світі і все активніше проникає в сферу діяльності людини, маючи на меті спростити збір інформації, автоматизувати реагування на отриману інформацію, і привести до підвищення економічної ефективності і скорочення людських навантажень. Такий розвиток значною мірою вже торкнувся і України.

3. В роботі представлені концептуальні основи побудови IoT мереж. Відзначено ключові технологічні напрямки розвитку IoT. Розглянуто різні архітектури побудови IoT. Проведено класифікацію телекомунікаційних рівнів і завдань, розглянуті технології фізичного рівня передачі інформації в IoT мережах.

4. Описано приклад реалізації інтегрального рішення для IoT на основі мікроконтролера ESP8266. Вирішена задача з побудови прикладного універсального застосування для IoT з датчиками температури, вологості, відкриття / закриття, освітлення з використанням комунікаційної технології Wi-Fi для передачі даних від сенсорів в автономний незалежний від мережі Інтернет центр обробки даних на основі сервера Blynk, з можливістю доступу до них з Android-смартфона абонента.

Мета експерименту досягнута, а саме: виконано апаратно-програмна відпрацювання елементів технологій IoT для сполучення датчиків з комплексом інформаційно-комунікаційних компонент.

Запропонований прикладний макет рішення IoT може бути застосований в різних галузях життєдіяльності людини, а також у промислових установах, виробничих, сільськогосподарських об'єктах, тощо. Рішення може бути модифіковано різними датчиками, протоколами та інтерфейсами передавання даних, оновленою архітектурою мережі та рішення, тощо, – в залежності від конкретної поставленої задачі.

5. На основі результатів, **представлений робочий стенд** на конференції "MODERN

CHALLENGES IN TELECOMMUNICATIONS" (12th International Scientific Conference), April 16-20, 2018, Kyiv, з назвою «Theoretical research and practical design of IoT tested solution based on ESP8266 SOC and blank components».

6. На розроблений для вирішення IoT програмний код отримано **Свідоцтво про реєстрацію авторського права** на твір: Комп'ютерна програма «Програмний код для IoT-девайсу на базі ESP8266 SoC з використанням трьох датчиків». Заявка № АПС/2478-18 від 20.05.2018. Автори: Уривський Л.О., Осипчук С.О., Чекунов Н.В., Осипчук И.С., Киращук В.В. Свідоцтво про реєстрацію №79720 від 13.06.2018, видано Міністерством економічного розвитку і торгівлі України.

Література

1. Internet of things – https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things.
2. Beginner's Guide to Understanding the Internet of Things – <https://www.recode.net/2015/1/15/11557782/a-beginners-guide-to-understanding-the-internet-of-things>.
3. Gartner: the world's leading research and advisory company <https://www.gartner.com/en>.
4. IoT-related standards by IEEE – <http://standards.ieee.org/innovate/iot/stds.html>.
5. Gartner: Top 10 IoT Technologies for 2017 and 2018, report – <http://www.gartner.com/document/3188520?ref=solrAll&refval=162721561&qid=679d9fd23e31525ae29692fa25d946ac>.
6. Gartner: The Internet of Things, report – <http://www.gartner.com/technology/research/internet-of-things>.
7. Reference Architecture For The Internet of Things – <https://wso2.com/whitepapers/a-reference-architecture-for-the-internet-of-things>.
8. Cisco, одна из ведущих компаний по сетевым и вычислительным технологиям – <https://www.cisco.com>.
9. Cisco, The Internet of Things Reference Model – http://cdn.iotwf.com/resources/71/IoT_Reference_Model_White_Paper_June_4_2014.pdf.
10. Microsoft Azure and IoT architecture – http://download.microsoft.com/download/A/4/D/A4DAD253-BC21-41D3-B9D9-87D2AE6F0719/Microsoft_Azure_IoT_Reference_Architecture.pdf.
11. Internet of Things (IoT) Use Cases & The Importance of Software Testing – <http://www.cigniti.com/blog/internet-of-things-use-cases-importance-of-software-testing>.
12. Промышленный интернет вещей – <https://www.osp.ru/lan/2016/09/13050308>.
13. В Киеве начали строительство сети для интернета вещей – <http://www.imc.ua>.
14. lifecell и IoT Ukraine начали создание первой сети Интернета вещей в Киеве – <https://hi-tech.ua/lifecell-i-iot-ukraine-nachali-sozdanie-pervoy-seti-interneta-veshhey-v-kieve>.
15. Первая комплексная система умного дома, созданная в Украине – <http://clap.ua>.
16. Конференция IoT Tech Expo 2018 – <https://www.iotttechexpo.com/global>.
17. IoT Hardware Guide – <http://www.postscapes.com/internet-of-things-hardware>.
18. IoT Software Development Guide – <http://postscapes2.webhook.org/internet-of-things-software-guide>.
19. IoT Cloud Platform providers – <http://postscapes2.webhook.org/internet-of-things-platforms>.
20. ESP8266 – <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266>.
21. WiFi Плата NodeMCU V2 ESP8266 (CP2102): <https://arduino.ua/prod1495-wifi-plata-nodemcu-v3-esp8266-cp2102>.
22. Документація Blynk: <http://docs.blynk.cc>.
23. Chekunov M., Osypchuk I., Kyrashchuk V., Osypchuk S. Theoretical research and practical design of IoT tested solution based on ESP8266 SOC and blank components / 12th International Scientific Conference "MODERN CHALLENGES IN TELECOMMUNICATIONS", April 16-20, 2018, Kyiv, Ukraine. Conference materials. – P. 466-468.
24. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір: Комп'ютерна програма «Програмний код для IoT-девайсу на базі ESP8266 SoC з використанням трьох датчиків». Заявка № АПС/2478-18 від 20.05.2018. Автори: Уривський Л.О., Осипчук С.О., Чекунов Н.В., Осипчук И.С., Киращук В.В. Свідоцтво про реєстрацію №79720 від 13.06.2018, видано Міністерством економічного розвитку і торгівлі України.

РАДІОПРИЙМАЧ МОНІТОРИНГУ РАДІОНАВІГАЦІЙНОГО ПОЛЯ ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ

Швец В.А.

кандидат технічних наук, доцент

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

RADIO RECEIVER FOR THE MONITORING OF THE RADIONAVIGATION FIELD OF GLOBAL NAVIGATING SATELLITE SYSTEMS

Shvets V.A.

Candidate of Technical Sciences, Associate professor

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

АНОТАЦІЯ

Безпечна робота транспорту, як об'єкта критичної інфраструктури, на основі сигналів ГНСС залежить від точності визначення координат споживача навігаційної інформації, що залежить від точності оцінки атмосферних параметрів та навколишнього електромагнітного середовища. Тому рекомендується проводити моніторинг доступності радіонавігаційного поля глобальної навігаційної супутникової системи. В роботі пропонується реалізація радіоприймача на основі технології SDR радіо для автономних комплексів моніторингу доступності радіонавігаційного поля глобальної навігаційної супутникової системи. Вимірювання потужності напруженості електричного поля, які отримані за допомогою макета радіоприймача дозволили розробити методику оцінки доступності радіонавігаційного поля ГНСС.

ABSTRACT

The safe operation of transport, as an object of critical infrastructure, on the basis of GNSS signals depends on the accuracy of determining the coordinates of the user of navigation information, which depends on the accuracy of the assessment of atmospheric parameters and the surrounding electromagnetic environment. It is therefore recommended to monitor the availability of radio navigation field of global navigation satellite systems. The work proposes the implementation of a radio receiver based on the technology of SDR radio for autonomous systems for monitoring the availability of the radionavigation field of the global navigation satellite system. Measurement of the power intensity of the electric field, obtained using the radio's layout, allowed to develop a method for assessing the availability of the radionavigation field GNSS.

Ключові слова: радіоприймач, глобальна навігаційна супутникова система, напруженість електричного поля, SDR, Matlab, jamming

Keywords: radio receiver, global navigation satellite system, electric field strength, SDR, Matlab, jamming

Огляд проблеми. Починаючи з 1993 р. глобальна навігаційна супутникова система (ГНСС) приносила користь цивільної авіації щодо безпеки та ефективності, що призвело експлуатантів повітряних суден, державні регулюючі органи і постачальників АНО до загального визнання видів обслуговування, заснованих на ГНСС. Багато країн почали реорганізацію повітряного простору для підвищення ефективності його використання за допомогою застосування PBN, ADS-B і ADS-C, а також розробили схеми заходів на посадку, що підвищують безпеку польотів і поліпшують доступ до аеропортів. При точному заході на посадку передбачається використання функціональних доповнень до ГНСС SBAS і GBAS [1].

Переваги що забезпечуються GBAS включають:

- а) скорочення витрат на наземну інфраструктуру, так як єдина наземна станція GBAS може забезпечити управління при заході на посадку на всі на злітно-посадкові смуги (ЗПС) в аеропорту;
- б) скорочення порушень розкладу і пов'язаних з ними витрат завдяки забезпеченню більш низьких мінімумів для посадки на ЗПС;
- в) підвищення пропускної спроможності аеропортів;
- г) підвищення ефективності шляхом забезпечення процедур PBN в аеродромній зоні, що дозволяє більшій кількості повітряних суден використовувати кращі траєкторії;
- д) полегшений доступ до ЗПС, де обмежені можливості розміщення не дозволяють використовувати наземні засоби;
- е) збільшення пропускної спроможності близько розташованих паралельних ЗПС за рахунок надання можливості використовувати кілька кутів нахилу глісади і зміщених порогів ЗПС.

Оператори повітряних суден також вимагають підвищення ефективності за допомогою підходів з мінімально можливими мінімумами та значних переваг у сфері безпеки, пов'язаних з вертикальним

керівництвом. Послуги на основі ГНСС можуть досягти цих цілей і вже забезпечили значні переваги безпеки та ефективності для багатьох операторів повітряних суден у всьому світі (в основному США та членів ЄС). Слідуючи цій тенденції, Україна також розпочала впровадження ГНСС в авіації. В роботі [2] розглядаються основні аспекти впровадження навігаційної системи на основі PBN в Україні.

Однак відомо що робота ГНСС піддається впливу навмисних (jamming) і не навмисних завад [3-5].

Безпечна робота транспорту, як об'єкта критичної інфраструктури, на основі сигналів ГНСС залежить від продуктивності навігаційного приймача та точності визначення координат споживача навігаційної інформації, що залежить від точності оцінки атмосферних параметрів та навколишнього електромагнітного середовища [1,6].

Для захисту ГНСС від дії завад нормативні документи рекомендують проводити організаційні та технічні заходи [7-11]. В якості організаційних заходів рекомендовано проводити моніторинг радіонавігаційного поля ГНСС.

Аналіз публікацій. Проведення організаційних заходів по забезпеченню цілісності та доступності інформації ГНСС це вимоги ІКАО та ІМО, які необхідно виконувати [7-11]. Згідно з вимогами та методологією, наведеними в Посібнику з тестування радіонавігаційного обладнання [13,14], необхідно провести моніторинг і випробування ГНСС, щоб підтвердити здатність сигналів ГНСС підтримувати польові процедури згідно з додатком 10 [8]. В роботі [12] розглядається проект SENTINEL і GAARDIAN де надається реалізація моніторингу доступності радіонавігаційного поля ГНСС. Визначаючи завдання моніторингу радіонавігаційного поля, також висувуються і вимоги до комплексів моніторингу радіонавігаційного поля [14,15], а також визначаються деякі параметри, які повинні

бути отримані в результаті моніторингу радіонавігаційного поля [13,14].

Мета. Відповідно до нормативних документів ІКАО розробити мобільний комплекс моніторингу доступності радіонавігаційного поля ГНСС.

Викладення основного матеріалу. В даний час для радіомоніторингу використовуються багатоканальні скануючі приймачі. Вони дозволяють здійснювати постійний автоматичний контроль та пошук радіосигналів в заздалегідь заданих частотах. Ефективність і результативність радіомоніторингу залежать не тільки від наявності дорогої апаратури (частотоміри, індикатори поля, аналізатори спектру, широкосмгові антени, смгові фільтри, малошумлячі антенні підсилювачі, високочастотні кабелі з малими втратами), правильного монтажу, але і від методів роботи, кваліфікації та досвіду радіооператорів. Спостереження за радіоефіром – це постійна напружена робота кваліфікованих фахівців по ідентифікації, вимірюванню параметрів радіосигналів, запису, збереження та обробки інформації, одержаної в процесі проведення радіомоніторингу.

Радіомоніторинг здатний вирішити наступні основні задачі по забезпеченню інформаційної безпеки об'єкта:

- виявлення радіозасобів несанкціонованого випромінювання та їх локалізацію (постановників радіозавад);
- контроль дотримання дисципліни зв'язку при використанні співробітниками відкритих каналів радіозв'язку; виявлення побічних випромінювань, що виникають при роботі радіоелектронних засобів;
- контроль за місцезнаходженням і станом транспортних засобів в реальному масштабі часу з використанням супутникових навігаційних систем; накопичення даних радіоелектронної обстановки в зоні розміщення об'єкту.

Для оцінки рівня напруженості електричного поля служать вимірювальні приймачі – радіоприймач з нормованими метрологічними характеристиками вимірювання рівня і частоти радіосигналів. Основне призначення – селективний вимір напруги або потужності слабких сигналів, у багатьох сучасних приймачів є також додаткові функції, наприклад: аналіз спектра сигналу, вимір модуляції, сканування за діапазоном частот з метою виявлення каналів, на яких ведеться передача або для відстеження перешкод. Для визначення параметрів радіовипромінювання в просторі, вимірювальний приймач використовується спільно з вимірювальними антенами.

В даний момент існує досить великий набір вимірювальних приймачів різних виробників:

П5-10 — 8,9 — 9,85 ГГц
 П5-11 — 2,85 — 3,15 ГГц,
 П5-13 — 12 — 16,6 ГГц,
 П5-15А — 25,8 — 37,5 ГГц,
 П5-20 — 500 — 1000 МГц,
 П5-34 — 8,24 — 12,05 ГГц,
 П5-42 — 9 кГц — 1000 МГц,
 UCR 3000 М — 9 кГц — 3 ГГц,
 Narda STS ® PMM 9010Fast (10ГГц- 18ГГц),
 Rohde&Schwarz® ESW8 / 26 / 44 (2 Гц - 8 /26,5 / 44 ГГц) ,
 Rohde&Schwarz® ESR3 / 7 / 26 (10 Гц - 3,6/7/26,5 ГГц),
 Rohde&Schwarz® ESRP3 / 7 (10 Гц - 3,6 / 7 ГГц),
 Rohde&Schwarz® ESU8 / 26 / 40 (20 Гц - 8/26,5/40 ГГц),
 Rohde&Schwarz® ESL3 / 6 (9 кГц - 3/6 ГГц),
 Rohde&Schwarz® EB200 (10 кГц - 3 ГГц),
 FCLE 1535 — 9 кГц ... 3,25 ГГц,
 РІАП 1.8 — 9 кГц ... 1800 МГц,
 Willtek 8100 GPR — 100 кГц ... 2,5 ГГц.

Однак при всіх їх перевагах ці приймачі призначені для стаціонарних вимірювальних лабораторій, мають досить високу ціну (десятки тисяч доларів), мають значну вагу від 15 кг до 27 кг, тобто оперативне або тактичне використання такого приймача в польових умовах неможливо як того вимагають документи ІКАО [1,8,13-17].

Тому актуальною технічною задачею є розробка тактичного малогабаритного, дешевого (до 300 \$) вимірювального приймача для оцінки рівня напруженості електричного поля в діапазоні частот ГНСС для комплексу радіомоніторингу радіонавігаційного поля ГНСС.

З аналізу стану сучасного радіоприймання і обробки інформації був зроблений вибір на користь технології SDR-radio.

Software Defined Radio (SDR) — загальний термін, який відноситься до систем радіозв'язку, в яких майже всі функціональні можливості, пов'язані з фізичним рівнем, реалізовані в програмному забезпеченні за допомогою алгоритмів цифрової обробки сигналів (ЦОС). Ідеальний SDR приймач має дуже мало фізичного обладнання: тільки антена, яка здатна захоплювати і оцифровувати широку смугу радіочастот. Будь-яка демодуляція, синхронізація, декодування, дешифрування або відновлення інформації, що міститься в прийнятому сигналі виконується на спеціалізованому пристрої обробки. RTL-SDR — це недорогий (приблизно \$10 – \$200), легкий у використанні USB пристрій який може приймати радіочастотні сигнали [18–20].

В даний час на ринку присутні де кілька моделей SDR-приймачів з наступними характеристиками (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристики широкосмугових SDR-приймачів

SDR-приймач	Діапазон частот (MHz)		Пропускна здатність (MHz)	Розрядність АЦП (біт)	Режим передачі (так/ні)	Ціна за одиницю (\$USD)
	мін.	макс.				
RTL-SDR (R820T)	24	1766	3.2	8	ні	~10
Funcube Pro+	0.15 410	260 2050	0.192	16	ні	~200
Airspy	24	1800	10	12	ні	199
SDRPlay	0.1	2000	8	12	ні	149
HackRF	30	6000	20	8	так	299
BladeRF	300	3800	40	12	так	400 & 650
USRP 1	DC	6000	64	12	так	700

На підставі аналізу характеристик зупинимося на приймачі R820T: робочий діапазон охоплює частоти ГНСС, смуга пропускання захоплює ширину спектра сигналів цивільного діапазону ГНСС, низька вартість і наявність великої кількості програмного забезпечення [18–21].

На початку 2014 року MathWorks випустила пакет підтримки обладнання для RTL-SDR, що дозволило MATLAB і Simulink взаємодіяти з RTL-SDR. За допомогою цього доповнення, сигнал з виходу пристрою може бути захоплений і перенесений в програмне середовище, що дозволяє користувачам створити будь-який приймач або аналізатор спектра на основі моделі Simulink або MATLAB коду [22].

У RTL-SDR приймачі радіосигнал приймається антеною, проводиться квадратурне перетворення за допомогою RTL-SDR, після цього синфазна і квадратурна складові надсилаються в

MATLAB, запущений на комп'ютері. Конструкція приймача реалізована з використанням відповідних алгоритмів цифрової обробки сигналів для демодуляції та виділення корисного сигналу. Це можуть бути аудіо, відео, зображення або дані. На рис. 1 показана блок-схема основних етапів обробки сигналів, які виконуються на RTL-SDR [20].

РЧ-сигнали, що надходять в тюнер понижуються до низької ПЧ, використовуючи генератор керований напругою (ГКН). ГКН програмується і управляється RTL2832U через інтерфейс Inter-Integrated Circuit (I²C). Після стадії активного регулювання підсилення (АПП), яка динамічне регулює амплітуду вхідного сигналу відповідно до робочого діапазону пристрою, сигнал ПЧ зміщений аж до смуги відеочастот.

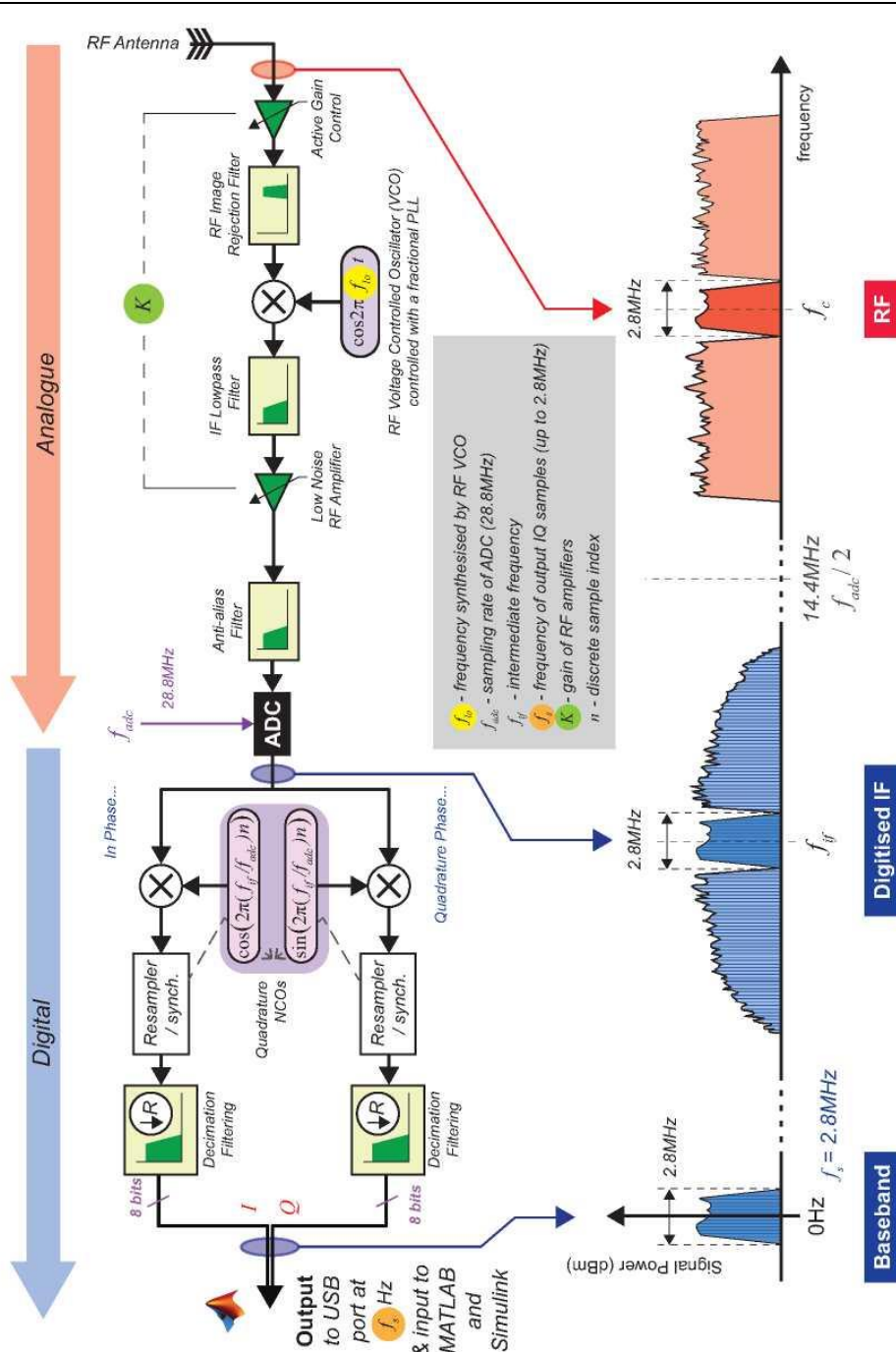


Рис. 1. Процес, виконаний RTL-SDR R820T / RTL2832U: перетворення сигналу РЧ в ПЧ, перетворення частоти в базову полосу. (Примітка щодо порівняння з рис. 4.8, ця блок-схема працює справа наліво, а не зліва направо). Параметри частот дискретизації основної частоти, f_s , настроюваної підсилення, K і центральної частоти радіочастот f_c встановлюються в блоці приймача Simulink RTL-SDR або в системному об'єкті MATLAB comm.SDRRTLReceiver

Класичний метод виконання цього полягає в передачі сигналу ПЧ через фільтр що згладжує, а потім знижує його в смугу відеочастот за допомогою квадратурних з числовим програмним управлінням осциляторів.

Вимірювальний радіоприймач повинен виконувати функцію: вимірювання потужності сигналу на заданій частоті або діапазону частот в точці спостереження, за рівнем не гірше -140 дБВт [1,23].

В якості радіомодуля пропонується використувати RTL-SDR RTL2832U приймач (рис. 2), який виконує функції показані на рис. 1 з наступними характеристиками:

- чутливість – 0,22 мкВ;
- діапазон частот – 27 ÷ 1800 МГц;
- коефіцієнт підсилювання РЧ сигналу 0 ÷ 49,2 дБ;
- частота дискретизації АЦП 200 ÷ 3200 кГц.



Рис. 2. Комплект RTL-SDR приймача

Структурна схема приймача вимірювання потужності сигналу наведена на рис. 3.

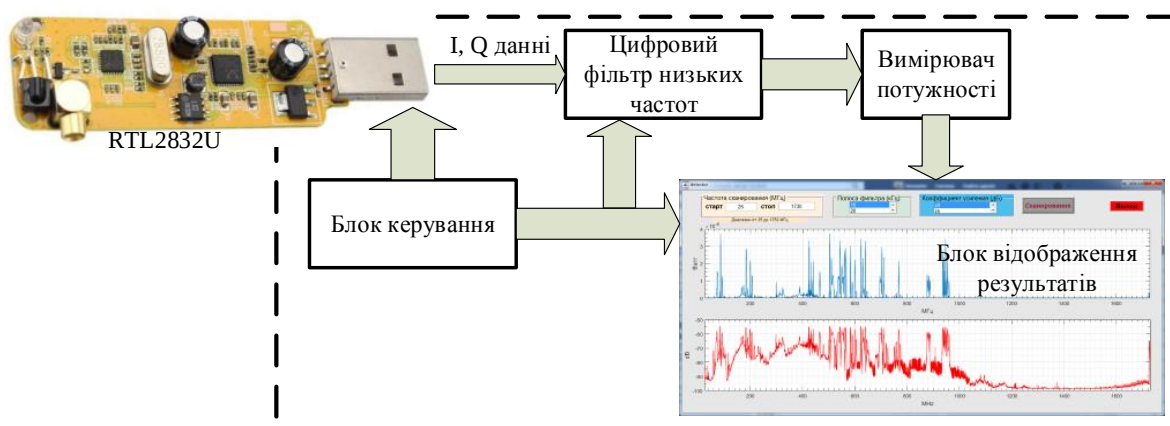


Рис. 3. Структурна схема приймача вимірювання потужності сигналу

Для роботи приймача RTL2832U йому потрібно отримати наступні параметри:

- частоту сигналу, який треба прийняти;
- частоту дискретизації для АЦП;
- коефіцієнт підсилення;
- обсяг накопичувального буферу;
- початкову і кінцеву частоту сканування;
- крок сканування.

Ці параметри надходять з блоку керування.

За вимогами, потужність сигналу повинна вимірюватися на частоті сигналу, проте приймач має визначену смугу пропускання, яка залежить від частоти дискретизації ($f_s = 200 \text{ кГц} \div 3.2 \text{ МГц}$), тобто смуга пропускання приймача може бути в межах $\Delta f = \pm 100 \text{ кГц} \div \pm 1,6 \text{ МГц}$, тому сигнал необхідно обмежити по частоті, що можна реалізувати фільтром низьких частот з малою смугою пропускання. Виходячи з технічних характеристик скануючих приймачів мінімальний крок сканування складає 10 кГц , на підставі цього можемо вибрати смугу пропускання цифрового фільтра 10 кГц або менше, тим самим підвищимо роздільну здатність по частоті [14].

Блок керування для цифрового фільтра низьких частот надає частоту дискретизації, смугу пропускання фільтра.

Вимірювач потужності прийнятого сигналу працює за наступним принципом: прийнятий сигнал можна вважати випадковим на деякій часовій ділянці, а як відомо потужність випадкового процесу відображається його дисперсією [24]. В такому випадку вимірювач потужності буде обчислювати дисперсію прийнятого сигналу на певній частоті з заданою смугою.

Блок відображення результатів: відображає результати вимірювання потужності сигналу на прийнятій частоті в вигляді графіка "потужність-частота". Через інтерфейс блоку задаються всі необхідні параметри для роботи приймача.

Блоки що знаходяться всередині штриховий області будуть реалізовуватися програмним способом і в якості інструменту буде використаний пакет Matlab (рис. 3).

Для створення приймача необхідно виконати наступні кроки:

- створити інтерфейс приймача;
- створити програму керування приймачем і вимірювання потужності.

Інтерфейс приймача створюється в стандартному додатку Matlab для розробки графічного інтерфейсу користувача GUIDE [25]. На головній панелі (рис. 4) розміщуються об'єкти: п'ять діалогових вікон для введення діапазону сканування,

смуги пропускання фільтра низьких частот (забезпечує дозвіл сканування за частотою), коефіцієнт підсилення приймача, коефіцієнту підсилення антени, опору антени. Дві кнопки "Сканування" і "Вихід". Два графічних об'єкта для виведення результатів.

Для керування приймачем попередньо повинна бути встановлена бібліотека функцій для RTL-SDR радіо [18-22], необхідно задати в параметри: частоту початку і кінця діапазону сканування, ідентифікатор приймача, частоту дискретизації, коефіцієнт підсилення, кількість даних в фреймі, тип даних і коригувальну частоту для гетеродину.

```
% read_data(handles);
start_freq                                     =
str2double(get(handles.edit1,'String'))*1e6;
stop_freq                                     =
str2double(get(handles.edit2,'String'))*1e6;
rtlsdr_id = '0'; % RTL-SDR ідентифікатор или
адрес
rtlsdr_fs = 2.8e6; % RTL-SDR частота дискретизації Hz
```

```
% rtlsdr_gain = 40; % RTL-SDR tuner gain in dB
rtlsdr_frmrlen = 4096; % RTL-SDR output data
frame size
rtlsdr_datatype = 'double'; % RTL-SDR output
data type
rtlsdr_ppm = 0; % RTL-SDR tuner parts per
million correction
```

Створити програмний об'єкт приймач з певним ім'ям:

```
% создаем объект RTL-SDR приемника
hSDR = comm.SDRRTLReceiver(...
rtlsdr_id,...
'CenterFrequency', start_freq,...
'EnableTunerAGC', false,...
'TunerGain', rtlsdr_gain,...
'SampleRate', rtlsdr_fs, ...
'SamplesPerFrame', rtlsdr_frmrlen,...
'OutputDataType', rtlsdr_datatype ,...
'FrequencyCorrection', rtlsdr_ppm );
```

На рис. 4. представлено результат роботи вимірювального приймача.

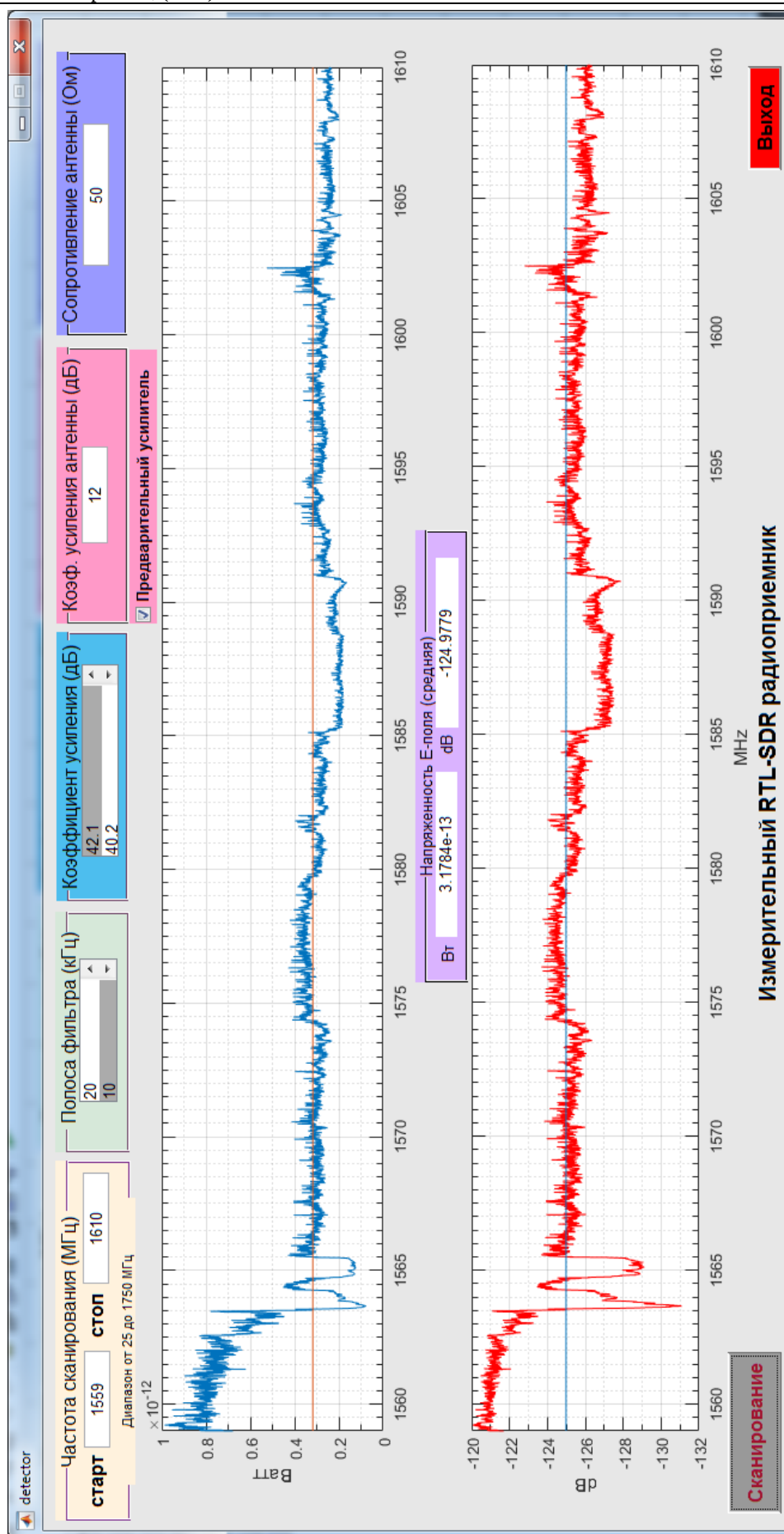


Рис. 4 Результат работы ви́зювального приймача в діапазоні GPS L1

Антенна приймача повинна приймати сигнали в діапазоні L1 GPS і проектується за методикою наведеною в [26]. Конструкція та діаграма спрямованості антени наведені на рис. 5 та рис.6. На рис. 7

представлено макет приймача для комплексу моніторингу доступності радіонавігаційного поля ГНСС.

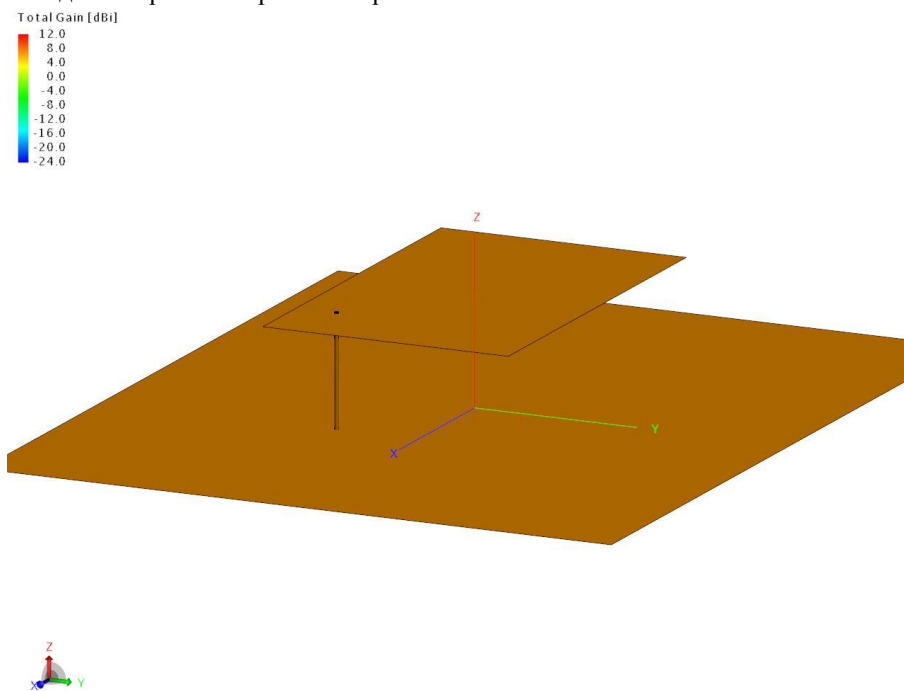


Рис. 5. Конструкція антени вимірювального приймача

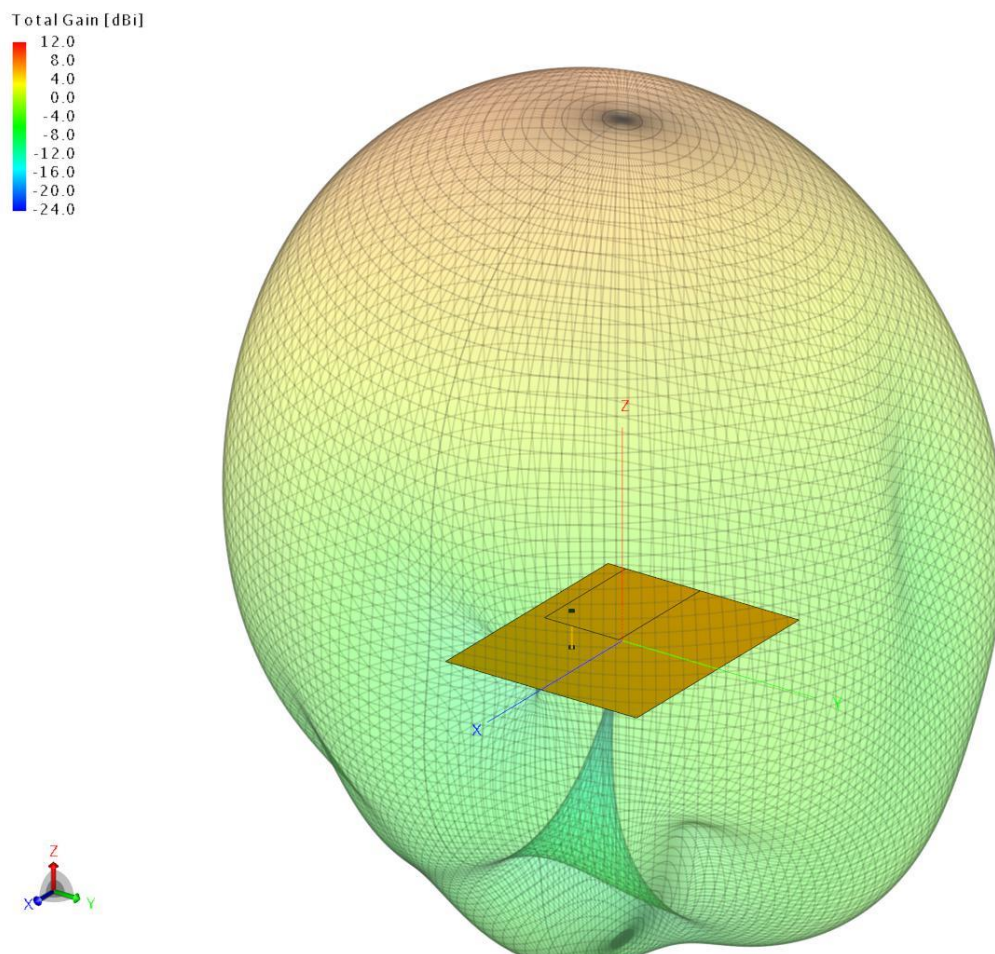


Рис. 6. Діаграма спрямованості антени вимірювального приймача

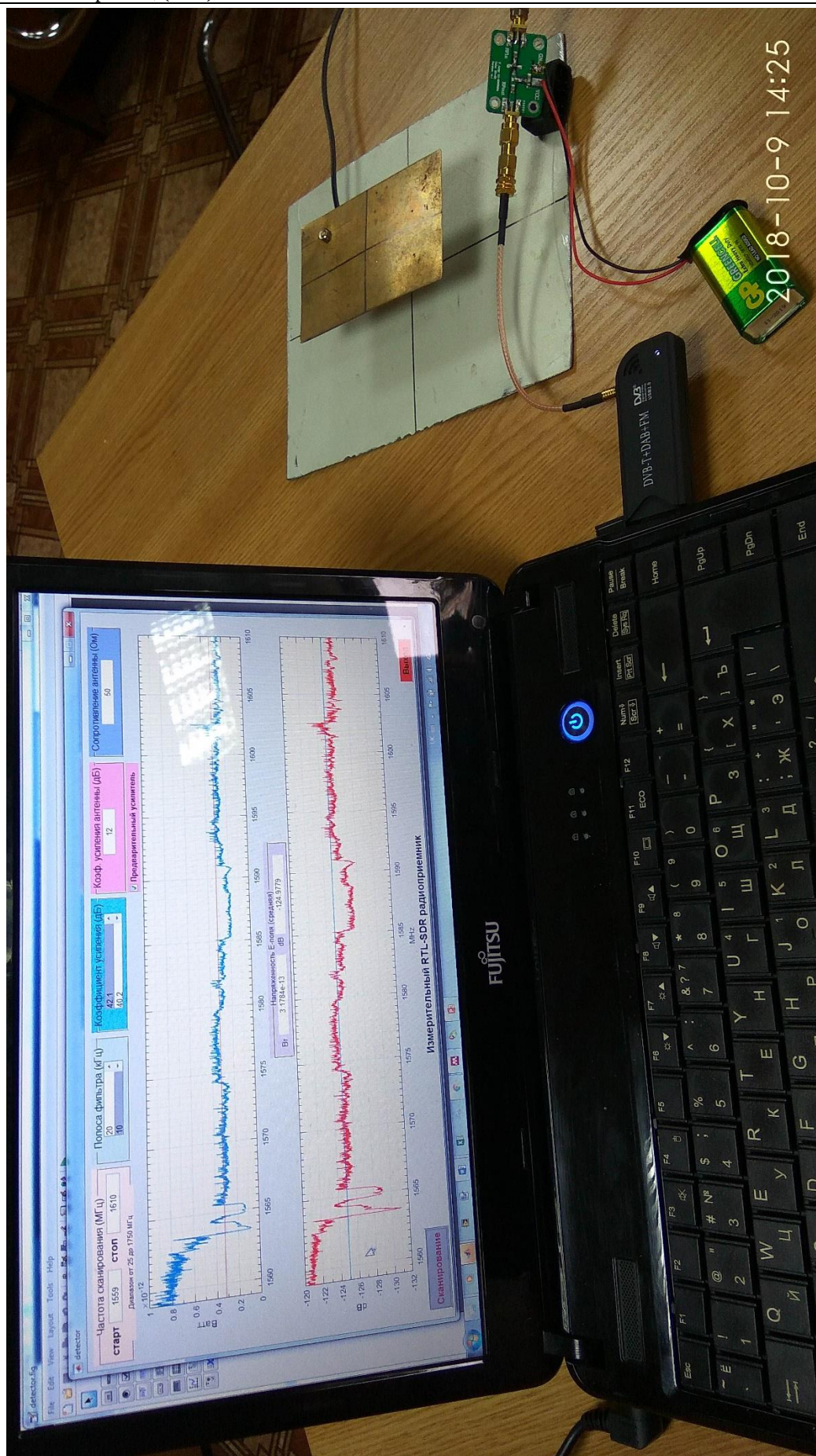


Рис. 7. Макет виірвального приймача потужності електричного поля

Вимірювальний приймач розроблено в процесі виконання науково-дослідної роботи Національного авіаційного університету «Система моніторингу доступності радіонавігаційного поля при заходах на посадку літальних апаратів за сигналами GNSS».

Вимірювання потужності напруженості електричного поля, які отримані за допомогою макета радіоприймача дозволили розробити методику оцінки доступності радіонавігаційного поля ГНСС [6,27,28].

В якості подальших робіт реалізації автономності комплексу моніторингу доступності радіонавігаційного поля RTL-SDR-приймач буде підключений до міні-EOM Raspberry Pi або Pine 64A з модулем зв'язку каналами GSM.

Висновки. В роботі розглянута проблема радіомоніторингу доступності радіонавігаційного поля ГНСС. Для вирішення проблеми на основі технології SDR радіо розроблено вимірювальний приймач для автономних комплексів радіомоніторингу доступності радіонавігаційного поля ГНСС. Вимірювання потужності напруженості електричного поля, які отримані за допомогою макета радіоприймача дозволили розробити методику оцінки доступності радіонавігаційного поля ГНСС.

Література

1. Конин В., Харченко В. Системы спутниковой радионавигации / В. Конин, В. Харченко, Киев: ХОЛТЕХ, 2010. – 521 с.
2. Ilnytska S., Kondratiuk V. Regulatory and legal aspects analysis of PBN implementation in Ukraine Kyiv: NAU, 2017. 12.1-12.10 pp.
3. Corrigan T.M. and etc. GPS Risk Assessment Study. Final report. Washington, 1999.
4. Vulnerability Assessment of the Transportation Infrastructure Relying on the Global Positioning System. Final report. Washington, 2001.
5. RTCA Inc. Assessment of Radio Frequency Interference Relevant to the GNSS L1 Frequency Band / RTCA Inc., Washington: RTCA, Inc., 2008. 464 p.
6. Shvets V. A. Information threats to the global navigation satellite system and how to eliminate them / V. A. Shvets // Sciences of Europe, Vol. 1, №35 (2019). – Praha, Czech Republic: Sciences of Europe, 2019. pp. 61 – 73.
7. Циркуляр 267-AN/159 Рекомендации по внедрению и эксплуатационному использованию глобальной спутниковой навигационной системы (GNSS) М.: ИКАО, 1996. – 114 с.
8. Авиационная электросвязь. Том 1 Радионавигационные средства М.: ИКАО, 2006. – 598 с.
9. Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN) М.: ИКАО, 2013. – 444 с.
10. Руководство по глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS). Doc 9849 М.: ИКАО, 2013. – 100 с.
11. IMO Resolution A915. Revised maritime policy and requirements for a future global navigation satellite system (GNSS). London, UK: IMO, 2002. 22p.
12. Curry C. Sentinel Project Report on GNSS Vulnerabilities. Lydbrook, 2011.
13. Manual on Testing of Radio Navigation Aids. Montreal: ICAO, 2000. 188 p.
14. Manual on Testing of Radio Navigation Aids. Montreal: ICAO, 2007. 73 p.
15. Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне. Женева: ITU, 2005. – 340 с.
16. Руководство по требуемым радионавигационным характеристикам (RNP) М.: ИКАО, 1999. – 68 с.
17. ICAO 2016 – 2030 Global Air Navigation Plan. Montreal: ICAO, 2016. 142 p.
18. Laufer C. The Hobbyist's Guide to the RTL-SDR / C. Laufer, Kindle edition, 2014. 286 с.
19. Clark D., Clark P. Field Expedient SDR: Introduction to Software Defined Radio / D. Clark, P. Clark, Meadow Registry Press, 2015. 173 с.
20. Stewart R. [и др.]. Software Defined Radio using MATLAB® & Simulink® and the RTL-SDR / R. Stewart, K. Barlee, D. Atkinson, L. Crockett, Glasgow: Strathclyde Academic Media, 2015. 674 с.
21. RTL-SDR.COM [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rtl-sdr.com/> (дата звернення: 20.02.2019).
22. MathWorks RTL-SDR Support from Communications Toolbox - Hardware Support - MATLAB & Simulink [Электронный ресурс]. URL: https://www.mathworks.com/hardware-support/rtl-sdr.html?s_tid=srchtitle (дата звернення: 20.02.2019).
23. Дятлов, А. П., Дятлов, П. А., Кульбикаян, Б. Х. Радиоэлектронная борьба со спутниковыми радионавигационными системами / П. Дятлов, А., А. Дятлов, П., Х. Кульбикаян, Б., М.: Радио и связь, 2004. – 226 с.
24. Тихонов В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. М.: Радио и связь, 2004. – 608 с.
25. MatWorks MATLAB Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/> (дата звернення: 21.01.2019).
26. Воскресенский Д. И. Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решеток / В. С. Филиппов, Л. И. Пономарев, А. Ю. Гринев и др. М.: Радио и связь, 1994. – 592 с.
27. Shvets V. A. Method of evaluation of the electric field level of dangerous signals to gnss receivers / V. A. Shvets, V. P. Kharchenko // Proceedings of the National Aviation University, N 2 (75), 2018. pp. 7–12.
28. Shvets V., Kondratiuk V., Ilnytska S., Kutsenko O. Radionavigation field monitoring in the landing area using software-defined radio receiver // Aviation in the XXI-st century 2018: World Congress. (National Aviation University, October 10 – 12, 2018). Kyiv: Publisher NAU, 2018. P 5.1.21 – 5.1.26

БИОЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММНЫХ ОБЕСПЕЧЕНИЙ ДЛЯ СЛАБОСЛЫШАЩИХ ДЕТЕЙ В УЗБЕКИСТАНЕ**Юлдашева Р.Э.***Старший преподаватель кафедры «История Узбекистана» Ташкентского Государственного Технического Университета***Камолова Ю.М.***Ассистент кафедры «Биомедицинская инженерия» Ташкентского Государственного Технического Университета***Таубалдиев А.***Студент факультета «Энергетика» Ташкентского Государственного Технического Университета***BIOETHICAL ASPECTS OF THE IMPLEMENTATION OF COMPUTER SOFTWARE FOR HEARING IMPAIRED CHILDREN IN UZBEKISTAN****Yuldasheva R.E.***Senior Lecturer, Department of History of Uzbekistan, Tashkent State Technical University***Kamolova Yu.M.***Assistant of the Department "Biomedical Engineering" Tashkent State Technical University***Taubaldiev A.***Student of the Faculty of "Energy" of the Tashkent State Technical University***АННОТАЦИЯ**

В данной статье рассматриваются биоэтические аспекты и возможности реализации компьютерных программных обеспечений для слабослышащих детей в Узбекистане. Сегодня важно и нужно осознать, что при выборе метода восстановления слуха после кохлеарной имплантации надо координировать работы родителей с детьми.

ABSTRACT

This article discusses the bioethical aspects and possibilities of implementing computer software for hearing impaired children in Uzbekistan. Today it is important and necessary to realize that when choosing the method of hearing restoration after cochlear implantation, it is necessary to coordinate the work of parents with children.

Ключевые слова: биоэтика, права ребенка, государственная программа, кохлеарная имплантация, речевые нарушения, слуховая реабилитация, программное обеспечение.

Keywords: bioethics, child rights, state program, cochlear implantation, speech disorders, auditory rehabilitation, software.

Приоритетным направлением государственной политики в нашей стране является создание наилучших и благоприятных условий для физического, интеллектуального и духовного развития подрастающего поколения.

С присоединением нашей республики к Конвенции ООН о правах ребенка в 1992 году, созданы необходимые правовые, организационные условия и гарантии для соблюдения и защиты прав детей.

Закон «О гарантиях прав ребенка» является первым в правовой истории Узбекистана кодифицированным актом в данной области. По своему целевому назначению он призван регулировать отношения, связанные с определением правового положения ребенка, гарантировать обеспечение его прав и свобод [1].

Президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев, постановлением от 25 декабря 2017г, утвердил Государственную программу раннего выявления врожденных и наследственных заболеваний у детей на 2018–2022 годы. Аналогичная программа была реализована в 2013–2017 годах. Реализация планируемых мероприятий в 2018–2022г направлена на повышение эффективности диагностических и лечебных мероприятий по раннему выявлению детей с наследственными заболеваниями, приводящими к

детской инвалидности. Технологии с каждым годом развиваются интенсивнее, появляются новые решения в самых различных сферах деятельности человека — от бытового уровня до производственного, медицина в данном случае не является исключением, при этом она выступает существенным драйвером инноваций: разрабатываются и внедряются новые препараты, новое медицинское оборудование и приборы, новые методы лечения самых различных заболеваний и патологий. В общей сложности, 2–4% населения земного шара имеют проблемы, связанные со снижением слуха. Так, в мире примерно 5 млн глухих людей, около 350 млн человек имеют снижение слуха умеренной и тяжелой степени — второй, третьей и четвертой, а 750 млн человек — снижение слуха первой степени. При этом из 360 млн людей со значительным снижением слуха 32 млн — это дети до 15 лет. Бывает же глухота социальная, то есть появившаяся с рождения или раннего детства. Такие люди без коррекции специалистов очень плохо адаптируются, у них иное восприятие мира. В таких условиях чем раньше детей начать реабилитировать, тем более защищенными психофизически и эмоционально они вырастут [5].

Сегодня активно развивающиеся технологии позволяют творить чудеса и могут достаточно быстро предоставить глухим детям возможность адаптироваться в жизни и реализовывать себя.

В современных условиях основным способом лечения глухоты является кохлеарная имплантация, ее методы и оборудования применяемые при этой операции, постоянно совершенствуются. Как полагают эксперты, в ближайшее десятилетие в помощь докторам придут, возможно, новые методики, лечение будет осуществляться с использованием стволовых клеток, а в более отдаленной перспективе — и генная инженерия, при которой будет проводиться перестройка гено типа — для предупреждения рождения детей с проблемами слуха. Пока значительную часть груза по реабилитации детей родителям приходится брать на себя. Государство финансирует программы медицинской помощи, однако координация между министерствами здравоохранения, образования и труда все еще развита слабо. а именно комплексный подход в решении этой проблемы — залог успешной адаптации в современном обществе людей с проблемами слуха.

Сегодня важно осознавать, что при выборе метода восстановления слуха нельзя терять время и ждать, пока станут доступны технологии будущего. Ведь для развития ребенка необходимо как можно раньше обеспечить ему возможность слышать, так как существует критический период для развития слуховых и речевых центров мозга, и эту возможность глухому ребенку обеспечивают кохлеарные имплантаты [4].

Технология кохлеарной имплантации сама диктует принципиально новый подход к реабилитации глухого ребенка — целенаправленное формирование процессов слухового анализа и создание условий для их спонтанного развития, чтобы в дальнейшем они стали инструментом для овладения речью посредством общения с окружающими взрослыми. Это серьезно отличается от традиционных подходов развития речи у слабослышащих и глухих, опирающихся на зрение (чтение, пальцевая азбука, жесты, письменная речь) и тактильные ощущения.

При слухоречевой реабилитации пациентов с кохлеарными имплантатами, в том числе, могут использоваться виртуальные технологии. В частности, в компьютерном тренажерном комплексе для развития слухоречевого восприятия у пациентов с имплантатами, разработанном в Ташкентском государственном техническом университете кафедрой «Биомедицинской инженерии» совместно с Ташкентской Медицинской академией кафедры «Оториноларингологии» для тренировки способности локализовать источник звука используется виртуальное моделирование перемещения источника звука и его различной локализации, моделирование сложных акустических сцен, синтез речевых сигналов с заданными характеристиками. Это позволяет структурированно сформировать процессы мозгового анализа звуковой информации у пациента с кохлеарным имплантатом в короткие сроки.

Операция — это лишь начало пути, она возвращает ребенку слух, но не учит его понимать услышанное. Над развитием слуха и речи ребенка еще долгое время после операции работают сурдопедагоги, другие специалисты и родители. Длительность реабилитации детей с врожденной глухотой составляет от трех до пяти лет. Программное обеспечение на узбекском языке «Домашний логопед» («Уй логопеди») специализируется на разработке новых методик слухоречевой реабилитации и социальной адаптации детей после кохлеарной имплантации, поддерживает центры слухоречевой реабилитации в регионах Узбекистана и координирует работу родителей и детей-инвалидов по слуху, сотрудничает с отечественными и зарубежными производителями в сфере высоких технологий, обучает специалистов [4].

Этические аспекты в педиатрической помощи начинаются с клиники, где мы встречаемся с ребенком. Мы несем ответственность за лечение ребенка-пациента, с которым будем общаться на основе наилучших научных знаний в сочетании с клиническим пониманием и опытом. За последние годы статус ребенка в семье, обществе и учреждениях здравоохранения сильно изменился, но по-прежнему существуют различия в зависимости от культуры и социальной структуры. Наше понимание ребенка сегодня очень сильно зависит от нашего понимания компетенций ребенка с точки зрения психологического развития, языка и навыков общения, а также новых способов суждения об этических и моральных проблемах. Одним из важных аспектов этого понимания является, Конвенция о правах ребенка [3]. В настоящее время Конвенция ратифицирована большинством стран мира. Конвенция применяется к детям и подросткам младше 18 лет и утверждает о том, что дети имеют права [3, статья 1]. Ребенок имеет право на жизнь и развитие, защиту от опасностей для здоровья, дискриминации, наказания и т. д. [3, статья 2 и 6]. Для этого ребенок имеет право участвовать в решениях, затрагивающих его или ее интересы, следует учитывать точку зрения ребенка, принимая во внимание возраст ребенка и его зрелость [3, статья 12].

Статья 3 [3]. объявляет один из важнейших принципов Конвенции, а именно наилучшие интересы ребенка. В ситуации детей с патологией слуха это означает, что организация и планирование помощи детям, включая компетенцию и количество сотрудников, должны основываться на наилучшем соответствии интересам ребенка. Поэтому, чтобы выполнить это, мы должны обладать знаниями и компетентностью в отношении детей и подростков. Специалисты должны знать о физическом, а также психологическом развитии, быть опытными в общении с детьми и их семьями, должны ориентироваться на то, как дети проводят свои дни, думать о школе, культуре и социальных аспектах, связанных с повседневной жизнью детей. Это может показаться претенциозным, но на самом деле это вопрос подлинного интереса к детям и подросткам. Конвенция ООН о правах ребенка существенным образом повлияла на здравоохранение в организации и

предоставлении медицинской помощи детям [3, ст.2,3]. Сегодня у ребенка более сильная позиция, его голос учитывается в принятии решений о лечении. [3, ст.4,5].

Литература

1. Закон Республики Узбекистан « О гарантиях прав ребенка».Режим доступа http://www.lex.uz/Pages/GetAct.aspx?lact_id=1297318
2. Постановление Президента Республики Узбекистан. О Государственной программе раннего выявления врожденных и наследственных заболеваний у детей на период 2018-2022 годов. 25.12.2017. <http://uza.uz/ru/documents/>
3. Конвенция о правах ребенка ООН Режим доступа http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/childcon.shtml
4. Доклад Камоловой Ю.М по теме “Программное обеспечение «Домашний логопед» для развития слуха и речи у слабослышащих детей дошкольного возраста” подготовленный “Инновационному гранту” объявленной “Советом молодых ученых” при спонсорстве “Союза молодежи Узбекистана” Ташкент.-2018.
5. <https://www.kommersant.ru> Социальная ответственность. В унисон с высокими технологиями. СПб. Газета №21. 6-февраль. 2018 г. -14с.

VOL 1, No 36 (2019)

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