



#6 (34), 2018 część 1

Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe

(Warszawa, Polska)

Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w

Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze

wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo

publikowane jest w języku polskim, angielskim,

niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego
miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz
czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej
czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet
Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków
Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michałak (Uniwersytet
Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet
Jagielloński)

Kolub Frennen (University of
Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków
Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet
Warszawski)

#6 (34), 2018 part 1

East European Scientific Journal

(Warsaw, Poland)

The journal is registered and published in Poland. The
journal is registered and published in Poland.

Articles in all spheres of sciences are published in the

journal. Journal is published in **English, German, Polish**

and Russian.

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the
journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet
Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków
Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michałak (Uniwersytet
Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet
Jagielloński)

Kolub Frennen (University of
Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków
Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet
Warszawski)

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**
**Peter Clarkwood(University College
London)**
Igor Dziedzic (Polska Akademia Nauk)
**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**
**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**
Kehan Schreiner(Hebrew University)
**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**
**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**
**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**
**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**
Redaktor naczelny - Adam Barczuk

1000 kopii.

**Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie
85/21, 02-001 Warszawa, Polska»**

**Wschodnioeuropejskie Czasopismo
Naukowe**

**Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001
Warszawa, Polska**

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**
**Peter Clarkwood(University College
London)**
Igor Dziedzic (Polska Akademia Nauk)
**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**
**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**
Kehan Schreiner(Hebrew University)
**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**
**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**
**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**
**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**
Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

**Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-
001 Warsaw, Poland»**

East European Scientific Journal

**Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Po-
land**

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Чайка Н.И., Гурина И.В.

МЕЛИОРАТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НА РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ
УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА 4

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Булавенко О.В., Гончаренко О.М., Фурман О.В.

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОБНОГО ПЕЙЗАЖУ ПІХВИ У ЖІНОК З ЗАПАЛЬНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ
ПРИДАТКІВ МАТКИ..... 16

Жук Д.Д.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В КОМПЛЕКСНОМ
ЛЕЧЕНИИ МИОФАСЦИАЛЬНОГО БОЛЕВОГО ДИСФУНКЦИОНАЛЬНОГО СИНДРОМА
ЛИЦА 21

Karataeva L.A., Arifdjanova J.F., Sadriddinova M.A.

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE CASES OF SUDDEN DEATH AND SUDDEN DEATH SYNDROME
IN YOUNG CHILDREN..... 23

Тітова Ю. О., Кравчун Н. О.

РОЛЬ МАГНІЮ В РОЗВИТКУ ПОРУШЕНЬ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ
ДІАБЕТ 2 ТИПУ 26

Красносельский Н.В., Крутько Е.Н.

МЕЗЕНТЕРИАЛЬНЫЙ ДИСТРЕС СИНДРОМ ПРИ ЭНТЕРАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У
ОНКОБОЛЬНЫХ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ 32

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Дуднік А.С., Чолишкіна О.Г., Бондаренко Ю.В.

МЕТОД ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ТА ДАТЧИКІВ
РУХУ У ВІЙСЬКОВИХ ЦІЛЯХ..... 37

Белак В.Ю.

МОДЕЛЬ И СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ГРАФИКА НАГРУЗКИ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ В СЕЛЬСКОЙ
МЕСТНОСТИ..... 42

Ермаков В.Ф., Акуленко А.Е., Зайцева И.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СИЛОВОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ ПРИ ИЗВЕСТНОМ
ГРАФИКЕ НАГРУЗКИ 48

Моисеев Ю.В., Твердохвалов В.А.

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ФОРМЫ ГРАФИТА В ЧУГУНАХ 51

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Боровик Ю.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ
ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВОГО РЕАКТОРА 54

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Байдинов Т.Б., Сапалова С.А., Намазова Б.С., Иманакунов Б.И.

ИК СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ И ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ
ХЛОРИДОВ МАГНИЯ, КАЛЬЦИЯ С N,N-ДИМЕТИЛФОРМАМИДОМ И N,N-
ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДОМ 56

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

N.I. Chaika

candidate of agricultural sciences

Kharkov National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev

I.V. Gurina

doctor of agricultural sciences

Novocherkassk State Meliorative Academy

Н.И. Чайка

Кандидат сельскохозяйственных наук

Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева,

И.В. Гурина

доктор сельскохозяйственных наук

Новочеркасская государственная мелиоративная академия

MELIORATIVE POTENTIAL ON THE VEGETATION COVER OF THE WASTE DUMPS OF THE COAL MINES OF DONBASS МЕЛИОРАТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НА РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА

Summary: In the vegetation cover of the waste dumps, the communities characterized by overgrowing of groups of annual, biennial, perennial herbaceous plants and trees predominate. The peculiarity of meliorative potential formation on the vegetation cover of the waste dumps depends on the relief, microclimate, location and period of storage of the rock, the degree of erosion, the nature of plant communities composition, the cenotic, bioecomorphic features of the plants and the way of their multiplication. Five degrees of meliorative potential formation are established: 1. The open surface of the rock. 2. The communities of ruderal annual, biennial plant species. 3. The group and thicket communities of annual, biennial and perennial herbaceous plants. 4. The group and thicket communities with advantage of herbaceous perennial species and inclusion of single species of trees. 5. The communities of arboreal and grassy vegetation.

Key words: vegetation cover, flora, coefficient of erosion hazard, biomorph, ecomorph, meliorative potential.

Аннотация: В растительных покровах породных отвалов преобладают сообщества характеризующиеся зарослевым сложением из групп одно-, двулетников, многолетних травянистых растений и деревьев. Особенность формирования мелиоративного потенциала на растительном покрове породных отвалов зависит от рельефа, микроклимата, месторасположения и периода хранения породы, степени эрозий, характера сложения растительных сообществ, ценотических, биоэкоморфических особенностей растений и способа их размножений. Установлено пять степеней формирования мелиоративного потенциала: 1. Открытая поверхность породы. 2. Сообщества рудеральных одно-, двулетних видов растений. 3. Группово-зарослевые сообщества одно-, двулетних и многолетних травянистых растений. 4. Группово-зарослевые сообщества с преимуществом травянистых многолетних видов и включение одиноких видов деревьев. 5. Сообщества древесной и травянистой растительности.

Ключевые слова: растительный покров, флора, коэффициент эрозионной опасности, биоморфа, экоморфа, мелиоративный потенциал.

Постановка проблемы. Неотъемлемым технологическим процессом угледобывающих предприятий является складирование огромной по объёму массы породы в отвалы, которые занимают большие территории в лесных ландшафтах, степных, а часто и в населённых пунктах. Имея довольно крупные горные отвалы в пользовании, они несут нагрузку на окружающую среду. Кроме того, формировавшаяся миллионами лет геологическая среда на поверхности подвергается действию природных агентов, что приводит к образованию и выделению продуктов окисления в атмосферу и почву. Ослабление горного давления внутри напряженного массива приводит к образованию провалов земли на дневной поверхности и активизации эрозии почв. Следовательно необходимы мероприятия восстановительного характера, направленные на устранение последствий воздействия промышленного производства на окружающую среду.

Анализ последних исследований и публикаций. Преобразование нарушенных в результате производственной деятельности земель в состояние, пригодное для их дальнейшего использования, предотвращение их отрицательного воздействия на прилегающие ландшафтные комплексы, охрана этих комплексов, оптимизация сочетания техногенных и природных ландшафтов достигается рекультивацией нарушенных земель [1]. На современном уровне развития науки, учёными Донбасса накоплен огромный опыт, позволяющий в короткий промежуток времени принимать экстренные меры к созданию экологически сбалансированных оптимальных посттехногенных ландшафтов [2 - 4]. Однако, при всей значимости наличия большого числа публикаций по рекультивации нарушенных земель, они не исчерпывают многих проблем.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Процессы формирования почвенно-растительного покрова остаются малоизученными, кроме того имеют индивидуальную и региональную специфику. Поэтому многие исследователи считают, что разновозрастные самозарастающие промышленные отвалы являются очень удобными объектами для изучения динамики формирования современных биогеоценозов, а также первоначального периода развития энтогенеза почв [5 - 7]. Однако, при всей значимости таких исследований, работ по степени накопления мелиоративного потенциала на растительном покрове породных отвалов угольных шахт очень мало. Именно растительный покров, по исследованиям В.М. Ивонина [8], где основная роль отводится древесным видам растений, формирует мелиоративный потенциал.

Цель статьи. Выявить особенность и установить степени формирования мелиоративного потенциала на растительном покрове породных отвалов угольных шахт.

Изложение основного материала. Чтобы дать характеристику степени формирования мелиоративного потенциала на растительном покрове породных отвалов угольных шахт с целью выбора мелиоративных приёмов для их фиторекультивации, в июне 2014 г. на отвале шахты «Щуровка-1» и в июле 2016 г. на отвалах шахт «Островская» и № 11 г. Донецка, проводили исследования видовой структуры растительности. Все отвалы с рельсовым типом складирования породы имеют конусную форму с округлыми вершинами. Отвал шахты «Щуровка-1» не горящий, расположен в восточной части города Мариинка, достигает высоты 40 м и занимает площадь 0,86 га. Высота отвала шахты «Островская» 35 м и занимает площадь 0,73 га в степном массиве у левого берега реки Волчья, не горящий. Отвал шахты № 11 г. Донецка расположен в жилом массиве юго-западной части города, достигает высоты 60 м, занимает площадь 1,8 га и продолжает горение. Изучение растительных сообществ проводили в соответствии с общепринятыми в геоботанике методами и методиками [9, 10]. Экологические профили закладывались в основном в местах перехода микронзон между пионерными группировками одно-, двулетников и многолетними видами, между травянистыми сообществами и древостоем. Их протяжённость варьировала (в зависимости от рельефа и площади растительных группировок) в пределах 3 – 6 м. Всего было описано 123 учетных площадки площадью 1 м². Экоморфический анализ выполнен на основе системы экоморф А.Л. Бельгарда [11] с учетом дополнений, внесённых учёными Донецкого ботанического сада [12]. Коэффициент эрозийной опасности растений рассчитывали для каждой растительной группировки с учетом крутизны отвалов [13]. Защитную лесистость определяли по степеням принятых для лесных мелиораций [14]. Общим обликом исследуемых породных отвалов является формирование на них растительного покрова, но степень покрытия поверхности породы

растительностью далеко не одинакова. На всех отвалах, в силу своей формы, заметны следы ветровой (округлость вершины конуса) и водной эрозии. Наиболее густой сетью промоин и оврагов обладает отвал шахты «Островская». Они тянутся от вершины к основанию и достигают глубины 2 – 4 м. Такой резко расчленённый рельеф отвала несёт дополнительную потерю влаги в корнеобитаемом горизонте породы и накладывает отпечаток на процесс самозарастания, видовое разнообразие и степень сформированности растительных сообществ. Поэтому растительность занимает 20% поверхности отвала. Преобладают небольшие, рассеянные между промоинами пионерные микрогруппировки из одно-, двулетних и многолетних видов растений. Иногда они образуют почти сомкнутый, вытянутый в полосу от основания до вершины покров. Древесная растительность представленная всего четырьмя особыми абрикоса обыкновенного (*Armeniaca vulgaris* Lam), тремя вишнями антипки (*Cerasus magaleb* (L.) Mill.) и вяза гладкого (*Ulmus laevis* Pall). На отвале шахты № 11 г. Донецка растительными сообществами занято 30% всей площади. Из-за продолжения горения, вся поверхность от вершины до середины отвала на всех его экспозициях, лишена растительности. В средней части отвала встречаются поодинокие виды качима метельчатого (*Gypsophila paniculata* L.), резеды жёлтой (*Reseda lutea* L.), шавеля курчавого (*Rumex crispus* L.). Из древесных видов на северо-западной и южной экспозициях склона встречается одинокие виды робинии ложноакация (*Armeniaca vulgaris*) и тополя чёрного (*Populus nigra* L.). В юго-восточной экспозиции склона, начиная со середины отвала, находится полоска от 2 м ширины, постепенно расширяющаяся до 6 м в его нижней части, состоящая из разрозненных от 0,8 м² до 4 м² одновидовых однолетних и многовидовых растительных группировок, которые смыкаются в расширенной части с растительностью нижнего яруса отвала. В этой части растительные сообщества из травянистых и древесных видов опоясывают весь отвал сплошной полосой вдоль экотона. Использование породы для нужд коммунального хозяйства с отвала шахты «Щуровка-1», увеличивает крутизну южного склона до 60°, что не только лишает растительности весь профиль южной экспозиции, но и уменьшает общую площадь покрытия растительными сообществами до 60%.

Как видим на исследуемой территории специфика условий экотопа (экспозиция склонов, их крутизна, степень развития процессов эрозии) с одной стороны, и ценотические и биоморфические особенности самих растений с другой стороны, характеризуют горизонтальное сложение растительного покрова значительной степенью пространственной неоднородности. Находят выражение как диффузно-рассеянное распределение особей так мелкие и крупные заросли. В растительных покровах всех породных отвалов преобладают сообщества характеризующиеся зарослевым сложением из групп одно-, двулетников, многолетних травяни-

стых растений и деревьев. Площадь подобных объединений изменяется от 0,6 м² до 28 м² в зависимости от экологических условий корнеобитаемого слоя породы и видового состава. Одновидовые группировки составляют 12%, встречаются относительно редко, в основном в экспозициях верхней и средней части отвалов. В средней и нижней части отвалов шахт «Щуровка-1» и № 11 г. Донецка, преобладают более или менее сомкнутые растительные группировки, распылчатые, на периферии редящие, постепенно сливающиеся с окружающими группами растений. Заросли с резкоконтурными границами связаны с эрозионными процессами и наиболее характерны для отвала шахты «Островская». По происхождению микрогруппировки с распылчатым отграничением делятся на насаженные семенами таких однолетних видов как овёс пустой (*Avena fatua* L.), костер полевой (*Bromus arvensis* L.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), лебеда раскидистая (*Atriplex patula* L.), марь многосемянная (*Chenopodium polyspermum* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), гулявник высокий (*Sisymbrium altissimum* L.) и от вегетативного расселения многолетних видов как мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis* L.), молочай прутевидный (*Euphorbia virgultosa* Klok.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), латук татарский (*Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey.), ястребинка волосистая

(*Hieracium pilosella* L.). Как видим, попав на поверхность отвалов в результате инспермации, виды растений конкурируя друг с другом из-за факторов жизни и взаимно приспосабливаясь друг к другу [15], в силу биоэкоморфических особенностей создают биотические условия и тем самым выполняют мелиоративные функции (укрывают поверхность от капель дождя, предохраняют от ветровой и водной эрозии, накапливают влагу, питательные вещества и др.), ежегодно накапливая мелиоративный потенциал. Особенности формирования последнего, как показал анализ сложения растительного сообщества, зависит от рельефа, микроклимата, месторасположения и длительности хранения складированной породы, степени развития процессов эрозии поверхностного слоя, характером сложения растительного покрова, ценологических, биоморфологических и экоморфических особенностей самих растений, способа десеминации и специфики вегетативного размножения видов растений. Для установления степени формирования мелиоративного потенциала на растительном покрове техногенных экотопов проведен анализ его структурной организации и определена возможность защиты травянистыми растениями поверхностного слоя породы от эрозии с учётом их местообитания, которая выражена коэффициентом эрозийной опасности (таблица 1).

Таблица 1

Структурная организация и коэффициент эрозийной опасности растительных сообществ

№ п/п	Название вида	КЭО	Био-морфа	Экоморфа				
				клима-морфа	трофо-морфа	гигро-морфа	гелио-морфа	цено-морфа
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Ranunculaceae</i>								
1	<i>Consolida arvensis</i> L. Живокость полевая	0,96	Од.	T	MsTr	MsKs	He	StRu
2	<i>C. paniculata</i> (Host.) Schur Ж. Метельчатая	0,98	Од.	T	MsTr	MsKs	He	StRu
<i>Papaveraceae</i>								
3	<i>Chelidonium majus</i> L. Чистотел большой	0,7	Мн.	Hkr	OgMgTr	Ms	ScHe	SilRu
<i>Fumariaceae</i>								
4	<i>Fumaria schleicheri</i> Soy. Willem. Дымянка Шлейхера	0,99	Од.	T	MsTr	KsMs	He	Ru
<i>Ulmaceae</i>								
5	<i>Ulmus glabra</i> Huds. Вяз голый		Дер.	Ph	MsTr	KsMs	HeSc	Sil
6	<i>U. laevis</i> Pall В. Гладкий		Дер.	Ph	MsTr	MsKs	HeSc	Sil
<i>Moraceae</i>								
7	<i>Morus alba</i> L. Тут белый		Дер.	Ph	MsTr	MsKs	He	Cul
<i>Fagaceae</i>								
8	<i>Quercus robur</i> L. Дуб обыкновенный		Дер.	Ph	MsTr	MsKs	He	Sil
<i>Betulaceae</i>								
9	<i>Betula pendula</i> Roth Берёза пониклая		Дер.	Ph	MsTr	Ms	He	Sil

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Caryophyllaceae</i>								
10	<i>Cerastium perfoliatum</i> L. Ясколка пронзённолистная	0,96	Од.	T	MsTr	Ks	ScHe	StRu
11	<i>Gypsophila paniculata</i> L. Качим метельчатый	0,75	Мн.	Hkr	OgMgTr	Ks	He	St
12	<i>Melandrium album</i> (Mill) Garcke Дрёма белая	0,95	Дв.	Hkr	OgMgTr	KsMs	ScHe	SilRu
13	<i>Saponaria officinalis</i> L. Мыльнянка лекар.	0,6	Мн.	Hkr	OgMgTr	Ms	ScHe	Ru
14	<i>Silene dichotoma</i> Ehrh L. Смолёвка вильчатая	0,84	Дв.	Hkr	MsTs	KsMs	He	RuSt
15	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. Звездчатка средняя	0,87	Дв.	Hkr	MsMgTr	Ms	ScHe	Ru
<i>Chenopodiaceae</i>								
16	<i>Atriplex patula</i> L. Лебеда раскидистая	0,89	Од.	T	MsTr	MsKs	He	Ru
17	<i>Chenopodium album</i> L. Марь белая	0,8	Од.	T	MsTr	KsMs	ScHe	Ru
18	<i>C. polyspermum</i> L. М. многосемянная	0,88	Од.	T	MsTr	KsMs	He	Ru
19	<i>Kochia scoraria</i> (L.) Schrad. Кохия веничная	0,95	Од.	T	MsTr	KsMs	He	Ru
<i>Polygonaceae</i>								
20	<i>Polygonum aviculare</i> L. Горец птичий	0,81	Од.	T	MsTr	MsKs	ScHe	Ru
21	<i>Rumex acetosella</i> L. Щавель обыкновенный	0,88	Мн.	G	OgTr	KsMs	He	Ptr Ps
22	<i>R. confertus</i> Willd. Щ. конский	0,88	Мн.	Hkr	MsTr	KsMs	ScHe	RuPr
<i>Brassicaceae</i>								
23	<i>Berteroa incana</i> (L.) DC. Икотник серый	0,84	Дв.	T	MsTr	Ks	ScHe	Ru
24	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz Рыжик посевной	0,97	Од.	T	MsTr	KsMs	He	Ru
25	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. Пастушья сумка обыкновенная	0,99	Од.	T	MsTr	KsMs	He	Ru
26	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv. Кардария крупковидная	0,87	Мн.	G	MsTr	KsMs	He	Ru
27	<i>Erophila verna</i> (L.) Bess. Веснянка весенняя	0,88	Од.	T	OgMgTr	Ms	He	Ru
28	<i>Erysimum repandum</i> L. Желтушник растопыренный	0,87	Дв.	Hkr	MsTr	Ks	He	RuSt
29	<i>Lepidium latifolium</i> L. Кло- повник широколистный	0,85	Мн.	Hkr	MsTr	KsMs	ScHe	RuPr
30	<i>Sisymbrium altissimum</i> L. Гулявник высокий	0,88	Дв.	Hkr	MsTr	KsMs	He	Ru
31	<i>S. Volgense</i> Bieb.ex Fourn. Г. вожский	0,75	Мн.	Hkr	MsTr	MsKs	He	Ru
32	<i>Thlaspi arvense</i> L. Ярутка полевая	0,99	Од.	T	MsTr	KsMs	ScHe	Ru
<i>Resedaceae</i>								
33	<i>Reseda lutea</i> L Резеда жёлтая	0,8	Дв.	Hkr	MgTr	KsMs	He	Ru
<i>Salicaceae</i>								
34	<i>Populus nigra</i> L Тополь чёрный		Дер.	Ph	MsTr	Ms	ScHe	Ru

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Malvaceae							
35	<i>Alcea rugosa</i> Alef. Штокроза морщинистая	0,95	Мн.	Hkr	OgMsTr	MsKs	He	RuSt
	Euphorbiaceae							
36	<i>Euphorbia helioscopia</i> L. Молочай солнцегляд	0,99	Од.	T	MsTr	KsMs	He	Ru
37	<i>E. Seguiarana</i> Neck. М. Сегиепа	0,77	Мн.	Hkr	OgTr	MsKs	He	StPtr
38	<i>E. virgultosa</i> Klok. М. прутьевидный	0,74	Мн.	Hkr	MsTr	MsKs	ScHe	RuPr
	Grossulariaceae							
39	<i>Ribes rubrum</i> L. Смородина красная		Кус.	Ph	MgTr	Ms	ScHe	Cul
	Rosaceae							
40	<i>Agrimonia eupatoria</i> L. Репейничек Аптечный	0,9	Мн.	Hkr	MgTr	KsMs	ScHe	StSil
41	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam. Абрикос обыкновенный		Дер.	Ph	MsTr	MsKs	He	Cul
42	<i>Cerasus fruticosa</i> Pall. Вишня кустарниковая		Кус.	Ph	MgTr	MsKs	He	StSil
43	<i>C. magaleb</i> (L.) Mill. В. антипка		Дер.	Ph	MgTr	MsKs	He	Sil
44	<i>C. tomentosa</i> (Thunb.) Wall. В. войлочная		Кус.	Ph	MsTr	KsMs	He	SilCul
45	<i>Crataegus fallacina</i> Klok. Боярышник обманчивый		Кус.	Ph	MgTr	Ms	HeSc	SilSt
46	<i>C. ucrainica</i> Pojark. Б. украинский		Кус.	Ph	MgTr	Ms	HeSc	Sil
47	<i>Fragaria viridis</i> Duch. Земляника зел.	0,9	Мн.	Hkr	MgTr	Ms	ScHe	Cul
48	<i>Geum urbanum</i> L. Гравилат городской	0,9	Мн.	Hkr	OgMgTr	Ms	ScHe	Sil
49	<i>Malus sylvestris</i> Mill. Яблоня лесная		Дер.	Ph	MgTr	KsMs	ScHe	Sil
50	<i>Pyrus communis</i> L. Груша обыкновенная		Дер.	Ph	MgTr	KsMs	ScHe	Sil
51	<i>Rosa villosa</i> L. Шиповник мохнатый		Кус.	Ph	MsTr	KsMs	ScHe	SilSt
52	<i>Rubus idaeus</i> L. Малина обыкновенная		Кус.	Ch	MgTr	Ms	He	Cul
53	<i>Sorbus aucuparia</i> L. Рябина обыкновенная		Дер.	Ph	MgTr	Ms	He	Cul
	Fabaceae							
54	<i>Medicago lupulina</i> L. Люцерна хмелевидная	0,98	Од.	T	MsTr	KsMs	He	StPr
55	<i>Melilotus albus</i> Medik. Донник белый	0,87	Дв.	Hkr	MsTr	Ms	He	RuPr

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
56	<i>M. officinalis</i> (L.) Pall. Д. лекарственный	0,84	Дв.	Hkr	MsTr	Ms	He	RuPr
57	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. Робиния ложноакация		Дер.	Ph	OgMgTr	MsKs	He	Sil
58	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen Вязель пёстрый	0,88	Мн.	G	MgTr	KsMs	ScHe	StPr
59	<i>Vicia cracca</i> L Горошек мышиный	0,8	Мн.	Hkr	MsTr	Ms	He	Pr
Aceraceae								
60	<i>Acer campestre</i> L Клён полевой		Дер.	Ph	MgTr	Ms	He	Sil
61	<i>A. negundo</i> L. К. ясенелистный		Дер.	Ph	MsTr	KsMs	He	RuSil
Cornaceae								
62	<i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz. Свидина кроваво-красная		Кус.	Ph	MsTr	KsMs	ScHe	Cul
Celastraceae								
63	<i>Euonymus verrucosa</i> Scop Бересклет бородавчатый		Дер.	Ph	MsTr	Ms	ScHe	St
Rhamnaceae								
64	<i>Frangula alnus</i> Mill Крушина ломкая		Дер.	Ph	MgTr	KsMs	He	St
Oleaceae								
65	<i>Fraxinus excelsior</i> L. Ясень высокий		Дер.	Ph	MgTr	KsMs	ScHe	Sil
66	<i>Syringa vulgaris</i> L. Сирень обыкновенная		Кус.	Ph	MgTr	Ms	HeSc	Sil
Rubiaceae								
67	<i>Galium verum</i> L. Подмаренник настоящий	0,82	Мн.	Hkr	MsTr	KsMs	ScHe	SilSt
Convolvulaceae								
68	<i>Convolvulus arvensis</i> L. Вьюнок полевой	0,89	Мн.	G	MsTr	MsKs	ScHe	Ru
Boraginaceae								
69	<i>Cynoglossum officinale</i> . Чернокорень лекарственный	0,86	Дв.	Hkr	OgMgTr	MsKs	ScHe	Ru
70	<i>Echium vulgare</i> L.Си-няк обыкновенный	0,85	Дв.	Hkr	OgMgTr	MsKs	He	StRu
71	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill Незабудка полевая	0,87	Дв.	Hkr	MsTr	KsMs	HeSc	StPr
Scrophulariaceae								
72	<i>Linaria genistifolia</i> L.) Mill Льянка дроколистная	0,7	Мн.	Hkr	OgMsTr	Ks	He	PtrPs

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lamiaceae								
73	Lamium purpureum L. Яснотка пурпуровая	0,85	Дв.	Hkr	MsTr	KsMs	ScHe	Ru
Asteraceae								
74	Achillea nobilis L. Тысячелистник благородный	0,8	Мн.	Hkr	MsTr	Ks	He	St
75	A. pannonica Scheele Т. паннонский	0,8	Мн.	Hkr	MgTr	Ks	He	St
76	Ambrosia artemisiifolia L. Амброзия полынолистная	0,89	Од.	T	OgMgTr	MsKs	ScHe	Ru
77	Artemisia absinthium L. Полынь горькая	0,87	Мн.	Hkr	MsTr	KsMs	He	Ru
78	A. vulgaris L. П. обыкновенная	0,88	Мн.	Hkr	MgTr	Ms	ScHe	PrRu
79	Centaurea diffusa Lam. Василёк раскидистый	0,7	Дв.	Hkr	MsTr	Ks	He	StRu
80	Crepis ramosissima D'Urv Скерда разветвлённая	0,88	Од.	T	MsTr	MsKs	He	StPs
81	C. testorum L. С. Кровельная	0,85	Дв.	Hkr	OgMsTr	MsKs	He	StRu
82	Hieracium pilosella L. Ястребинка волосист	0,7	Мн.	Hkr	OgMsTr	KsMs	ScHe	PrSil
83	H. umbellatum L. Я. зонтичная	0,75	Мн.	Hkr	OgTr	MsKs	ScHe	PrStPtr
84	Lactuca serriola L. Латук дикий	0,84	Дв.	Hkr	MsTr	KsMs	He	Ru
85	L. tatarica (L.) C.A. Mey. Л. татарский	0,7	Мн.	G	MsTr	KsMs	He	Ru
86	Senecio viscosus L. Крестовник клейкий	0,89	Од.	T	MsTr	KsMs	He	Ru
87	S. vulgaris L. К. обыкновенный	0,87	Од.	T	MsTr	KsMs	He	Ru
88	Tanacetum vulgare L. Пижма обыкновенная	0,87	Мн.	Hkr	OgMgTr	KsMs	He	StPr
Poaceae								
89	Anisantha tectorum (L.) Nevski Анизанта кровельная	0,45	Од.	T	OgMgTr	KsMs	ScHe	Ru
90	Avena fatua L. Овёс пустой	0,55	Од.	T	MsTr	MsKs	He	Ru
91	Bromopsis inermis (Leys.) Holub Кострец безостый	0,36	Мн.	G	OgMgTr	KsMs	He	PrSt
92	B. riparia (Rehm.) Holub K. береговой	0,4	Мн.	G	MgTr	MsKs	He	PrSt

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
93	<i>Bromus arvensis</i> L. Костёр полевой	0,44	Дв.	Hkr	MsTr	KsMs	He	Ru
94	<i>B. japonicus</i> Thunb. К. японский	0,46	Од.	T	MsTr	MsKs	He	StRu
95	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth Вейник наземный	0,4	Мн.	G	OgMsTr	KsMs	ScHe	PrStPtr
96	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski Пырей обыкновенный	0,45	Мн.	G	MsTr	KsMs	ScHe	StPrRu
97	<i>Hordeum leporinum</i> Link Ячмень заячий	0,45	Од.	T	MsTr	MsKs	He	RuCul
98	<i>Melica transsilvanica</i> Schur Перловник трансильванский	0,6	Мн.	Hkr	MsTr	KsMs	ScHe	SilSt
99	<i>Phragmites australis</i> (cav.) Trin. Ex Steud. Тростник южный	0,6	Мн.	G	MsTr	MsHg	ScHe	Pal
100	<i>Poa angustifolia</i> L. Мятлик узколистн.	0,23	Мн.	Hkr	MsMgTr	KsMs	ScHe	StPr
101	<i>P. annua</i> L. М. однолетний	0,52	Од.	T	MsTr	Ms	HeSc	RuSilPr
1	2	3	4	5	6	7	8	9
102	<i>P. bulbosa</i> L. М. луковичный	0,65	Мн.	Hkr	OgMsTr	MsKs	He	RuSt
103	<i>P. compressa</i> L. М. сплюснутый	0,28	Мн.	Hkr	OgMsTr	MsKs	ScHe	SilRuSt

Условные обозначения. Коэффициент эрозийной опасности (КЭО). Биоморфы: деревья (Дер.), кустарники (Кус.), травянистые: многолетники (Мн.), двулетники (Дв.), однолетники (Од.). Климатоморфы: терофиты (Т), фанерофиты (Ph), хамефиты (Ch), гемикриптофиты (Hkr), геофиты (G). Трофоморфы: олиготрофы (OgTr), мезотрофы (MsTr), мегатрофы (MgTr), олигомезотрофы (OgMsTr), олигомегатрофы (OgMgTr), мезомегатрофы (MsMgTr). Гигроморфы: ксерофиты (Ks), мезофиты (Ms), ксеромезофиты (KsMs), мезоксерофиты (MsKs). Гелиоморфы: гелиофиты (He), гелиосциофиты (HeSc), сциогелиофиты (ScHe). Ценоморфы: степанты (St), силванты (Sil), протанты (Pr), петрофиты (Ptr), гелофиты (Pal), псаммофиты (Ps), рудеранты (Ru), культуранты (Cul).

По результатам наших исследований для растительного покрова, формирующегося на обследованных отвалах, характерно 103 вида высших сосудистых растений (таблица 1) которые относятся к 80 родам 30 семейств (таблица 2). В аспекте систематической структуры исследованной флоры следует выделить, что только один род (*Poa*) включает четыре вида, два рода – по три вида, шестнадцать родов – по два вида. Чуть больше половины семейств включает по одному роду и одному виду. Низкое родовое и видовое разнообразие характерно для *Ranunculaceae*, *Ulmaceae*, *Aceraceae* и *Oleaceae*. Такие семейства как *Polygonaceae*, *Euphorbiaceae* и *Boraginaceae* включали по три вида каждое, а *Chenopodiaceae* по четыре вида. Такие семейства как *Polygonaceae*, *Euphorbiaceae* и *Boraginaceae* включали по три вида каждое, а *Chenopodiaceae* по четыре вида.

Таблица 2

Степень родового и видового богатства выявленных семейств

№ п/п	Семейство	Число родов		Число видов	
		абс.	%	абс.	%
1	2	3	4	5	6
1	Ranunculaceae	1	1,2	2	2
2	Papaveraceae	1	1,2	1	1
3	Fumariaceae	1	1,2	1	1
4	Ulmaceae	1	1,2	2	2
5	Moraceae	1	1,2	1	1
6	Fagaceae	1	1,2	1	1
7	Betulaceae	1	1,2	1	1
8	Caryophyllaceae	6	7,7	6	5,8
9	Chenopodiaceae	3	3,8	4	3,7
10	Polygonaceae	2	2,6	3	2,8
11	Brassicaceae	9	22,6	10	9,7
12	Resedaceae	1	1,2	1	1
13	Salicaceae	1	1,2	1	1
14	Malvaceae	1	1,2	1	1
15	Euphorbiaceae	1	1,2	3	2,8
16	Grossulariaceae	1	1,2	1	1
17	Rosaceae	11	13,9	14	13,4
18	Fabaceae	5	6,4	6	5,8
19	Aceraceae	1	1,2	2	2
20	Cornaceae	1	1,2	1	1
21	Celastraceae	1	1,2	1	1
22	Rhamnaceae	1	1,2	1	1
23	Oleaceae	2	2,6	2	2
24	Rubiaceae	1	1,2	1	1
25	Convolvulaceae	1	1,2	1	1
26	Boraginaceae	3	3,8	3	2,8
27	Scrophulariaceae	1	1,2	1	1
28	Lamiaceae	1	1,2	1	1
29	Asteraceae	9	22,6	15	14,6
30	Poaceae	10	12,6	15	14,6

Таблица 3

Представленность различных биоморф

Жизненная форма	Количество видов	% от общего количества видов
1	2	3
Основная биоморфа		
Деревья (Дер.)	16	15,5
Кустарники (Кус.)	9	8,8
Травянистые:		
- многолетники (Мн.)	36	34,9
- двулетники (Дв.)	17	16,5
- однолетники (Од.)	25	24,3
Климаторфа (биологические типы Раункиера)		
Терофиты (Т)	25	24,3
Фанерофиты (Ph)	25	24,3
Хамефиты (Ch)	1	0,9
Гемикриптофиты (Hkr)	42	40,8
Геофиты (G)	10	9,7

Лидирующее положение по числу видов занимают семейства *Asteraceae*, *Poaceae*, *Rosaceae* и *Brassicaceae*. Специфику исследованной флоры

подчеркивают *Chenopodiaceae* и *Brassicaceae*, эти семейства представлены исключительно сорными видами. Присутствие сорных видов в растительных

сообществах можно рассматривать как индикатор его антропогенной трансформации. В наших исследованиях на долю рудерантов приходится почти половина видового состава. Большинство видов из них встречаются рассеяно по всей поверхности отвалов, редко образуют одновидовые группировки, чаще конкурируют в составе других групп растений. Поэтому степень формирования мелиоративного потенциала таких растительных сообществ невысокая, по нашим данным коэффициент эрозийной опасности у них находится в пределах 0,8 – 0,99. Наилучшие показатели формирования мелиоративного потенциала, в спектре семейств, представлены *Poaceae*, коэффициент эрозийной опасности у видов составил 0,23 – 0,6. По мнению В.М. Ивонина, древостой составляет основу устойчивости биотехсистемы в лесных мелиорациях, а вместе

с кустарниковой растительностью играют основную роль в создании мелиоративного потенциала [8]. В наших исследованиях на территории породных отвалов было выявлено 16 видов деревьев и 9 видов кустарников (таблица 3). Преобладали в растительном покрове травянистые растения (75,7% от общего числа видов), среди которых многолетние составляют 34,9%.

На таком этапе естественного биоосвоения породных отвалов, определение защитной лесистости, как выраженное в процентах отношение площади лесной растительности к общей площади территории [14], даёт основания считать лесистость на породном отвале шахты «Щуровка-1» с показателем 31,3% - средней, а лесистость на отвалах шахт № 11 г. Донецка и «Островская», с показателями 13,1% и 1,6% соответственно – слабой.

Таблица 4

Распределение видов по экоморфам и ценоморфам

Экологическая группа	Количество видов	% от общего количества видов
1	2	3
Трофоморфы		
Олиготрофы (OgTr)	3	2,9
Мезотрофы (MsTr)	59	57,3
Мегатрофы (MgTr)	19	18,5
Олигомезотрофы (OgMsTr)	8	7,7
Олигомегатрофы (OgMgTr)	12	11,7
Мезомегатрофы (MsMgTr)	2	1,9
Гигроморфы		
Ксерофиты (Ks)	8	7,8
Мезофиты (Ms)	22	21,3
Мезоксерофиты (MsKs)	28	27,2
Ксеромезофиты (KsMs)	45	43,7
Гелиоморфы		
Гелиофиты (He)	57	55,4
Гелиосциофиты (HeSc)	7	6,8
Сциогелиофиты (ScHe)	39	37,8
Ценоморфы		
Степанты (St)	22	21,4
Сильванты (Sil)	21	20,4
Протанты (Pr)	6	5,9
Петрофиты (Ptr)	2	1,8
Гелофиты (Pal)	1	0,9
Псаммофиты (Ps)	1	0,9
Рудеранты (Ru)	44	42,8
Культуранты (Cul)	6	5,9

Растительный покров в спектре клиаморф характеризуется лидирующим положением гемикриптофитов (40,8%), их коэффициент эрозийной опасности в пределах 0,23 – 0,88, что в силу приспособленности различных видов растений к перенесению неблагоприятных климатических условий повышают мелиоративный потенциал.

Анализ ценоморфы показал, что лидирующее положение занимают рудеранты, на их долю приходится 42,8% видового состава (таблица 4). Второе и третье значимое место, занимают степанты 21,4% и сильванты 20,4% всех выявленных видов. Эти две группы представляют определённый интерес в повышении мелиоративного потенциала, зна-

чение коэффициента эрозийной опасности в пределах 0,23 – 0,8. В соответствии со степенью представленности все выявленные ценоморфы располагаются следующим образом: рудеранты – степанты – сильванты – протанты – культуранты – петрофиты – гелофиты – псаммофиты.

Формирование растительности на породных отвалах во многом зависит от микроклиматических, эдафических и гидрологических условий экотопа. Они влияют на расселение видов по поверхности и обуславливают формирование растительных микрогрупп того или иного типа, обеспечивая занятость площади растениями, уменьшая открытое пространство отвалов. Наличие которых обуславливает преобладание в исследованной флоре

гелиофитов (55,4% от общего числа видов). Однако наличие сомкнутых многовидовых растительных сообществ с образованием нескольких слоёв в травяном ярусе, а также наличие представителей древесного и кустарникового ярусов, объясняет значительное участие в растительном покрове сциогелиофитов (37,8% всех выявленных видов), что повышает их фитомелиоративную значимость.

Выделение в спектре гигроморф представителей ксерофитов, мезофитов, мезоксерофитов и ксеромезофитов указывают на не устойчивые условия гидрологического режима. Учитывая, что лишь тринадцатая часть видов является ксерофитами, а ксеромезофитов (43,7%) больше чем мезоксерофитов (27,2%), по нашему мнению, можно говорить об определённой мезофитизации растительного покрова. Выявленное увеличение численности мезофитных видов в растительных сообществах отвалов с широкой эколого-гидрологической амплитудой (мезофиты, мезоксерофиты, ксеромезофиты), на фоне трофности (а большинство из них относится к ряду мезотрофов, что составляет 57,3%) и являются представителями различных жизненных форм (фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, геофиты), позволяет наблюдать за продолжительностью фитомелиоративного периода объектов. Доля мегатрофов составляет 18,5% видового состава, однако среди них есть типичные представители лесов – *Fraxinus excelsior*, *Malus sylvestris* – что говорит о создании на отдельных участках отвала почвенных условий для развития процесса сylvатизации.

Из приведенного материала природного освоения породных отвалов, можно видеть как сложно сочетаются между собой геологическое прошлое эдастопа, рельеф, климат, микроклимат, растительность наделенная фитомелиоративными функциями в процессе непрерывной конкуренции за выживание в неблагоприятной среде. Причём, чем больше приспособлены виды к конкуренции в растительном сообществе, тем различней их фитомелиоративные функции, тем больше (согласно коэффициента эрозионной опасности) их мелиоративная значимость и тем выше степень мелиоративного потенциала растительного покрова. На основе исследования особенностей структурной организации растительных сообществ породных отвалов и возможности защиты растениями поверхности породы от эрозии, нами установлено пять степеней формирования мелиоративного потенциала.

1. Открытая поверхность породы. (Появление мелиоративных функций в результате жизнедеятельности микробактериального комплекса и изменении молекулярно-ионного уровня структурной организации породы [16]. КЭО = 1).

2. Сообщества рудеральных одно-, двулетних видов растений. (Поступление органических и минеральных веществ с корневыми остатками и жизнедеятельности растений. Расположение растений по поверхности рассеянное, появление микрогрупп незначительное. Существенные взаимоотношения между соседними растениями отсутствуют. КЭО =

0,8 – 0,99. Преобладание гелиофитов, ксерофитов и мезотрофов).

3. Группово-зарослевые сообщества одно-, двулетних и многолетних травянистых растений. (Поступление органических и минеральных веществ с корневыми остатками и жизнедеятельности растений. Появляются стеблевые остатки и формируются площади круглогодично занятые растительностью. Возникают взаимоотношения между компонентами. КЭО = 0,6 – 0,8. Преобладание гелиофитов, ксеромезофитов, мезотрофов. Появление олигомегатрофов).

4. Группово-зарослевые сообщества с преимуществом многолетних травянистых видов и включение одиноких видов деревьев или кустарников. (Поступление органических и минеральных веществ с корневыми остатками и жизнедеятельности растений. Накопление прошлогодних растительных остатков. Появляются площади способные защищать поверхностный слой породы от прямого воздействия дождевых капель. Взаиморасположение растений принимает смешанный характер. КЭО = 0,4 – 0,6. Преобладание гелиофитов, мезотрофов, мезоксерофитов и мезофитов. Появление сциогелиофитов и мегатрофов).

5. Сообщества древесной и травянистой растительности. (Поступление органических и минеральных веществ с корневыми остатками и жизнедеятельности растений. Накопление растительных остатков и опада листьев деревьев. Защита поверхности породы от дождевых капель. Накопление влаги опадом листьев. Распространения отдельных видов наиболее соответствуют возможному минимуму конкуренций между компонентами сообщества. КЭО = 0,2 – 0,4. Преобладание сциогелиофитов, мезофитов и мезоксерофитов, мезотрофов и мегатрофов).

Выводы и предложения. Результаты исследований дают возможность сделать следующие выводы. В состав исследованных растительных сообществ входит 103 вида высших сосудистых растений из 80 родов 30 семейств. Растительный покров образован в большей степени за счёт травянистых жизненных форм, около половины из которых являются гемикриптофиты.

Характерной чертой растительного покрова является рудерализация, что понижает его степень фитомелиоративного потенциала.

В спектре экоморф лидируют мезотрофы, гемифиты, ксеромезофиты и мезоксерофиты (57,3%, 55,4%, 43,7%, 27,2% от общего числа видов соответственно).

Особенность формирования мелиоративного потенциала на растительном покрове породных отвалов зависит от рельефа, микроклимата, месторасположения и периода хранения породы, степени эрозии, характера сложения растительных сообществ, ценологических, биоэкоморфических особенностей растений и способа их размножения.

По результатам расчёта коэффициента эрозионной опасности произрастающих видов, установлено пять степеней формирования мелиоративного потенциала на растительном покрове.

Список литературы

1. Певзнер М.Е. Экология горного производства / М.Е. Певзнер, В.П. Костовецкий и др. – М.: Недра, 1990. – 235 с.
2. Кондратюк Е.Н. Промышленная ботаника / Е.Н. Кондратюк, В.П. Тарабрин, В.И. Бакланов, Р.И. Бурда, А.И. Хархота. – Киев, 1980. – 260 с.
3. Башкатов В.Г. Рекомендации по формированию мелиоративного растительного покрова на отвалах угольных шахт Донбасса / В.Г. Башкатов, О.Н. Торохова, С.П. Жуков. – Донецк: Норд компьютер, 2002. – 35 с.
4. Смирный М.Ф. Экологическая безопасность терриконовых ландшафтов Донбасса / М.Ф. Смирный, Л.Г. Зубова, А.Р. Зубов. – Луганск, 2006. – 232с.
5. Махонина Г.И. Начальные процессы почвообразования в техногенных экосистемах Урала / Г.И. Махонина // Авт. д. на соис. уч. ст. д. б. н. – Томск, 2004. – 43 с.
6. Соколов Д.А. Особенности формирования почв техногенных ландшафтов в различных природно-климатических зонах Юга Сибири / Д.А. Соколов, С.П. Кулижанский, Е.А. Домошаклова, И.Н. Госсен // Биология. – Новосибирск: СО. РАН, 2012. С. – 225 – 229.
7. Шарапова А.В. Окислительно-восстановительное состояние почв среднерусской лесостепи в зоне влияния терриконов угольных шахт / А.В. Шарапова // Авт. дис. на соис. уч. ст. канд. геог. н. – Москва: МГУ, 2013. – 24 с.
8. Ивонин В.М. Экология и лесные мелиорации / В.М. Ивонин. – Новочеркасск, 1988. – 98 с.
9. Воронов А.Г. Геоботаника / А.Г. Воронов. – М., 1973. 384 с.
10. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника. – Л., 1976. – Т.5. – 316 с.
11. Бельгард А.Л. Степное лесоведение / А.Л. Бельгард. – М., 1971. – 336 с.
12. Глухов А.З. Индексационно-диагностическая роль синантропных растений в техногенной среде / А.З. Глухов, С.И. Прохорова, А.И. Хархота. – Донецк, 2008. – 232 с.
13. Чурсин А.И. Противозрозионная организация территории: методические указания / А.И. Чурсин, О.А. Ткачук, Е.В. Павликова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – 107 с.
14. Ивонин В.М. Лесные мелиорации ландшафтов / В.М. Ивонин // учебное пособие для вузов. – 2-е изд., доп. и испр. – Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2004. – 280 с.
15. Дажо Р. Основы экологии / Р. Дажо. – М.: Прогресс. 1975. – 415 с.
16. Кононова А.А. Оценка структурного состояния почв методами физико-механики / А.А. Кононова, Д.Д. Хайданова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – Томск, 2011. – № I (13). С. – 11 – 17.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Bulavenko O.V.

doctor of medical sciences, professor,
Ukraine National Pirogov Memorial Medical University

Goncharenko O.M.

assistant of the department
of Obstetrics and Gynecology №2,
Ukraine National Pirogov Memorial Medical University

Furman O.M.

assistant of the department
of Obstetrics and Gynecology №2,
Ukraine National Pirogov Memorial Medical University

Булавенко Ольга Василівна

доктор медичних наук,
професор кафедри акушерства та гінекології №2
Вінницького національного медичного
університету ім. М.І. Пирогова

Гончаренко Оксана Миколаївна

асистент кафедри акушерства та гінекології №2
Вінницького національного медичного
університету ім. М.І. Пирогова

Фурман Оксана Володимирівна

асистент кафедри акушерства та гінекології №2
Вінницького національного медичного
університету ім. М.І. Пирогова

FEATURES OF THE MICROBIAL CONTENT OF THE VAGINA IN WOMEN WITH INFLAMMATORY DISEASES OF THE APPENDAGES OF THE UTERUS ОСОБЛИВОСТІ МІКРОБНОГО ПЕЙЗАЖУ ПІХВИ У ЖІНОК З ЗАПАЛЬНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ ПРИДАТКІВ МАТКИ

Summary: In patients with inflammatory lesions of uterine applications, the condition of vaginal dysbiosis and a decrease in the number of lactobacilli is reliably prevailing. In the structure of dysbiosis in women of the clinical group, the study is much dominated by mixed and anaerobic forms, the most frequent in the aerobic-anaerobic associations are Gardnerella vaginalis and E.coli. The dependence of the frequency of exacerbations of salpingophoritis on the microbial landscape of the vagina is established.

Key words: microflora, dysbiosis, salpingoforitis.

Анотація: У пацієнток із запальним ураженням додатків матки достовірно переважає стан вагінального дисбіозу та зменшення кількості лактобактерій. У структурі дисбіозів у жінок клінічної групи дослідження значно переважають змішаний та анаеробний форми, найбільш частішими у складі аеробно-анаеробних асоціацій зустрічаються Gardnerella vaginalis та E.coli. Встановлена залежність частоти загострень сальпінгофориту стану мікробного пейзажу піхви.

Ключові слова: мікрофлора, дисбіоз, сальпінгофорит.

Постановка проблеми. У виникненні запального процесу додатків матки основна роль належить патогенним мікроорганізмам, ступінь вірулентності яких служить одним з вирішальних факторів, що впливають на поширеність процесу. Причиною інфекційно-запальних захворювань, як правило, може бути дисбіоз в мікробному пейзажі з переважанням патогенної флори. [5]. Важливим етіологічним фактором розвитку запалення, без сумніву, є мікробна інвазія. Найчастіше це мікроорганізми: кишкова паличка, вульгарний протей, стафілококи, стрептококи. Чималу роль набувають такі збудники, як ентерококи, бактерії, збудники захворювань, що передаються статевим шляхом (хламідії, мікоплазми, уреаплазми, трихомонади, гарднерели, віруси) і ін. [3]. При цьому виявлення

комбінації декількох анаеробних або аеробних мікроорганізмів корелює зі значним підвищенням ризику ЗЗОМТ, особливо ускладнених [11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Так у хворих із загостренням хронічних ЗЗОМТ І.Н. Горностаєвой із співавт. [2] було виявлено змішаний паразитоценоз, що характеризувався наявністю хламідій, активним анаеробним компонентом (Trichomonas vaginalis, Mycoplasma hominis, Ureaplasma urealyticum, анаеробними бактеріями, асоційованими з БВ) та грибковими асоціантами. З цим збігаються висновки Е.В. Шибасєва [7]. Н.М.Подоніна із співавт. [6] які стверджували на підставі власних досліджень, що найбільш частими збудниками сальпінгофоритів були умовно-патогенні мікроорганізми. В ході дослідження

мікробіологічної характеристики запальних захворювань органів малого таза А.М.Богдановою із співавт. [1] мікстинфекція була виявлена у 27 випадках (75%), *Chlamydia trachomatis* виділена у 10 жінок (37%), *Mycoplasma hominis* - 16 (59,3%), *Mycoplasma genitalium* - 3 (11,1%), *Ureaplasma parvum* - 25 (92,6%), *Ureaplasma urealyticum* - 7 (25,9%), *Gardnerella vaginalis* - 23 (85,2%). Автори зробили висновок про те, що етіологія гострого сальпіngoофориту включала грам-позитивні, грам-негативні та внутрішньоклітинні мікроорганізми. Аналогічні дані наводили й інші дослідники [4, 5, 8, 9, 10,], підкреслюючи, що при вивченні бактеріологічних показників вмісту піхви практично у всіх жінок були виявлені ознаки дисбактеріозу [12].

Мета дослідження: Визначити клінічну залежність мікробного пейзажу піхви та частоти виникнення запальних захворювань придатків матки.

Матеріали та методи. В основу проспективного дослідження покладено результати обстеження та лікування хворих жінок репродуктивного віку запальними захворюваннями додатків матки. Було проведено обстеження та лікування 202 жінок на базі гінекологічних відділень Вінницького міського клінічного пологового будинку №2 та Центру матері і дитини м. Вінниці протягом 2012-2015 років. Клінічні групи були сформовані на підставі верифікації основного діагнозу у залежності від обраної схеми подальшого лікування. Верифікацію проводили за об'єктивними показниками, та результатів клініко-лабораторного дослідження (згідно Наказу МОЗ України № 582 від 15.12.2003). Основну групу склали 152 пацієнтки із сальпіngoофоритом (N70 за МКХ-10). До контрольної групи були зараховані 50 здорових жінок, які звернулись для профілактичного огляду та підбору засобів контрацепції.

При виконанні проспективного дослідження було проведено детальний аналіз стану біоценозу генітального тракту, який полягав у формуванні характеристик різних його варіантів: від стану нормоценозу до стану вираженого дисбіозу. Завданням цього етапу дослідження було виявити наявність запального процесу з визначенням ступеня його активності, а також оцінити ступінь обсіменіння матеріалу та з огляду на морфологічні властивості, визначити приналежність мікроорганізмів до лактобацили, облигатно-анаеробних або інших видів грам-позитивної та грам-негативної мікрофлори.

При визначенні мікробіоценозу піхви ми використовували метод ПЛР з детекцією результатів в режимі реального часу. За допомогою даного методу визначаються наступні показники: контроль взяття матеріалу; загальна бактеріальна маса; кількість нормобіоти (*Lactobacterium* spp.); кількість **умовно-патогенної** біоти - факультативні аероби (*Enterobacteraceae*, *Streptococcus* spp і *Staphylococcus* spp), анаероби (*Gardnerella vaginalis* / *Prevotella bivia* / *Porphyromonas* spp; *Atopobium vaginae*; *Eubacterium* spp; *Sneathia* spp / *Leptotrichia* spp / *Fusobacterium* spp; *Megasphaera* spp / *Veillonella* spp / *Dialister* spp; *Lachnobacterium* spp / *Clostridium* spp; *Mobiluncus* spp / *Corynebacterium* spp;

Peptostreptococcus spp); *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum*; *Candida albicans* [2].

Безумовно-патогенної біоти була представлена *Trichomonas vaginalis*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Chlamydia trachomatis*, *Herpes simplex virus* 1 та 2, *Cytomegalovirus*.

Клінічний матеріал з піхви отримували із заднього або бічних зводів за допомогою вагінального зонда шляхом скребка з поверхні епітелію.

Лабораторний висновок починали з аналізу показника KBM (контролю взяття матеріалу). Цей показник відображав кількість ДНК клітин людини, що потрапили в пробірку з біологічним матеріалом. Для отримання адекватних результатів дослідження величина KBM повинна бути більше 10^4 GE / зразок, в цьому випадку можливо переходити до подальшого аналізу.

Наступний показник, який необхідно оцінити - ЗБМ (загальна бактеріальна маса як показник загальної бактеріальної обсіменіння біотопу). Величина ЗБМ повинна знаходитися в межах від 10^6 до 10^9 GE / зразок. Якщо ЗБМ менше 10^6 GE / зразок, то співвідношення різних мікроорганізмів можуть визначатися з великою похибкою. Далі проводиться оцінка стану нормофлори: кількості *Lactobacillus* spp. відносно ЗБМ.

В залежності від цього показника розрізняли:

1. *Lactobacillus* spp. більше 80% - стан нормоценозу (фізіологічного мікробіоценозу піхви) характеризується домінуванням нормофлори.
2. *Lactobacillus* spp. від 20% до 80% - помірний дисбіоз піхви.
3. *Lactobacillus* spp. менше 20% - виражений дисбіоз піхви.

У разі, якщо *Lactobacillus* spp. складали більше 80% ЗБМ (стан нормоценозу), рекомендувалося оцінити наявність і кількість генітальних мікоплазм, уреаплазм та дріжджоподібних грибів:

- якщо ці мікроорганізми у виділеннях піхви були відсутні або їх концентрація менше 10^4 GE / зразок, то даний стан піхви можна розцінювати як абсолютний нормоценоз.

- якщо у виділеннях з піхви були присутні генітальні мікоплазми або уреаплазми або дріжджоподібні гриби в кількості більше 10^4 GE / зразок, то результат потрібно оцінити як умовний нормоценоз – умовно-нормального мікробіоценозу (слід підкреслити, що наявність *Mycoplasma genitalium* говорить про наявність збудника та вимагає призначення антибактеріальних препаратів).

У випадках великого бактеріального обсіменіння, а також при рецидивах захворювання та тривалій резистентності до лікування проводили визначення чутливості антибактеріальних препаратів диско-дифузійним методом.

Умовно-нормальний мікробіоценоз виявлявся нами, як у клінічно здорових жінок, так й при інфекційно-запальних захворюваннях, не пов'язаних з дисбіотичними порушеннями (наприклад вульво-вагінальний кандидоз). У разі виявлення дисбіозу піхви (помірного або вираженого) необхідно зробити висновок про кількісні співвідношення

умовно патогенних аеробних та анаеробних мікроорганізмів.

- зміст аеробних мікроорганізмів у кількостях більше 10% свідчили про аеробний дисбіоз піхви;
- зміст анаеробних мікроорганізмів в кількості більше 10% дозволяло діагностувати анаеробний дисбіоз;
- зміст в обох груп мікроорганізмів в кількості більше 10% давали змогу становити змішаний дисбіоз.

Стан «нормоценоз» вагінальної біоти у жінок із контрольної групи був діагностований у 84,0%, тоді як у пацієнток із запальним процесом, що був локалізованим у додатках матки нормоценоз був відзначений лише 34 (22,4%) жінок (табл. 1.). Відповідно до вищевказаного вагінальні дисбіотичні порушення були зафіксовані нами у 118 (77,6%) пацієнток із сальпінгофоритом, проти 8 (16,0%) жінок з контрольної групи (ВІШ 18,2, 95% ДІ [7,81 – 42,50], $p < 0,0001$).

Таблиця 1.

Характеристика стану біоценозу у жінок досліджуваних груп, n=202

Показники, що досліджувались	Основна група (n=152), абс/%	Контрольна група (n=50), абс/%	Достовірність, відношення шансів (ВІШ)
Нормоценоз	34/22,4	42/84,0	ВІШ 0,06, 95% ДІ [0,02 – 0,13], $p < 0,0001$
Дисбіоз	118/77,6	8/16,0	ВІШ 18,2, 95% ДІ [7,81 – 42,50], $p < 0,0001$

Подалі ми вирішили провести оцінку отриманих результатів згідно до класифікації стану урогенітальної біоти, у якій розрізняють абсолютний і відносний нормоценоз та помірний й виражений

дисбіоз. Абсолютний нормоценоз у контрольній групі був нами у 37 (55,5%) жінок, відносний нормоценоз – у 5 (10,0%) респонденток (табл. 2).

Таблиця 2.

Структура біоценозу у жінок із запаленням додатків матки, n=202

Показники, що досліджувались	Основна група (n=152), абс/%	Контрольна група (n=50), абс/%	Достовірність, відношення шансів (ВІШ)
Нормоценоз	34/22,4	42/84,0	ВІШ 0,06, 95% ДІ [0,02 – 0,13], $p < 0,0001$
абсолютний	6/3,95	37/74,0	ВІШ 0,03, 95% ДІ [0,01 – 0,11], $p < 0,0001$
відносний	28/18,45	5/10,0	ВІШ 34,5, 95% ДІ [9,56 – 124,75], $p < 0,0001$
Дисбіоз	118/77,6	8/16,0	ВІШ 18,2, 95% ДІ [7,81 – 42,50], $p < 0,0001$
помірний	76/50,0	8/16,0	ВІШ 9,50, 95% ДІ [4,08 – 22,11], $p < 0,0001$
виражений	42/27,6	-	-

Відносний нормоценоз - стан, при якому в піхві збережена лактофлора, тобто не менше 80% від загальної бактеріальної маси становлять лактобактерії, але присутні мікоплазми або дріжджоподібні гриби в кількостях понад 10^4 ГЕ, спостерігали у 28 (18,45%) пацієнток із сальпінгофоритом (ВІШ 34,5, 95% ДІ [9,56 – 124,75], $p < 0,0001$).

Помірний дисбіоз мав місце у 76 (50,0%) хворих жінок із запальним ураженням додатків матки, тоді, як у респонденток з контрольної групи вказаний стан був діагностований у 8 (16,0%) випадках

(ВІШ 9,50, 95% ДІ [4,08 – 22,11], $p < 0,0001$). Виражений дисбіоз зустрічався лише у 42 пацієнток (27,6%) з основної клінічної групи нашого проспективного дослідження.

Оцінка нормобіоти урогенітального тракту жінок вищевказаних груп за допомогою ПЛР з детекцією результатів в режимі реального часу, де основним представником є лактобактерії, допомогла виявити наступні стани: помірно знижений рівень лактобацил (10^5 - 10^6) був відзначений нами у 44 пацієнток (28,9%) із сальпінгофоритом (табл.3.).

Таблиця 3.

Кількісний аналіз вагінальної нормобіоти у досліджуваної групи пацієнток, n=202

Показники, що досліджувались	Основна група (n=152), абс/%	Контрольна група (n=50), абс/%	Достовірність, відношення шансів (ВІШ)
Норма, 10^6-10^8	34/22,4	42/84,0	ВІШ 0,06, 95% ДІ [0,02 – 0,13], $p < 0,0001$
Помірно знижені 10^5-10^6	44/28,9	8/16,0	ВІШ 2,14, 95% ДІ [0,93 – 4,92], $p = 0,074$
Значно знижені $<10^5$	74/48,7	-	-

У контрольній групі дослідження зниження кількості лактобацил, було діагностовано у 8 жінок (16,0%). (ВШ 2,14, 95% ДІ [0,93 – 4,92], $p = 0,074$). Значне зниження лактобактерій ($<10^5$) було виявлено у 74 хворих із запальним ураженням додатків матки (48,7%).

При подальшій детекції результатів в режимі реального часу нами була проведений аналіз аеробної та анаеробної умовно-патогенної мікробіоти у жінок із запальними захворюваннями додатків матки (табл. 4.).

Таблиця 4.

Етіологічна структура дисбіозів у жінок з запальною патологією додатків матки, n=126

Показники, що досліджувались	Основна група (n=118), абс/%	Контрольна група (n=8), абс/%	Достовірність, відношення шансів (ВШ)
Аеробний	18/15,2	-	-
Анаеробний	65/55,1	-	-
Змішаний	35/29,7	8/16,0-	

Хотілося б відзначити, що у пацієнток із сальпінгофоритом значно переважали змішаний та анаеробний дисбіози (84,8%). У 8 жінок контрольної групи був діагностований змішаний дисбіоз. При проведенні мікробіологічних досліджень у 100 пацієнток із сальпінгофоритом найбільш часто (84,7%) визначалися асоціації от 2 до 5 умовно-патогенних мікроорганізмів.

При цьому у 35 випадках (29,7%) визначалися аеробно-анаеробні, у 49 41,5% - анаеробно-анаеробні та у 16 (13,%) - аеробно-аеробні асоціації. Анаероби в асоціаціях склали 55,9%, а аероби - 44,1%.

Найбільш часто (41,5%) в складі аеробно-анаеробних асоціацій зустрічалися *Gardnerella vaginalis* та *E.coli* (табл. 5.). *Candida albicans* була діагностована у 34,7% пацієнток із сальпінгофоритом. У складі анаеробно - анаеробних асоціацій найбільш часто визначалися - *Mobiluncus/ Corynebacterium* spp (17,8%), у 15,2% випадків - *Sneathia* spp/ *Lepto*.spp/ *Fusobacterium* spp, Крім цього в складі аеробно-аеробних асоціацій зустрічалися: *Staphylococcus hominis*, *S. xylophilus*, *Streptococcus agalactiae* та *Corynebacterium*.

Таблиця 5.

Склад умовно-патогенної флори у жінок із сальпінгофоритом, n=118

Показники, що досліджувались	Основна група (n=118), абс/%
Gard.vag.	44/37,3
Gard.vag./ E.coli	49/41,5
Eubacterium spp	12/10,2
Sneathia spp/ Lepto.spp/ Fusobac.spp	18/15,2
Actynomices	15/12,7
Lachnobac.spp/ Clostr.spp	10/8,5
Mobiluncus/ Corynebacterium spp	21/17,8
Bacteroides fragilis	19/16,1
Candida albicans	41/34,7
Staphylococcus epidermidis	11/9,3
E.coli	42/35,6
Str. Faecalis/ Str. Faecium/ Str. Viridans	4/3,4

Аналіз, проведений в групах жінок що були задіяні у нашому проспективному дослідженні, виявив, що *Gardnerella vaginalis* та *E.coli* ізольовано та у якості мікроб зустрічалися у 37,3% та 35,3%, відповідно. Поряд з цим, у 16,1% пацієнток відзначалася поява у великих кількостях анаеробної облигатної мікрофлори (*Bacteroides fragilis*). Представники сімейства *Streptococcaceae* (*Str. Faecalis*, *Str. Faecium*,

Str. Viridans) у 3,4% виявлялися в складі мікробних асоціацій.

Аналіз результатів лабораторного обстеження в клінічних групах нашого проспективного дослідження на урогенітальні інфекції продемонстрував низькі показники виявлення патогенних мікроорганізмів - менше за 13,6% (таблиця 6.). Необхідно відзначити низьке число виявлення збудників ІПСШ.

Таблиця 6.

Аналіз структури збудників урогенітальної інфекції у пацієнток із запальним захворюванням додатків матки, n=16

Показники, що досліджувались	Основна група (n=16), абс/%
<i>Chlamidia pneumoniae</i> , <i>C. psittaci</i>	4/25,0
<i>Trichomonas vaginalis</i>	3/18,75
<i>Herpes simplex virus II</i>	5/31,25
<i>Cytomegalovirus</i>	7/43,75
Всього:	16/100,0

Щодо кількості інфікованих жінок, то інфекційні агенти були представлені цитомегаловірусом - 43,75%, вірусом простого герпесу II типу - 31,25%, хламідіями (*C. pneumonia*, *C. psittaci*) - 25,0% та *Trichomonas vaginalis* - 18,75%.

Висновки.

Таким чином, в клінічних групах спостерігалася різна структура біоценозу піхви, що ймовірно було пов'язано з різноспрямованими змінами кількісних показників мікроорганізмів - учасників вагінального мікробіоценозу. Дисбіотичні зміни різного ступеня вираженості швидше за все були пов'язані зі зниженням кількості лактобацил та збільшенням кількості умовно-патогенних бактерій, більшою мірою анаеробних.

Етіологічними агентами дисбіотичних порушень у піхві в жінок із сальпінгофоритом, найбільш частіше були анаеробні мікроорганізми, асоційовані з бактеріальним вагінозом та гриби роду *Candida*, що може бути непрямою ознакою локального імунodefіциту та зниження колонізаційної резистентності статеві системи. Випадкова мікрофлора у пацієнток відрізнялася різноманітністю та складалася не тільки з типових її представників (ентерококів), але й мікроорганізмів, що беруть участь в розвитку вагініту - *Bacterioides fragilis*, грибів роду *Candida*, *Mobiluncus* spp., *Actinomyces* spp., *Corynebacterium* spp, *Fusobacterium*. Випадкова мікрофлора піхви в контрольній групі була представлена типовими її представниками - *Corynebacterium* spp., а також мікроорганізмами, які беруть участь у розвитку дисбіозу - *Mobiluncus* spp, грибами роду *Candida* та патогенами, що викликають запальні процеси - ентеробактеріями, що свідчить про те, що й у здорових жінок є початкові ознаки дисбіозу піхви.

Характеристика вагінальної мікрофлори ступінь її контамінації та / або істинної колонізації дозволяє, певною мірою, оцінити не тільки ефективність проведених терапевтичних заходів, а й визначити ризик можливого рецидиву сальпінгофориту у майбутньому.

Список літератури

1. Богданова А.М. Микробиологическая характеристика воспалительных заболеваний органов малого таза у женщин [Текст] / А.М.Богданова, В.В.Ковалёв, Е.Ю.Глухов, Я.Б.Бейкин //Мать и дитя: матер. IV Регионального научного форума. – Екатеринбург. 2010. - С.40-41.
2. Горностаева И.Н. Этиологические аспекты обострения хронических воспалительных заболева-

ний репродуктивных органов [Текст] / И.Н. Горностаева, Г.И.Хрипунова //Мать и дитя: матер. III Регионального научного форума. Саратов, 2009. - С.71-72.

3. Маевская Н.Ф., Абрамченко В.В. Антибиотикотерапия у больных с воспалительными заболеваниями гениталий // Критические состояния в акушерстве и гинекологии. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Петрозаводск, 2005. С. 126–128.
4. Новиков А.И. Оппортунистические инфекции: эпидемиологические, иммунологические аспекты и качество жизни [Текст] / А. И. Новиков, Ю. В. Редькин, Т. И. Долгих // Гинекология. - 2004. - № 4. - С. 169 -1 73.

5. Пахилова Е.В., Микробиологическая оценка состояния влагалища и цервикального канала у пациенток с острым аднекситом [Текст] / Е.В. Пахилова, С.П. Синчихин, О.Б. Мамиев, А.В.Буров //Мать и дитя: матер. IV Регионального научного форума. - Екатеринбург, 2010. - С.224-225.

6. Подонина Н.М. Современные этиологические особенности гнойных воспалительных заболеваний придатков матки [Текст] / Н.М. Подонина, Е.В.Уткин, А.А.Прокопьева, Ю.П.Руденко // . - М., 2009. - С.382-383.

7. Шибаева Е.В. Воспалительные заболевания органов малого таза как осложнение урогенитальных инфекций. Современные подходы к антибактериальной терапии с позиций доказательной медицины [Текст] / Е.В. Шибаева //Мать и дитя: матер. XVIII Всероссийского научного форума. - М., 2012. - С.398-399.

8. Mahon B.E. Pelvic inflammatory disease during the post-partum year / M. Temkit, J. Wang et al. // Infect. Dis. Obstet. Gynecol. - 2005. - Vol. 13, № 4. - P. 191-196.

9. Leger W. Gynecologic infections / W.Leger, K.Holt // Emerg. Med. Clin. North. Amer.- 2003.- Vol. 21 № 3. – P. 631-648.

10. Sharma H. Microbiota and pelvic inflammatory disease / H.Sharma, R.Tal, N.A.Clark, J.H.Segars //Semin.Reprod. Med. - 2014, Jan. Vol.32(1). - P.43-49.

11. Viberga I., Odlind V., Lazdane G., Kroica J. Microbiology profile in women with pelvic inflammatory disease in relation to IUD use // Infectious diseases in obstetrics and gynecology. 2005. Vol. 13. № 4. P. 183–190.

12. Taylor B.D. Does bacterial vaginosis cause pelvic inflammatory disease? / B.D.Taylor, T.Darville, C.L.Haggerty // Sex. Transm. Dis. - 2013, Feb. - Vol. 40(2). -P.117-122.

Zhuk D. D.,**candidate of medical Sciences**

State Establishment "The Institute of Stomatology

and Maxillo-Facial Surgery National Academy of Medical Science of Ukraine"

Odessa national medical University

Жук Д.Д.,**кандидат медицинских наук**

Государственное учреждение «Институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии

Национальной академии медицинских наук Украины»

Одесский национальный медицинский университет

THE USE OF VARIOUS PHYSIOTHERAPEUTIC METHODS IN COMPLEX TREATMENT OF MYOFASCIAL PAIN DYSFUNCTIONAL SYNDROME OF THE FACE
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ МИОФАСЦИАЛЬНОГО БОЛЕВОГО ДИСФУНКЦИОНАЛЬНОГО СИНДРОМА ЛИЦА

Summary. Given the fact that in the clinical picture of myofascial pain dysfunctional syndrome of the face usually distinguish two periods – the period of dysfunction and the period of painful spasm of masticatory muscles, we have developed and proposed a scheme of 2 – stage combined and combined physical therapy in the treatment of this pathology. In the first stage we offered sessions of flyuktuorez 2 % lidocaine solution to trigger muscle area, followed by sessions magnetolaserotherapy on the area of the masticatory muscles, which allowed to remove the phenomena of interstitial edema and pain. At the second stage of treatment, it is proposed to conduct ultraphonophoresis of the gel "nayz" on the area of chewing muscles, which is a non-steroidal anti-inflammatory drug, the active substance of which is nimesulide.

The results of treatment using the proposed scheme were evaluated on the basis of positive dynamics, which was expressed in the absence of pain, restoration of the lower jaw movement and opening the mouth in full.

Key words: myofascial pain dysfunctional syndrome of the face, flyuktuorez, magnetic-laser therapy, phonophoresis, gel "Nise".

Аннотация. Учитывая то, что в клинической картине миофасциального болевого дисфункционального синдрома лица обычно выделяют два периода – период дисфункции и период болезненного спазма жевательной мускулатуры, нами разработана и предложена схема 2^х – этапного сочетанного и комбинированного физиотерапевтического воздействия в комплексном лечении этой патологии. На первом этапе мы предложили проведение сеансов флюктуофореза 2 % раствора лидокаина на триггерные мышечные зоны с последующим проведением сеансов магнитолазеротерапии на область жевательных мышц, что позволило снять явления внутритканевого отека и боль. На втором этапе лечения предложено проведение на область жевательных мышц ультрафонофореза геля «Найз», который представляет собой нестероидный противовоспалительный препарат, действующим веществом которого является нимесулид.

Результаты лечения с использованием предложенной схемы оценивались на основании положительной динамики, которая выражалась в отсутствии боли, восстановлении движения нижней челюсти и открывании рта в полном объеме.

Ключевые слова: миофасциальный болевой дисфункциональный синдром лица, флюктуофорез, магнитолазеротерапия, ультрафонофорез, гель «Найз».

В результате стоматологических манипуляций, длительно протекающих по времени, в последующем нередко возникают осложнения в виде лицевых болей, которые могут быть обусловлены миофасциальным синдромом лица, что проявляется изменениями в жевательной мускулатуре, в частности мышечным спазмом, ограничивающим открывание рта и вообще движения нижней челюсти. Механизм развития миофасциального болевого дисфункционального синдрома (МБДС) лица происходит как осложнение длительного напряжения жевательных мышц, без их последующей релаксации. Вначале в мышце возникает остаточное напряжение, затем в межклеточном пространстве формируются локальные мышечные уплотнения. Такие миогеллоидные узелки являются источником патологической импульсации в вышележащие отделы центральной нервной системы. Чаще всего такие мышечные триггерные точки формируются в

крыловидных мышцах, ввиду их анатомо-функциональных особенностей. Характерными диагностическими признаками МБДС лица в настоящее время считается боль в жевательных мышцах, которая усиливается при движениях нижней челюсти, ограничение ее подвижности, боль при пальпации жевательных мышц и особенно мышц, поднимающих нижнюю челюсть [1-6].

Анализ результатов исследований различных авторов, а также, учитывая то, что в клинической картине этого синдрома обычно выделяют два периода – период дисфункции и период болезненного спазма жевательной мускулатуры, нами разработана и предложена схема 2-х этапного сочетанного и комбинированного физиотерапевтического воздействия в комплексном лечении МБДС лица.

На первом этапе лечения МБДС, чтобы снять явления внутритканевого отека и боль, мы предложили вначале проведение сеансов флюктуофореза

(ФФ) 2 % раствора лидокаина на триггерные мышечные зоны с последующим проведением сеансов магнитолазеротерапии (МЛТ) на область жевательных мышц.

На втором этапе лечения мы применяли ультрафонофорез (УФФ) геля «Найз» на область жевательных мышц с последующей интенсивной миогимнастикой.

Поскольку в формировании миогеллоидных узелков и механизме запуска мышечного спазма решающее значение имеет асептическое воспаление, и один из его компонентов – циклооксигеназа-2 (ЦОГ-2), на современном этапе большинство авторов для решения проблемы отдают предпочтение нестероидным противовоспалительным препаратам (НПВП). В основе НПВП лежит способность тормозить ключевой фермент синтеза простагландинов – ЦОГ-2, с угнетением активности которой проявляется их противовоспалительное и болеутоляющее действие соответственно [10].

Для проведения сеансов ФФ 2 % раствора лидокаина использовали аппарат флюктуоризации АСБ-2. Флюктуирующие токи (ФТ) представляют собой переменные, частично или полностью выпрямленные токи низкого (до 100В) напряжения с хаотически изменяющимися (до 2000 Гц) частотой и амплитудой (до 3мА/см²) колебаний тока. ФТ легко проникает через кожу и слизистые, вызывают повышение местной t^0 на 0,4⁰С, интенсивно раздражают проприо- и интерорецепторы, что сопровождается ощущением вибрации, безболезненным аритмическим сокращением миофибрилл усиливают проницаемость сосудов, улучшают крово- и лимфообращение, активизируют ферментативную деятельность, улучшают трофику тканей, ускоряют процессы регенерации.

Для проведения сеансов ФФ 2 % раствора лидокаина использовали ФТ№3 (однополярный) интенсивностью до 2мА/см², экспозиция составляла 10 минут, на курс лечения – 5-6 процедур ежедневно. Раствор лидокаина вводили с положительного полюса т.к. лидокаин имеет положительный заряд. К отрицательному полюсу подключали пассивный электрод и закрепляли его на предплечье у пациента.

Активный электрод непосредственно располагали в триггерной зоне жевательных мышц.

Сразу после проведения сеанса ФФ, на область жевательных мышц проводили сеанс МЛТ с помощью аппарата магнитно-инфракрасного лазерного терапевтического «РИКТА-04/4», обеспечивающего одновременное, проникающее в ткань, воздействие на объект когерентного и некогерентного световых потоков инфракрасных и красного диапазонов в сочетании с поверхностным воздействием постоянного магнитного поля (ПМП).

Так, ПМП оказывает седативный, местный трофический, сосудорасширяющий, иммуномодулирующий эффекты. Лазерное излучение обладает выраженным противовоспалительным эффектом, который обусловлен улучшением кровообращения и нормализацией нарушенной микроциркуляции,

активацией метаболических процессов в очаге воспаления, уменьшением отека ткани, предотвращением развития ацидоза и гипоксии. Кроме того, сочетание ПМП с лазерным излучением существенно увеличивает проникающую способность лазерного излучения, уменьшает его отражение на границе раздела тканей и улучшает поглощения, что приводит к повышению терапевтической эффективности лазеротерапии.

Курс МЛТ проводили по следующим параметрам: импульсная мощность лазерного инфракрасного излучения составила 4Вт; средняя мощность инфракрасного излучения – 60 Вт; на курс 5-6 процедур ежедневно. В домашних условиях рекомендовано проводить пальцевой массаж жевательных мышц и миогимнастику в щадящем режиме.

На втором этапе мы проводили сеансы УФФ геля «Найз» на область жевательных мышц с помощью аппарата для комбинированной терапии серии «BTL-5000SLCombi».

Важным условием при проведении процедур УФФ является использование лекарственных препаратов обладающих синергичным с ультразвуком (УЗ) действием. УЗ колебания проникают в ткани на глубину 4-6 см. При воздействии УЗ на ткани выделяют следующие фазы ответной реакции:

- фаза преобладания стресс-индуцирующей системы, которая длится около 4 часов после действия УЗ. Активация и преобладание катаболических процессов, выброс в кровь биологически активных веществ характерно для этой фазы;

- фаза преобладания стресс-лимитирующей системы, которая длится от 4 до 12 часов. Для этой фазы характерно преобладание антиоксидантной системы, снижение в крови уровня кортизола и адренкортикотропных гормонов, усиливаются синтетические процессы в тканях, ускоряются репаративные процессы за счет усиления метаболизма клеток;

- фаза усиления компенсаторно-приспособительных процессов, которая продолжается от 12 до 24 часов после воздействия УЗ. В этой фазе происходит усиление активности митохондрий, тканевого дыхания, растет количество митозов в клетках, усиливается лимфо- и кровообращение;

- поздний следовый период, который длится до 3^x-4^x месяцев и характеризуется активизацией всех видов обмена.

Таким образом, УЗ ускоряет процессы регенерации и репарации, оказывает противовоспалительное, анальгезирующее, ганглиобланирующее, спазмолитическое, метаболическое, десенсибилизирующее, фибринолитическое и дефиброзирующее действие, повышает адсорбционные свойства кожи и усиливает адаптационно-трофические процессы [7-9].

Гель «Найз» представляет собой нестероидный противовоспалительный препарат с выраженной противовоспалительной активностью, является производным сульфоамида. Действующим веществом геля «Найз» является нимесулид [11].

Для проведения УФФ гель «Найз» обильно наносили на кожу в проекции жевательных мышц,

т.к. он одновременно является и контактной средой. Использовали излучатель УЗ с площадью рабочей поверхности 1 см², интенсивность УЗ составляла 0,4-0,6 Вт/см², режим постоянный, методика лабильная, экспозиция 10 минут, на курс 5-6 процедур ежедневно.

В домашних условиях рекомендовали проводить активно пальцевой массаж жевательных мышц и миогимнастику в интенсивном режиме.

Оценка результатов проведенного лечения осуществлялась на основании положительной динамики, которая характеризовалась субъективными и объективными данными: отсутствие боли, практически полное восстановление движения нижней челюсти и открытие рта в полном объеме.

Список литературы

1. Мирза А. И. Этиология и патогенез дисфункциональных состояний нижней челюсти и жевательных мышц / А. И. Мирза, Е. Ю. Мозолюк, А. В. // Современная стоматология. – 209. - №1. С. 102-106.
2. Пузин М.Н. Болевая дисфункция височно-нижнечелюстного сустава / Пузин М.Н., Вязьмин А. Я – М. Медицина, 2002. – 109 с.
3. Макеев В. Ф. Частота и распределение височно-нижнечелюстных расстройств / В. Ф. Макеев, У. Д. Телишевская, Р. В. Кулинченко // Новини стоматології. – 2009. - №2. – С. 48-51.
4. Семкин В. А. Диагностика дисфункции височно-нижнечелюстных суставов, обусловленных патологией окклюзии, и лечение таких больных / В. А. Семкин, Н. А. Рабухина, Д. В. Кравченко // Стоматология. – 2007. №1. – С. 44-49.
5. Клинические методы диагностики функциональных нарушений зубочелюстной системы [Лебеденко И.Ю., Арутюнов С. Д., Антоник М. М., Ступников А. А.] – М.: Медпресс-Информ. – 2006. – 122 с.
6. Пантелеев В. А. Диагностика нарушений артикуляции нижней челюсти у пациентов с дисфункциями височно-нижнечелюстного сустава / В. А. Пантелеев, Е. М. Рошин, С. В. Пантелеев // Стоматология. – 2001. - №1. – С. 52-57.
7. Улащик В. С. Общая физиотерапия. Учебник / В. С. Улащик, И. В. Лукомский – Мн.: Книжный Дом. – 2004. – 512 с.
8. Улащик В.С. Физиотерапия. Новейшие методы и технологии. Справочное пособие / В.С. Улащик – Мн.: Книжный Дом. – 2013. – 448 с.
9. Компания «БТЛ-Украина». Серия ВТЛ-5000Puls Электротерапия. Руководство пользователя.
10. Нестероидные противовоспалительные средства [методическое пособие] / [Страчунский Л. С., Козлов С. Н., Кукес В. Г., Петров В. И.] Электронный ресурс <http://www.antibiotic.ru/rus/all/metod/npvs/npvs.shtml>
11. «Найз» (гель). Инструкция по применению. Электронный ресурс <http://www.likar.info/lekarstva/Najz-gel/>.

Karataeva Lola Abdullaevna

Tashkent Pediatric Medical Institute,

Candidate of Medical Sciences,

assistant of the Department of Pathological Anatomy

Arifdjanova Jonona Farrukh qizi

Tashkent Pediatric Medical Institute,

Student, the Faculty of Pediatrics.

Sadriddinova Muborak Asomiddin qizi

Tashkent Pediatric Medical Institute

Student, the Faculty of Pediatrics

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE CASES OF SUDDEN DEATH AND SUDDEN DEATH SYNDROME IN YOUNG CHILDREN.

One of the main tasks of forensic medical examination is to study the causes of sudden death of children the first year of life. This problem is of great importance for improving the quality of the work of medical and preventive institutions, since further reduction of child morbidity and mortality is considered one of the most urgent health problems.

The indicator of infant mortality is integral, not only characterizing the quality of medical care, but also reflecting the level of socioeconomic, political and cultural development of society. The country's strategy is aimed at improving the health of the population, in particular, children's health, as well as reducing child mortality.

Of the 526 forensic examinations of dead children between the ages of 4 days and 1 year, 198 children

were selected who had a post mortem diagnosis of sudden death syndrome and 328 children who died suddenly.

305 (57.9%) corpses of children came from clinics, 118 (22.4%) from reception, 103 (19.6%) from home.

As can be seen from Table 1, the dead children were mainly diagnosed with bronchopneumonia and sepsis (64.3 and 14.4%, respectively).

Table 1 shows data on postmortem diagnoses, according to which bronchopneumonia also occupies a leading place, amounting to 43.9%. As can be seen from the table, the diagnosis of sudden death syndrome is set in 37.6% of cases.

Table 1

Causes of sudden death of children under 1 year of age according to clinical diagnosis, n = 423

Diagnosis	Number of children	
	abs.	%
Bronchopneumonia	272	64,3
Sepsis	61	14,4
Intestinal infections	47	11,1
Congenital heart disease, congenital pathology of the central nervous system	29	6,9
Other	14	3,3

Table 2

Causes of sudden death of children under 1 year of age according to forensic medical examination, n = 526

Diagnosis	Number of children	
	abs.	%
Bronchopneumonia	231	43,9
Syndrome of sudden death of children	198	37,6
Sepsis	51	9,7
Intestinal infections	26	4,9
Congenital malformations	13	2,5
Other	7	1,3

When analyzing the prevalence of sudden death among 328 children under 1 year old, it was found that the incidence rate is 8-10 and 10-12 months (28.7 ± 2.5

and $37.8 \pm 2.7\%$, respectively). Among the deceased, boys predominate - $57 \pm 2.7\%$ against $43 \pm 2.7\%$ of girls (Table 3.)

Table 3.

Distribution of children who died suddenly according to age and gender.

Age, month.	Boys		Girls		Total	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
2-4	30	$16,0 \pm 2,7$	18	$12,8 \pm 2,7$	48	$14,6 \pm 1,9$
5-7	39	$20,9 \pm 2,9$	23	$16,3 \pm 3,1$	62	$18,9 \pm 2,2$
8-10	52	$27,8 \pm 3,3$	42	$29,8 \pm 3,9$	94	$28,7 \pm 2,5$
10-12	66	$35,3 \pm 3,5$	58	$41,1 \pm 4,1$	124	$37,8 \pm 2,7$
Total	187	$57,0 \pm 2,7$	141	$43,0 \pm 2,7$	328	100,0

According to our data, the syndrome of sudden death with the greatest frequency was registered at the age of 2-4 and 5-7 months. (respectively, 49 ± 3.6 and

$39.4 \pm 3.5\%$). Among the children with SHS, boys also prevailed ($P < 0.001$) - 134 cases (Table 4).

Table 4

Distribution of children with sudden death syndrome depending on age and gender.

Age, month.	Boys		Girls		Total	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
2-4	65	$67,0 \pm 4,1$	32	$33 \pm 5,8$	97	$49 \pm 3,6$
5-7	53	$67,9 \pm 4,0$	25	$32,1 \pm 5,8$	78	$39,4 \pm 3,5$
8-10	16	$69,6 \pm 3,9$	7	$30,4 \pm 5,7$	23	$11,6 \pm 2,3$
Total	134	$67,7 \pm 3,3$	64	$32,3 \pm 3,3$	198	100

Analysis of the anamnestic data showed that the children were mainly from the first and second pregnancies (respectively, 35.5 and 45.2%). Pregnancy occurred against the background of anemia in 32%, acute

respiratory viral infection - in 16%, toxicosis was observed in 20% of mothers of deceased children. Basically, the delivery took place on time, but 28.6% of women had premature births (Table 5).

Table 5.

Distribution of children who died suddenly before the first year, depending on the age of mothers and the number of births.

Age, years	Total	Number of pregnancies					Childbirth				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16-19	78	45	33	-	-	-	78	-	-	-	-
20-24	172	110	21	37	3	1	139	13	16	4	-
25-29	125	43	10	38	29	5	55	15	35	20	-
35-39	120	24	20	32	20	24	36	36	28	16	4
40-44	31	12	6	9	-	4	19	6	6	-	-
Total	526	234	90	116	52	34	327	70	85	40	4
%	100	44,5	17,1	22,1	9,9	6,5	62,2	13,3	16,2	7,6	0,8

Important factors as the causes of sudden death in children under 1 year are unfavorable factors, such as diseases of mothers during pregnancy, complicated during pregnancy and childbirth.

Thus, the average age of mothers was 27.9 ± 0.6 years, the highest number of pregnant women falls between the ages of 20 and 24 - 32.7% (42).

As can be seen from Table 5, 62.2% of children were from the first birth, 44.5% of the first pregnancy. In 17.7%, the pathology of a previous pregnancy was observed.

Data on the distribution of the number of births depending on the age of mothers in children with sudden death syndrome is presented in Table 6.

Table 6

Distribution with sudden death syndrome up to 1 year, depending on the number of births and the age of parturient women.

Age, years	Total	Number of pregnancies					Childbirth				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16-19	86	54	32	-	-	-	76	10	-	-	-
20-24	111	42	38	27	3	1	65	34	12	-	-
25-29	80	31	18	15	11	5	43	24	8	4	1
35-39	39	18	12	6	2	1	19	14	4	2	-
40-44	12	3	4	1	3	1	5	6	1	-	-
Total	328	148	104	49	19	8	208	88	25	6	1
%		45,1	31,7	14,9	5,8	2,4	63,4	26,8	7,6	1,8	0,3

Children with a diagnosis of sudden death syndrome retrospectively analyzed the complex of sociobiological indicators, which included the social characteristics of the families of the deceased children, information about the present pregnancy and childbirth, data of the general anamnesis of the mother (parents).

Cases of death from the syndrome of sudden death were more common in families with a low educational level of parents (67.4%). In families where parents had higher or incomplete higher education, the cases of sudden death syndrome were registered less frequently (32.6%).

Thus, summing up our research, the causative factor of sudden death syndrome depends on the mother's age, on the social status of the parents, on the number of births, and most importantly on the physical status of the mother herself.

Literature

1. Algorithm for diagnosing the syndrome of sudden death of an infant: instruction on application No.

075-0806: approved. 11.04.2008 / K.U. Vilchuk [and others] // Modern methods of diagnosis, treatment and prevention of diseases: collection of instructional method. doc. Minsk, 2008. T. 5. pub. 9. pp. 201-208.

2. Galkevich, N.V. Syndrome of sudden death in children: a modern view of the problem / N.V. Gal'kevich, N.N. Klemiyato // Med. panorama. 2005. № 2. P. 37-41.

3. Kravtsova L.A. Modern aspects of the syndrome of sudden death of infants / L.A. Kravtsova // Russian. messenger perinatology and pediatrics. 2010. P. 55. № 2. P. 60-67.

4. McKenna, J. J. Mother-infant cosleeping, breastfeeding and sudden infant death

syndrome: what biological anthropology has discovered about normal infant sleep and pediatric sleep medicine / J. J. McKenna, H. L. Ball, L. T. Getter // Am. J. Phys. Anthropol. 2007. Vol. 45. P. 133-161.

Titova Yu. O.

State Institution "V. Danilevsky Institute for endocrine pathology problems of the National Academy of Medical sciences of Ukraine", Department of Clinical Endocrinology, section of Pharmacotherapy of Endocrine Diseases, graduate student

Kravchun N. O.

Doctor of Medical Sciences, professor of State Institution "V. Danilevsky Institute for endocrine pathology problems of the National Academy of Medical sciences of Ukraine", Department of Clinical Endocrinology, section of Pharmacotherapy of Endocrine Diseases

Тітова Ю. О.

ДУ "Інститут проблем ендокринної патології ім. В. Я. Данилевського НАМН України" відділ клінічної ендокринології, відділення фармакотерапії ендокринних захворювань, аспірант

Кравчун Н. О.

Доктор медичних наук, професор ДУ "Інститут проблем ендокринної патології ім. В. Я. Данилевського НАМН України" відділ клінічної ендокринології, відділення фармакотерапії ендокринних захворювань

THE MAGNESIC ROLE IN THE DEVELOPMENT OF BONE TISSUE DIFFUSION IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS PATIENTS

РОЛЬ МАГНІЮ В РОЗВИТКУ ПОРУШЕНЬ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ 2 ТИПУ

Summary: The findings indicate a reduction in vitamin D deficiency and a decrease in Ca^{++} in patients with type 2 diabetes and non-alcoholic fatty liver disease. Lack of Mg was found in the group of patients with type 2 diabetes and non-alcoholic fatty liver disease. Detected more distinct manifestations of inflammation of the liver tissue according to the coefficient de Rhythis and the lack of data changes in patients without pathology of the liver. There is a reverse correlation between levels of vitamin D and HbA1c. Lowering the level of vitamin D is combined with lower levels of Mg and Ca^{++} . The direct correlation between the indices of vitamin D, Ca , Ca^{++} and the de Rhythis coefficient was revealed.

Key words: type 2 diabetes, nonalcoholic fatty liver disease, osteoporosis, vitamin D, Ca , Ca^{++} , Mg.

Анотація: Отримані дані свідчать про зниження дефіциту вітаміну D та зменшення Ca^{++} у пацієнтів із цукровим діабетом 2 типу та неалкогольною жировою хворобою печінки. Недостатність Mg була виявлена у групі пацієнтів із цукровим діабетом 2 типу та неалкогольною жировою хворобою печінки. Виявлено більш виразні прояви запалення тканини печінки за коефіцієнтом де Рітиса та відсутністю змін даних у пацієнтів без патології печінки. Існує зворотна кореляційна залежність між рівнями вітаміну D і HbA1c. Зниження рівня вітаміну D поєднується з нижчими рівнями Mg і Ca^{++} . Виявлена пряма кореляція між показниками вітаміну D, Ca , Ca^{++} та коефіцієнта де Рітиса.

Ключові слова: цукровий діабет 2 типу, неалкогольна жирова хвороба печінки, остеопороз, вітамін D, Ca , Ca^{++} , Mg.

Згідно даних International Diabetes Federating (IDF atlas 7th edition), кількість зареєстрованих хворих на цукровий діабет (ЦД) становить 415 млн осіб, а, за прогнозами медичних аналітиків, до 2040 року ця цифра збільшиться до 642 млн. ЦД – це одна з важливих соціально-економічних проблем у всьому світі, через його поширеність і тяжкість ускладнень. ЦД визнаний у світі одним з найбільш важливих неінфекційних захворювань, яке займає четверте місце серед основних причин смертності в більшості країн.

Останні роки велика увага приділяється вивченню особливостей розвитку остеопорозу (ОП) при ЦД 2 типу, всебічно аналізуються взаємозв'язки даних патологій. Соціальна значущість ОП визначається не тільки високою поширеністю, але і його наслідками – переломами хребців і кісток периферичного скелета, які зумовлюють високий рівень непрацездатності та великі матеріальні витрати в галузі охорони здоров'я [1]. Так, ОП є причиною 8,9 млн переломів, що відбуваються в світі щорічно. Ризик зламати передпліччя, стегно або

хребет протягом життя становить 30-40 %, що відповідає ризику ішемічної хвороби серця. За даними експертів ВООЗ, для ОП характерна висока поширеність в різних популяціях, в більшості країн. Так, серед білого населення Північної Америки і Західної Європи у віці 50 років і старше ОП виявляється у 34 % жінок і 27 % чоловіків. Це означає, що на ОП страждають близько 14 млн осіб. Важливо також, що ОП займає одне з провідних місць серед захворювань, що призводять до знерухомленості, інвалідності і смерті [2].

Натепер кальцій в поєднанні з вітаміном D є основною нутріціальною корекцією для профілактики і лікування ОП та остеопенії [3].

Макро- і мікроелементи, без яких фізіологічні процеси в організмі неможливі, називаються есенціальними [4, 5]. До есенціальних макро- і мікроелементів, які беруть безпосередню участь в регулюванні вуглеводного обміну, відносяться Mg^{2+} (макроелементи), Zn^{2+} , Cr^{3+} , Mn , Cu (мікроелементи) [6]. ЦД 2 типу відноситься до мікроелементозів, оскільки на його тлі спостерігається дисбаланс

життєво необхідних мікроелементів [7, 8]. Визначення патогенетичного впливу макро- і мікроелементів на організм хворих на ЦД 2 типу має велике значення для діагностики, профілактики та лікування цієї хвороби. Фізіологічний гомеостаз Mg^{2+} є обов'язковою умовою здоров'я людини, адже він відіграє значну роль в процесах життєдіяльності. Завдяки здатності вступати в зворотні хелатоподібні зв'язки з органічними речовинами він забезпечує хід численних біохімічних реакцій. Mg^{2+} є нутрієнтним катіоном, посідає друге місце після K^{+} і міститься головним чином в мітохондріях, ядрі і рибосомах. До 80-90 % інтрацелюлярного Mg^{2+} пов'язано з АТФ, тому рівень АТФ є одним з основних факторів, що лімітує його запаси [9].

Проведені протягом останнього десятиліття дослідження показали, що для підтримки структури кісткової тканини також необхідні вітаміни А, С, Е, К і мікроелементи мідь (Cu), марганець (Mn), цинк, стронцій, магній (Mg), залізо і бор. Дефіцит цих мікроелементів уповільнює набір кісткової маси в дитинстві і в підлітковому віці і сприяє прискореній втраті кісткової маси в літньому віці [10, 11].

Зв'язок між ЦД 2 типу і дефіцитом магнію (ДМ) активно вивчається. Практично у всіх хворих на ЦД відзначається гіпомагніємія [7, 12]. Осмотичний діурез підсилює виведення макроелементів з організму [13] в результаті виникає дефіцит магнію, що негативно впливає на секрецію і активність інсуліну та призводить до формування інсулінорезистентності (ІР). Mg^{2+} , з'єднуючись з інсуліном, активує даний гормон і потенціює трансмембранний перехід глюкози в м'язи, гепатоцити і інші енергоємні, насичені мітохондріями клітини організму, перешкоджаючи тим самим формуванню ІР [14].

Недостатній метаболічний контроль, а також гіперінсулінемія можуть відігравати важливу роль у розвитку дефіциту Mg. При гіперглікемії знижується каналцева реабсорбція катіона, яка призводить до гіпермагнєзурії і гіпомагніємії [15].

Інсулінорезистентність досить широко поширена в популяції і зустрічається у більш ніж 25 % практично здорових осіб без ожиріння і в 84 % випадків у пацієнтів, які страждають на ЦД 2 типу [16]. Гіпомагніємія може бути як причиною, так і наслідком резистентності до інсуліну [17].

Однією з принципово важливих нутріціальних потреб кістки є забезпеченість її магнієм – елементом, який регулює мінералізацію, рівномірне зростання, гнучкість і міцність кісткової тканини і збільшує репаративний потенціал кісток. І навпаки, дефіцит магнію в організмі перешкоджає успішній терапії та профілактиці порушень структури кістки (остеопороз і ін.). Серед різних тканин організму основним депо магнію є саме кісткова тканина. Крім того, що кістка є депо магнію, магній також чинить істотний вплив на мінералізацію і структуру кісткової тканини – низькі рівні магнію пов'язані з низькою кістковою масою і ОП [18].

У нормі за добу в організм має надходити близько 300 мг магнію для жінок і 350 мг – для чолові-

ків. За даними епідеміологічних досліджень, близько 30 % жителів щодня з їжею отримують менше 70 % добової дози магнію. Магній займає четверте місце за поширеністю в організмі людини після натрію, калію і кальцію. Загальна кількість становить близько 24 г, причому близько 40 % розподілено внутрішньоклітинно. Близько 60 % магнію знаходиться в кістковій і близько 20 % в м'язовій тканинах. Приблизно 40 % від загальної кількості міститься в клітинах головного мозку, серця, нирок, з них 20-30 % може бути швидко мобілізовано в умовах його підвищеного споживання. В іонізованому стані знаходиться близько 60 % сироваткового магнію, інша частина пов'язана з протеїнами, фосфатами, цитратами [19].

Магній є одним із принципово важливих нутрієнтних факторів, що впливають на сполучну тканину. Недостатня забезпеченість магнієм є однією з найважливіших причин порушень структури (дисплазії) сполучної тканини. Систематичний аналіз взаємозв'язків між забезпеченістю клітин магнієм і молекулярною структурою сполучної тканини засвідчує про такі молекулярні механізми впливу дефіциту магнію, як ослаблення синтезу білків внаслідок дестабілізації тРНК, зниження активності гіалуронансинтеаз, підвищення активності металопротеїназ, підвищення активності гіалуронидази і лізіноксидази [20]. Слід зазначити, що кісткова тканина складається тільки на 70 % з кальцієвих сполук, а на 22 % – з колагену, 8 % становить водна фракція.

Важливість ролі магнію в підтримці структури кістки пов'язана і з тим, що при хронічному дефіциті магнію порушується найважливіший аспект мінерального обміну кісткової тканини – співвідношення Mg/Ca . При зниженні співвідношення Mg/Ca в сторону дефіциту магнію обмінні процеси в кістці уповільнені, швидше депонуються токсичні метали (насамперед, кадмій і свинець). Внаслідок накопичення токсичних елементів в суглобі через порушення пропорції Mg/Ca функція суглобів поступово погіршується: зменшується обсяг рухів, відбувається деформація суглобів кінцівок і хребта. Епідеміологічні дослідження частоти ОП в різних країнах показали, що більш високі значення відношення Mg/Ca в харчуванні відповідає низькій розповсюдженості ОП [21].

Дефіцит Mg призводить до розрідження кісткової тканини, аж до утворення порожнин; компенсація дефіциту Mg – до відновлення структури кісткової тканини [22].

Магній є одним з найважливіших активаторів кісткового метаболізму, оскільки забезпечує міцність, збереження, і ремоделювання кісткової тканини. Іони Mg^{2+} активують метаболізм кістки шляхом прямого впливу на остеобласти, знижуючи секрецію паратиреоїдного гормону (ПТГ), який в свою чергу нормалізує метаболізм вітаміну В [23].

Магній стимулює дію кальцитоніну, що підсилює надходження і утримання Ca в кістковій тканині. Відомо, що дефіцит магнію призводить до зниження абсорбції Ca внаслідок утворення неактивних метаболітів вітаміну В [24]. Гіпомагніємія

призводить до зниження рівня ПТГ, а Mg вступає в антагонізм з іонами кальцію, як на рівні мембранних каналів, так і всередині клітини [25].

Дефіцит магнію сприяє старінню кістки, інактивації лужної фосфатази, пірофосфатази і АТФаз, призводить до затримки мінералізації на стадії формування аморфного фосфату кальцію, сприяє редукції активності остеобластів, остеоцитів, остеокластів і зниження сприйнятливості кісткової тканини до ПТГ [26].

Недостатнє споживання магнію з продуктами харчування і прихований хронічний дефіцит елемента має значна частина населення [27]. У загальній популяції поширеність дефіциту магнію, в залежності від місця розташування і культури харчування, варіює в широких межах – від 16 % до 42 % [28-30].

Серед ендокринних і метаболічних розладів, пов'язаних з дефіцитом магнію, ЦД є найбільш поширеним [31]. Ще більш виразні метаболічні розлади виникають в організмі людини при наявності у хворих на ЦД 2 типу неалкогольної жирової хвороби печінки (НАЖХП). Патологічні процеси, які виникають при НАЖХП на тлі ЦД, що супроводжуються складними порушеннями метаболізму, можуть суттєво змінювати і вміст в крові мікро- і макроелементів. Так, нестача магнію зустрічається у 13,5-47,7 % пацієнтів, які страждають на ЦД 2 типу, в той час як у пацієнтів без ЦД дефіцит елемента спостерігається в 2,5-15 % випадків [32]. Більш того, існує зворотній кореляційний зв'язок між споживанням магнію і захворюваністю на ЦД. Дані великих епідеміологічних досліджень підтвердили, що підвищене споживання їжі, багаті на магній, такої як необроблене зерно, боби, горіхи, зелені листові овочі, може зменшити ризик розвитку ЦД 2 типу, особливо у пацієнтів з надмірною масою тіла,

схильних до ІР [33-36].

Нормальний рівень магнію залежить від балансу двох процесів – кишкового поглинання і ниркової екскреції [37]. А наявність діабетичної нейропатії, яка включає дисфункцію стравоходу, парез кишечника, ентеропатію, діарею може призвести як до зменшення споживання, так і до зниження шлунково-кишкового поглинання магнію [38].

Концентрації Mg, Ca, Ca⁺⁺, вітаміну D відображають патологічний процес в печінці [39]. Тому аналіз вказаних показників, вивчення їх взаємозв'язку в організмі може бути важливим інструментом щодо розуміння механізмів розвитку патологічного процесу [40]. Дослідження цих взаємозв'язків може бути ще одним важливим діагностичним критерієм у хворих на ЦД 2 типу в поєднанні з НАЖХП.

Метою дослідження стало вивчення вмісту в сироватці крові Mg, Ca, Ca⁺⁺, вітаміну D у хворих на ЦД 2 типу в поєднанні з неалкогольною жировою хворобою печінки (НАЖХП) та без неї, а також встановлення взаємозв'язків вказаних мікроелементів із показниками вуглеводного і ліпідного обміну.

Матеріали та методи дослідження. Було обстежено 29 осіб, що хворіють на ЦД 2 типу (11 чоловіків та 18 жінок). Середній вік хворих становив (55,9±2,33) років, тривалість захворювання на ЦД 2 типу – (5,69±0,51) років. ІМТ – (32,84±1,29) кг/м². Хворі знаходилися у стані субкомпенсації вуглеводного обміну – HbA_{1c} в середньому склав (6,95±0,27) %. Всі пацієнти були розділені на 2 групи: 1 групу (18 осіб) склали пацієнти, що хворіють

ЦД 2 типу в поєднанні з НАЖХП; 2 групу (11 осіб) – пацієнти, що хворіють на ЦД 2 типу без НАЖХП. Характеристика пацієнтів представлена в таблиці 1.

Таблиця 1

Клініко-антропометрична характеристика обстежених хворих, ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показник	ЦД 2 типу, n = 29	ЦД 2 типу + НАЖХП, n = 18	ЦД 2 типу без НАЖХП, n = 11
Вік, рік	55,9±2,33	54,67±3,0	57,91±4,89
Тривалість захворювання на ЦД 2 типу, рік	5,69±0,51	4,67±0,6	7,36±1,1
Зріст, см	164,87±1,58	162,82±1,77	168,23±3,14
Вага, кг	88,13±2,82	88,48±4,04	87,56±4,95
ІМТ, кг/м ²	32,84±1,29	33,42±1,85	31,9±2,04
САТ, мм рт. ст.	127,59±2,61	130,94±3,07	122,09±4,99
ДАТ, мм рт. ст.	82,38±1,02	82,44±1,47	82,27±2,0

Всім пацієнтам проводилося дослідження рівня HbA_{1c} колориметричним методом; показників ліпідного обміну, яке включало: дослідження загального холестерину (ЗХС), холестерину ліпопротеїдів високої щільності (ХС ЛПВЩ) ферментативним методом, β-ліпопротеїдів (β-ЛП) – турбодиметричним методом; загального білірубину – методом Йєндрашика. Розрахунок вмісту в крові холестерину ліпопротеїдів низької щільності (ХС ЛПНЩ), холестерину ліпопротеїдів дуже низької щільності (ХС ЛПДНЩ) та коефіцієнта атерогенності (КА) проводився за загальноприйнятими формулами.

Дослідження тимолової проби у сироватці крові проводили за методом Мак-Лагана; активність аланінамінотрансферази (АлАТ), аспартатамінотрансферази (АсАТ) у сироватці крові визначали методом Райтмана-Френкеля та проводили розрахунок коефіцієнту де Рітиса, який представляє собою співвідношення активності сироваткових АсАТ і АлАТ, в нормі даний показник в середньому становить (1,33 ± 0,42) або коливається від 0,91 до 1,75. Визначення 25-гідроксиколекальциферолу проводили імуноферментним методом (норма – 30,0-50,0 нг/мл; <10,0 нг/мл – ризик дефіциту; <30,0

нг/мл – ризик недостатнього споживання; > 150,0 нг/мл – інтоксикація), рівнів Ca, Ca⁺⁺ та Mg – колориметричним методом.

За класифікацією [41], при рівні 25 (ОН) D від 20 нг/мл до 30 нг/мл діагностується D-вітамінна недостатність, а при зниженні рівня 25 (ОН) D нижче 20 нг/мл – дефіцит вітаміну D.

Відмінності вважали статистично значущими при $p < 0,05$. Зв'язок між показниками оцінювали за допомогою коефіцієнту рангової кореляції Спірмана (rs). Всі обчислення проводилися на комп'ю-

тері Pentium в середовищі Windows-XP з використанням програмного забезпечення Excel XP, STATISTICA-6.0.

Результати дослідження

При обстеженні обох груп пацієнтів (ЦД 2 типу в поєднанні з НАЖХП і без) було виявлено дефіцит вітаміну D, тобто ні у одного з хворих не спостерігалось адекватного забезпечення вітаміном D при цьому показники рівня Ca в обох групах були в діапазоні норми, а показники Ca⁺⁺ – знижені. Середній рівень Mg в цілому по загальній групі обстежених був в межах референтних значень (табл. 2).

Таблиця 2

Рівні вітаміну D, Ca, Ca⁺⁺ і Mg у обстежуваних хворих, ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показник	Хворі на ЦД 2 типу, n = 29
Ca, ммоль/л	2,35±0,03
Ca ⁺⁺ , ммоль/л	1,09±0,01
Вітамін D, нг/мл	17,52±0,91
Mg, ммоль/л	0,8±0,02

Разом з тим, була виявлена нестача магнію у пацієнтів з ЦД 2 типу в поєднанні з НАЖХП в той же час у пацієнтів з ЦД 2 типу без НАЖХП, рівень

магнію в сироватці крові наближався до нормативних його значень (рис. 1).

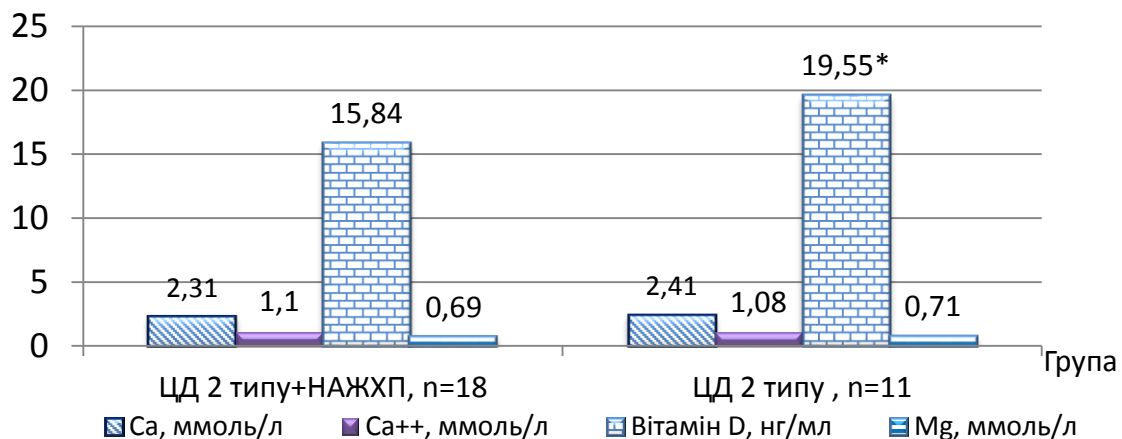


Рис. 1 Рівні вітаміну D, Ca, Ca⁺⁺ та Mg у хворих на ЦД 2 типу з НАЖХП та без
* – значущість розходжень при порівнянні показників у досліджених групах ($p < 0,05$)

При визначенні показників ліпідного обміну встановлено статистично значуще підвищення рівнів: ЗХС, КА, ХС ЛПДНЦ та β-ЛП у хворих на

ЦД 2 типу з НАЖХП в порівнянні з групою пацієнтів, що хворіють на ЦД 2 типу без НАЖХП (табл. 3).

Таблиця 3

Показники ліпідного обміну обстежених груп хворих, ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показник	Група та кількість обстежених		P
	ЦД 2 типу + НАЖХП, n=18	ЦД 2 типу, n=11	
ЗХС, ммоль/л	6,05±0,27	4,67±0,31	<0,001
ХС ЛПВЩ, ммоль/л	1,17±0,08	1,22±0,11	
КА	4,97±0,44	3,49±0,56	<0,05
ТГ, ммоль/л	1,95±0,27	1,3±0,32	
ХС ЛПНЩ, ммоль/л	4,00±0,28	3,32±0,42	
ХС ЛПДНЩ, ммоль/л	1,14±0,17	0,7±0,14	<0,05
β-ЛП, од.	95,22±7,33	71,65±7,78	<0,05

Примітка. p – значущість розходжень при порівнянні показників серед обстежених груп хворих за t-критерієм Ст'юдента

Виявлені зміни засвідчують наявні атеросклеротичні зміни серед обох обстежених груп, а підвищений рівень ТГ є одним з факторів розвитку

НАЖХП з накопиченням даних фракцій не тільки в коронарних судинах, але й в гепатоцитах хворих на ЦД 2 типу.

При вивченні функціональної активності печінки у хворих на ЦД 2 типу в сполученні з НАЖХП, виявлені більш виразні прояви запалення тканини

печінки за даними коефіцієнта де Рітца і відсутність даних змін у хворих без патології печінки (табл. 4).

Таблиця 4

Показники функціонального стану печінки у обстежених хворих, ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показник	Група та кількість обстежених		P
	ЦД 2 типу + НАЖХП, n=18	ЦД 2 типу, n=11	
АсАТ, Од/л	18,91 $\pm$ 5,89	22,51 $\pm$ 7,05	
АлАТ, Од/л	26,6 $\pm$ 7,55	20,32 $\pm$ 6,85	
АсАТ/АлАТ	0,66 $\pm$ 0,02	1,17 $\pm$ 0,10	<0,001
Білірубін, мкмоль/л	11,46 $\pm$ 0,8	15,37 $\pm$ 1,32	<0,05
Тимолова проба, Од.дн	3,53 $\pm$ 0,56	2,71 $\pm$ 0,43	

Примітка. p – значущість розходжень при порівнянні показників серед обстежених груп хворих за t-критерієм Ст'юдента

Виявлені зворотні кореляційні зв'язки між рівнями показників Mg та HbA_{1c} як у хворих на ЦД 2 типу з НАЖХП так і без неї ($r=0,457$, $p<0,05$ та $r=0,34$, $p<0,1$, відповідно). Також був виявлений прямий кореляційний взаємозв'язок показників вітаміну D, Ca, Ca⁺⁺ з коефіцієнтом де Рітца ($r=0,358$, $p<0,05$; $r=0,366$, $p<0,05$ та $r=0,296$, $p<0,1$, відповідно).

Висновки

1. Середній рівень Mg в цілому по групі обстежених хворих був в межах референтних значень, тоді як його нестача виявлена у групі пацієнтів з ЦД 2 типу в поєднанні з НАЖХП, а у групі пацієнтів з ЦД 2 типу без НАЖХП він наближався до нормативних значень.

2. В обох групах пацієнтів виявлено дефіцит вітаміну D, при цьому показники рівня Ca були в діапазоні норми, а показник Ca⁺⁺ – знижений.

3. Встановлено статистично значуще підвищення рівнів: ЗХС, КА, ХС ЛПДНЩ та β -ЛП у хворих на ЦД 2 типу з НАЖХП в порівнянні з групою хворих на ЦД 2 типу без НАЖХП.

4. Доведені більш виразні прояви запалення тканини печінки за даними коефіцієнта де Рітца і відсутність даних змін у хворих без патології печінки.

5. Виявлена зворотня кореляційна залежність між рівнями вітаміну D і HbA_{1c}, що свідчить про взаємозв'язок рівня вітаміну D з вуглеводним обміном у хворих на ЦД 2 типу.

6. Встановлено, що у хворих на ЦД 2 типу з супутньою НАЖХП зниження рівня вітаміну D поєднується зі зниженням рівня магнію і кальцію іонізованого.

7. Виявлено пряму кореляційну залежність показників вітаміну D, Ca, Ca⁺⁺ з коефіцієнтом де Рітца ($r=0,358$, $p<0,05$; $r=0,366$, $p<0,05$ та $r=0,296$, $p<0,1$, відповідно), що засвідчує тісний взаємозв'язок вітаміна D та Ca, Ca⁺⁺ з функціональним станом печінки.

Список літератури

1. Остеопороз ; под ред. О. М. Лесняк, Л. И. Беневоленской. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 272 с.

2. Prevalence of osteoporosis by educational level in a cohort of postmenopausal women / M. Varenna, L. Binelli, F. Zucchi et al. *Osteoporos Int.* 1999. Vol. 9. P. 236-241.

3. Zofkova I., Nemcikova P., Matucha P. Trace elements and bone health. *Clin Chem Lab Med.* 2013. Vol. 51, № 8. P. 1555-1561.

4. Башкірова Л. М. Біологічна роль деяких есенціальних макро- та мікроелементів. *Ліки України.* 2006. № 3. С. 59-64.

5. Ребров В. Г., Громова О. А. Витамини, макро- та мікроелементи : Руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 960 с.

6. Балаболкин М. И., Клебанова Е. М. Витаминно-минеральные комплексы в комплексной терапии сахарного диабета и его сосудистых осложнений. *Клин. эндокринология.* 2008. № 2. С. 13-19.

7. Седов К. Р., Бобовская А. Г. Уровень некоторых элементов в крови больных сахарным диабетом. *Тер. архив.* 2007. Т. 50, № 11. С. 56-59

8. Тронько М. Д., Щербак О. В. Мікроелементи в ендокринології. *Аспекти фармакології.* 2009. № 10. С. 1-6.

9. Корпачев В. В., Корпачева О. В., Гурина Н. М. Комплекс «Доппельгерц актив. Витамини для диабетиков» для поддержания оптимального баланса витаминов и минералов у больных сахарным диабетом. *Український медичний часопис.* 2013. № 1 (93). С. 29-34

10. Schaafsma A., de Vries P. J., Saris W. H. Delay of natural bone loss by higher intakes of specific minerals and vitamins. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2001. Vol. 41, № 4. P. 225-249.

11. Bone formation controlled by biologically relevant inorganic ions: role and controlled delivery from phosphate-based glasses / N. J. Lakhkar, I. H. Lee, H. W. Kim et al. *Adv Drug Deliv Rev.* 2013. Vol. 65, № 4. P. 405-420.

12. Особенности коррекции витаминного и минерального статуса у больных сахарным диабетом / О. А. Громова, О. А. Лиманова, Т. Р. Гришина и др. Поликлиника. 2007. № 2. С. 40.

13. Intracellular magnesium of obese and type 2 diabetes

mellitus children / J. Takaya, F. Yamato, Y. Kuroyanagi et al. *Diabetes Ther.* 2010. Vol. 1, № 1. P. 132-137.

14. Influence of magnesium status and magnesium intake on the blood glucose control in patients with type 2 diabetes / C. H. Sales, L. F. Pedrosa, J. G. Lima et al. *Clin. Nutr.* 2011. Vol. 30, № 3. P. 359-364.

15. Barbagallo M., Dominguez L. J. Magnesium metabolism in type 2 diabetes mellitus, metabolic syndrome and insulin resistance. *Arch Biochem Biophys.* 2007. Vol. 458. P. 40-47.

16. Инсулиновая резистентность и роль гормонов жировой ткани в развитии сахарного диабета : пособие для врачей / И. И. Дедов, М. И. Балаболкин, Г. Г. Мамаева и соавт., 2005. Москва, 2005. 88 с.

17. Chaudhary D. P., Sharma R., Bansal D. D. Implications of magnesium deficiency in type 2 diabetes: a review. *Biol Trace Elem Res.* 2010. Vol. 134, № 2. P. 119-129.

18. De Francisco A. L., Rodriguez M. Magnesium – its role in CKD. *Nefrologia.* 2013. Vol. 33, № 3. P. 389-399.

19. Городецкий В. В., Талибов О. Б. Препараты магния в медицинской практике. Малая энциклопедия магния. М.: Медпрактика; 2003. 41 с.

20. Торшин И. Ю., Громова О. А. Молекулярные механизмы дефицита магния в недифференцированной дисплазии соединительной ткани. *Росс. мед. журнал.* 2008, № 2, С. 62-67.

21. Swaminathan R. Nutritional factors in osteoporosis. *Int J Clin Pract.* 1999. Vol. 53, № 7. P. 540.

22. Parlier R., Hioco D., Leblanc R. Metabolism of magnesium and its relation to that of calcium. I. Apropos of a study of magnesium balance in the normal man, in osteopathies and nephropathies. *Rev Fr Endocrinol Clin.* 1963. Vol. 4. P. 93-135.

23. Rude R. K., Olerich M. Magnesium deficiency: possible role in osteoporosis associated with gluten sensitive enteropathy. *Osteoporosis Int.* 1996. Vol. 6. P. 453-461.

24. Seeling M. S. Interrelationship of magnesium and estrogen in cardio vascular and bone disorders, eclampsia, and premenstrual syndrome. *J. Am. Coll. Nutr.* 1993. Vol. 12. P. 442-458.

25. Святков И. С., Шилов А. М. Магний – природный антагонист кальция. Клиническая медицина. 1996. № 3. С. 54-56.

26. New S. A., Robins S., Cambele M. Dietary influence on bone mass and bone metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000. Vol. 71. P. 142-151.

27. Iannello S., Belfiore F. Hypomagnesemia. A review of pathophysiological, clinical and therapeutical aspects. *Panminerva Med.* 2001. Vol. 43, № 3. P. 177-209.

28. Межевитинова Е. А., Акопян А. Н. Магнийдефицитные состояния в гинекологической

практике: клиническая оценка и методы коррекции. Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2007 № 6 (4). С. 91-99.

29. О диагностике дефицита магния. Ч. 1 / О. А. Громова, О. Г. Калачева, И. Ю. Торшин и соавт. Архив внутренней медицины. 2014. № 2 (16). С. 5-10.

30. Громова О. А., Торшин И. Ю., Юргель И. С. Ретроспектива фармакокинетических исследований магниевых препаратов. Трудный пациент. 2009. Т. 7. № 6-7. С. 42-46.

31. Dasgupta A., Sarma D., Saikia U. K. Hypomagnesemia in type 2 diabetes mellitus. *Indian J Endocrinol Metab.* 2012. Vol. 16, № 6. P. 1000-1003.

32. Hypomagnesemia in patients with type 2 diabetes / P. C. Pham, P. M. Pham, S. V. Pham, J. M. Miller et al. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007. Vol. 2, № 2. P. 366-373.

33. Magnesium intake and risk of type 2 diabetes in men and women / R. Lopez-Ridaura, W. C. Willett, E. B. Rimm et al. *Diabetes Care.* 2004. Vol. 27, № 1. P. 134-140.

34. Dietary magnesium intake in relation to plasma insulin levels and risk of type 2 diabetes in women / Y. Song, J. E. Manson, J. E. Buring et al. *Diabetes Care.* 2004. Vol. 27, № 1. P. 59-65.

35. Larsson S. C., Wolk A. Magnesium intake and risk of type 2 diabetes: a meta-analysis. *J Intern Med.* 2007. Vol. 262, № 2. P. 208-214.

36. Magnesium intake and risk of type 2 diabetes: meta-analysis of prospective cohort studies / J. Y. Dong, P. Xun, K. He, L. Q. Qin. *Diabetes Care.* 2011. Vol. 34, № 9. P. 2116-2222.

37. Tong G. M., Rude R. K. Magnesium deficiency in critical illness. *J. Intensive Care Med.* 2005. Vol. 20, № 1. P. 3-17.

38. Diabetic neuropathies: a statement by the American Diabetes Association / A. J. Boulton, A. I. Vinik, J. C. Arezzo, V. Bril et al. *Diabetes Care.* 2005. Vol. 28, № 4. P. 956-962.

39. Полунина Т. Е. Неалкогольная жировая болезнь печени. Consilium Medicum. Гастроэнтерология. 2012. № 1. С. 36-45.

40. Association of polymorphisms of glutamate-cystein ligase and microsomal triglyceride transfer protein genes in non-alcoholic fatty liver disease / O. Souza, S. Tadeu, A. Cavaleiro. *J. of Gastroenterology and Hepatology.* 2010. Vol. 25. P. 357-361.

41. Endocrine Society. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline / M. F. Holick, N. C. Binkley, H. A. Bischoff-Ferrari et al. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011. Vol. 96, № 7. p. 1911-1930.

Красносельский Н.В.

доктор медицинских наук, профессор, директор
ГУ «Институт медицинской радиологии имени С.П. Григорьева
Национальной Академии медицинских наук Украины»

Krasnoselskyi N.V.

doctor of Medical Sciences, professor, director of the
State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology NAMS National Academy of Sciences of
Ukraine»,

Крутько Е.Н.

доктор медицинских наук,
заведующий отделением анестезиологии и реанимации
ГУ «Институт медицинской радиологии имени С.П. Григорьева
Национальной Академии медицинских наук Украины»

Krutko Y.N.

doctor of Medical Sciences,
head of the Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine of the
State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology NAMS
National Academy of Sciences of Ukraine »

МЕЗЕНТЕРИАЛЬНЫЙ ДИСТРЕС СИНДРОМ ПРИ ЭНТЕРАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ОНКОБОЛЬНЫХ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ MESENTERIC DISTRESS SYNDROME WITH ENTERAL INSUFFICIENCY IN CANCER PATIENTS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD

Аннотация.

Клинико-экспериментальное исследование посвящено изучению регионарного висцерального кровотока и микроциркуляции в динамике энтеральной недостаточности. Использован метод селективной мезентерикокиноангиографии (ангиограф «Тридорос – 5 с»). Установлено, что основным патогенетическим проявлением кишечной недостаточности явилось прогрессивное снижение объёмной мезентериальной циркуляции, артериальный спазм брыжеечного русла, артериовенозное шунтирование, увеличение продолжительности артериолярной и венозной ангиографических фаз. Причиной нарушения циркуляции явился симпатoadреналовый фон с высокой гиперсекрецией катехоламинов, обуславливающих ангиоспазм. Ишемический фактор оказался причиной нарушения метаболизма и эндогенного синдрома интоксикации.

Перспектива улучшения исходов при лечении кишечной недостаточности заключается в целенаправленной превентивной коррекции регионарной гемодинамики и микроциркуляции назначением аденолитических и симпатолитических препаратов. Предварительные результаты достоверно указывают на целесообразность своевременного устранения микроциркуляторных нарушений в корригирующих мероприятиях.

Больные после устранения источника перитонита должны оставаться контингентом интенсивной терапии.

Ключевые слова: энтеральная недостаточность, мезентериальный дистресс-синдром.

Summary.

Clinical and experimental research dedicated to the study of the regional visceral blood flow and microcirculation in the dynamics of peritonitis. The method of selective mesentericokinoangiography (angiograph "Tridoros - 5c"). Was found that the major pathogenetic manifestation of peritonitis was a progressive decrease in the volume of mesenteric circulation, mesenteric arterial spasm, arteriovenous shunting, prolongation of arteriolar and venous angiography phases. The cause of disorders of the circulation was sympathoadrenal background with high catecholamine hypersecretion, causing the vasospasm. Ischemic factor was found to cause metabolic disorders and endogenous intoxication syndrome.

The prospect of improving outcomes in the treatment of peritonitis is targeted preventive correction of regional hemodynamics and microcirculation with adenoletic and sympatholytic drugs. Preliminary results significantly indicating the expediency of the timely correction of disorders of microcirculation.

Patients with peritonitis after removing the source must remain contingent of intensive care service.

Key words: enteral insufficiency, mesenteric distress syndrome.

Актуальность.

Летальность при энтеральной недостаточности по мере ее степени тяжести неизменно подчеркивает острейшую актуальность проблемы, решение которой многие десятилетия остаётся сомнительной [1]. В нашем понимании энтеральная недостаточность – это

патологический процесс в кишечной стенке сопровождающийся общими в виде компенсированных, субкомпенсированных или декомпенсированных нарушениями гомеостаза. Естественно, в этих случаях интегральным для патологического процесса является интоксикация [2,4]. Эффективность лечебных

мероприятий, как известно, пропорциональна адекватности устранения причин и воздействия на звенья патогенеза. При этом важно дифференцировать эти мероприятия на следственные, т.е. направляемые на восполнение последствий патологического процесса, и причинные – мероприятия по устранению причин, вызвавших эти нарушения. Дифференцировка причины и следственных патогенетических звеньев очень важна, поскольку обосновывает приоритетность лечебных мероприятий, хотя оценка последовательности и взаимосвязи звеньев достаточно сложна, ибо требует патофизиологической интерпретации. Примерами могут служить последовательность развития гиповолемии, механизмы микроциркуляторных нарушений [3,6].

К сожалению, многие десятилетия разрабатываемые лечебные мероприятия строятся, исходя из патофизиологических концепций полувекковой давности, что впоследствии проявляется неэффективностью таких «основополагающих» методов, как внутрибрюшной диализ, форсированный диурез, способы антибиотикотерапии и др [5]. Выявляемая со временем посредственность многих методов «обосновывает» новые предложения, однако с сомнительным эффектом.

Как известно, проблему энтеральной недостаточности обуславливают генерализованные формы с характерным синдромом прогрессирующей интоксикации и нарушениями многих звеньев гомеостаза. Стабильно высокую летальность при энтеральной недостаточности тяжелой степени формируют недостаточно полное представление патогенеза заболевания, звенья которого остаются вне коррекции, неэффективность мероприятий по устранению интоксикации, стремление чисто хирургическими средствами решать проблему энтеральной недостаточности [8,10]. Перспектива же улучшения видится в двух направлениях: решении вопросов организационно-методического характера, предусматривающих своевременность начала интенсивной терапии таких больных и выполнении оперативных вмешательств в условиях сохранения организмом своей резистентности. Сразу следует отметить эфимерность этого направления, ибо оно включает невысокие социальные критерии пациента, дефекты медицинского обслуживания, негативную роль так называемого «человеческого фактора».

Вторым же условием улучшения исходов – расширение познаний в изучении патогенеза энтеральной недостаточности, выяснение основных звеньев танатогенеза заболевания. В свою очередь, это направление предусматривает и возможность переоценки взглядов, положенных в основу лечебных мероприятий [11].

Цель: на основании собственных исследований и данных научной литературы – оценить основные параметры регионарного висцерального кровотока в патогенезе энтеральной недостаточности, в

надежде обосновать дополнительные корректирующие мероприятия в терапии заболевания.

Материал и методы. Исследование носило экспериментально-клинический характер и заключалось в изучении показателей висцеральной гемодинамики при энтеральной недостаточности. В эксперименте энтеральная недостаточность вызывалась путём лапаротомии и лигирования рудиментарного отростка слепой кишки с питающими его сосудами, что сопровождалось образованием некротической кисты, её деструкции и развитием перитонита. При самопроизвольном течении перитонита экспериментальные животные (кроли) в условиях круглосуточного восполнения ОЦК 5% раствором глюкозы в объёме 7–10% массы тела погибали спустя 2,7–3,5 суток. На 1, 2 и 3 сутки, что условно расценивалось как реактивная, токсическая и терминальная стадия, животным на ангиографе «Тридорос-5 С» выполнялась селективная мезентерико-киноангиография (24 кадра в сек), конец зонда Эдмана вводился через артериотомное отверстие бедренной артерии. В устье артерии в течение 1,5 сек вводилось 15–20 мл. 50% раствора урографина.

Изучаемые ангиографические параметры включали: длительность артериолярной и венозной фаз (сек), плотность паренхимы кишечной стенки, начало появления венозной фазы (эффект артериовенозного шунтирования) линейная скорость артериального кровотока (см. в сек.), наличие артериального спазма (площадь сечения мезентериальных разветвлений 1–5 порядка); по Формуле G. Ardran (1954) рассчитывалась объёмная скорость артериальной мезентериальной циркуляции.

Клинические ангиографические исследования выполнены у 33 больных в токсической стадии перитонита, которым проводилась селективная внутриартериальная терапия в послеоперационном периоде (3–5 суток), с целью контроля за стоянием клюва зонда Эдмана в устье верхней брыжеечной артерии.

Аналогичная селективная киноангиография была выполнена (эксперимент) в условиях использования вазоактивных веществ (адренолитика аминазина, симпатолитиков новокаина).

Результаты основных нарушений регионарного кровотока в динамике перитонита ангиографически проявились: прогрессирующим ангиоспазмом артериального мезентериального русла (рис. 1, 2), увеличением длительности артериальной фазы с 1–1,5 сек до 3–5 сек и более, вплоть до стаза в артериях 5–6 деления в терминальной стадии заболевания (рис. 3), сокращением времени начала венозной фазы с 3 сек. до 1,5–1 сек, что свидетельствует об активизации артериовенозного шунтирования; увеличении продолжительности венозной фазы с 3–5 сек до 13–30 сек и более; снижением объёмной мезентериальной артериальной циркуляции, как в экспериментальных, так и клинических наблюдениях (табл. 1).

Состояние объёмного брыжеечного кровотока (мл. мин.) в динамике перитонита

Стадии перитонита	Данные эксперимента	Клинические наблюдения
Норма	236 мл – 100%	504 мл – 100%
Реактивная	194 мл – 83%	464 мл – 92%
Токсическая	143 мл – 61%	352 мл – 70%
Терминальная	84 мл – 36%	241 мл – 48%

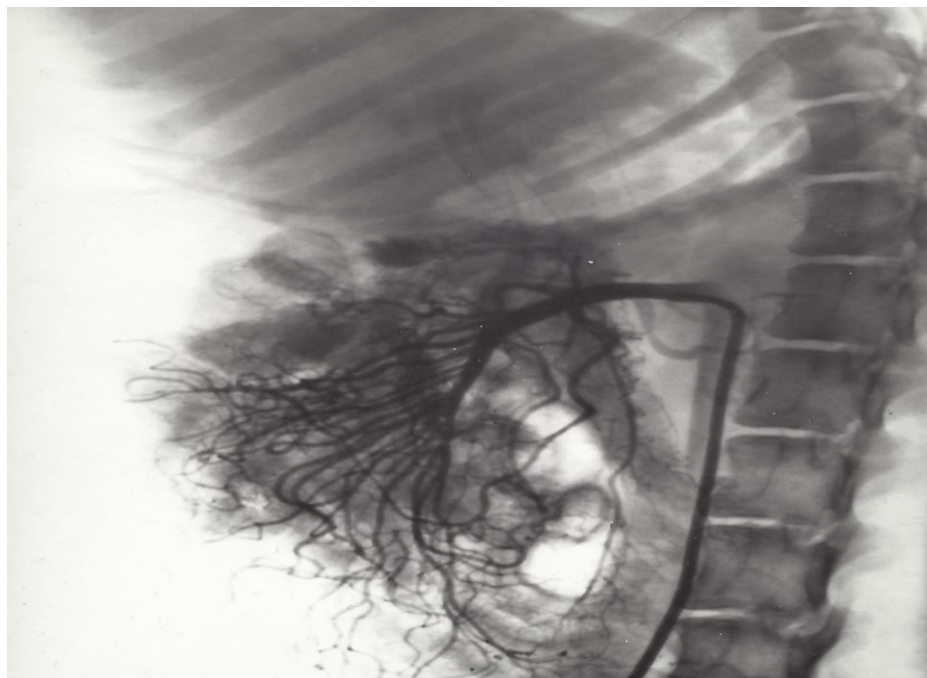


Рис. 1. Селективная мезентерикография (эксперимент) в норме. Вторая секунда введения контраста, четкий ангиографический рисунок брыжеечного русла.



Рис. 2. Селективная мезентерикография (эксперимент) в токсической стадии перитонита: значительный ангиоспазм, усиление паренхиматозной фазы, артериовенозный сброс – наличие портальной вены (вторая секунда ангиографического исследования).



Рис. 3. Селективная мезентерикография при экспериментальной паралитической кишечной непроходимости на второй секунде поступления контрастного вещества: наличие спазмированных периферических ветвей брыжеечной артерии, стаз контрастного вещества в периферических артериях, усиление паренхиматозной фазы.

Начальные нарушения кровотока и тем более микроциркуляции визуально не проявляются. В поздних стадиях они характеризуются отёком кишечной стенки, экссудацией, венозным полнокровием. Естественно, в таких случаях, дооперационная фаза ангиоспазма остаётся «за кадром», чем и объясняются трудности понимания и оценки происходящих нарушений. Лишь целенаправленная ангиоскопия позволяет констатировать отклонения: спазм артериол, отёк, агрегацию форменных элементов и др.

В наших наблюдениях экспрессия адреналина возрастает в 7–10 раз, достигая 300–700 н.мол/сут., В наших исследованиях установлено, что при произвольно протекающем экспериментальном перитоните на фоне поддержания ОЦК и введения аденолитика аминазина удаётся увеличить объёмную мезентериальную циркуляцию в первые сутки с $209 \pm 13,7$ мл. мин. до $263,4 \pm 27,1$ мл. мин., на вторые сутки – с $137,3 \pm 21,0$ мл. мин. до $258,2 \pm 24,5$ мл. мин. и на третьи сутки продолжающегося перитонита – с $92,6 \pm 6,7$ мл. мин. до $135,8 \pm 11,4$ мл. мин. У больных в токсической стадии перитонита объёмная мезентериальная циркуляция при введении аминазина повышалась с 471,0 мл. мин. до 554,3 мл. мин. Следует отметить высокую корреляцию ($r = + 0,81$) между повышением

объёмного кровотока по брыжеечной артерии и снижением концентрации катехоламинов.

Факт эффективности новокаиновых блокад – общеизвестен. Чем он обусловлен, если его действие проявляется даже на фоне неустранённой интоксикации? Скорее всего одним: увеличением регионарной циркуляции и в определённой мере – улучшением метаболизма.

Направление с акцентом целенаправленной коррекции микроциркуляторных нарушений с использованием вазоактивных препаратов при энтеральной недостаточности – достаточно новое, весьма сложное и ответственное, поскольку требует более тонкой патофизиологической интерпретации и понимания патогенеза заболевания. Важны дополнительные исследования на стыке хирургии и патофизиологии. В целом же, результаты наших исследований позволяют положительно оценить перспективу указанного направления. В группе экспериментальных исследований (42 животных) с произвольным течением перитонита длительность их жизни составила – $2,8 \pm 0,3$ суток, при общей летальности – $83,3 \pm 8,8\%$. В условиях лишь подключения аденолитика аминазина продолжительность жизни животных возрастала до 6–7 суток, причем с понижением летальности – до 50% ($p < 0,01$): рисунок 4.

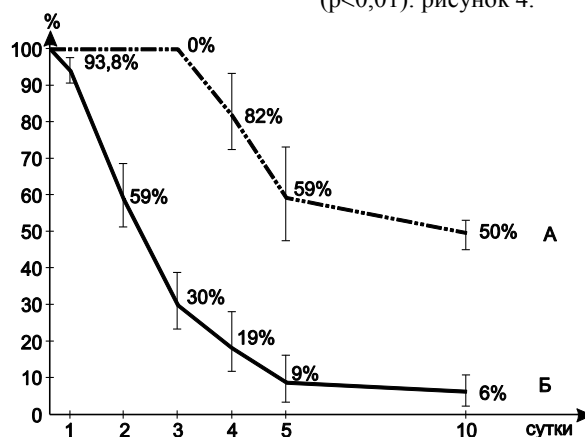


Рисунок 4. Динамика летальности при экспериментальной паралитической кишечной непроходимости с учетом использования аминазина (А) и обычной коррекции (Б)

В группе клинических исследований результаты оказались менее демонстративными: летальность при общепринятой тактике у больных с токсической стадией перитонита составила – $15,4 \pm 2,4\%$, в группе, с использованием вазоактивных веществ – $7,1 \pm 3,1\%$ ($t=1,81, 0,1 > p > 0,05$).

Выводы

1. Одна из причин высокой летальности при энтеральной недостаточности является недостаточная изученность патогенетических звеньев заболевания, как правило, не выходящая за пределы чисто инфекционных представлений, в результате чего корригирующая терапия оказывается неполноценной.

2. Энтеральная недостаточность, как любая разновидность шоковых состояний, характеризуется метаболическо-циркуляторным синдромом, снижением в результате катехолаемии и спазма регионарного кровотока в альфа-адренергических регионах (брюшная полость, почки, кожа) с развитием микроциркуляторных нарушений и метаболической интоксикации.

3. Современные корригирующие мероприятия регионарной циркуляции при энтеральной недостаточности ограничены проведением заместительной терапии без целенаправленного воздействия на её первопричину, обусловленную адрено- и симпатикотонией, в результате чего оказывается неустранимым патогенетическое звено микроциркуляторных нарушений.

4. Патогенетически обоснованным является устранение нейровегетативного фона назначением адрено- и симпатолитических препаратов, снижающих выработку катехоламинов, устраняющих ангиоспазм, восстанавливающих микроциркуляцию и метаболизм.

5. Больные с энтеральной недостаточностью и синдромом интоксикации являются контингентом реанимационной службы, поскольку чисто хирургические мероприятия не способны устранять полиорганную недостаточность. Коррекция микроциркуляторных нарушений должна носить превентивный характер, не допуская необратимых сдвигов в метаболизме.

6. Предварительная оценка использования сосудисто-активных веществ при кишечной недостаточности свидетельствует о достоверном снижении летальности экспериментальных животных (с

$83,3\%$ до $50,0\%$) и увеличении их продолжительности жизни с 2,7 до 7–8 суток, как и определённом улучшении исходов в клинической практике ($t=1,81, 0,1 > p > 0,05$).

Список литературы

1. Костюченко А.Л., Костин Э.Д., Курыгин А.А. Энтеральное искусственное питание в интенсивной медицине. – СПб.: Спец. Лит., 1996. – 330 с.
2. Мальцева Л.А., Усенко Л.В., Мосенцев Н.Ф., и др. Гастроинтестинальная недостаточность, пути диагностики и коррекции. – Днепропетровск, 2006. – 130 с.
3. Курапов Е.П., Ворхлик М.И. Современные проблемы энтерального питания. Когда? Чем? Сколько? // *Medicus Amicus*. – 2004. - № 4. – С.4.
4. Попова Т.С., Тамазишвили Т.Ш., Шестопалов А.Е. Синдром кишечной недостаточности в хирургии. – М.: Медицина, 2001. – 240 с.
5. Луфт В.М., Костюченко А.Л., Луфт А.В. Роль энтерального питания в нутриционной поддержке больных в хирургической практике // *Вестн. хирургии им. Грекова И.И.* – 2002. – Т. 160, № 6. – С. 87-91.
6. Bengmark S., Gianotti L. Nutritional support to prevent and treat multiple organ failure // *World J. Surg.* – 1996. - № 20. – P. 474-481.
7. Meyers J.S., Ehrenpreis E.D., Craig R.M. Small intestinal bacterial overgrowth syndrome // *Current treatment options in gastroenterology*. - 2011. - Vol.4, №1. - P. 7-14. Stocker R., Habertur C, Burgi U. Early enteral nutrition in the critically ill // *Curr. Opin. Crit. Care*. - 2009. - Vol. 3. - P. 145-148.
8. Suchner U., Senftleben U., Eckart T. et al. Enteral versus parenteral nutrition: Effects on gastrointestinal function and metabolism // *Nutrition*. - 2016. - Vol. 12, №1. - P. 13-22.
9. Suchner U., Senftleben U., Felbinger T.W. Immunfunktion und organver-sagen: Immunomodulation durch Ernahrungssubstrate - "update" // *Anaesthesist* - 2010. - №49, P. 460-465.
10. Uil J.J., van Elburg R.M., van Overbeek F.M. et al. Follow-up of treated coeliac patients: Sugar absorption test and intestinal biopsies compared // *Europ. J. Gastroenterol. Hepatol.* - 2006. - Vol. 8, №3. - P. 219-223.
11. Unno N., Fink M.P. Intestinal epithelial hyperpermeability: Mechanisms and relevance to disease // *Gastroenterol. Clin. North*, №2. - 2014 P. 289-307.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

A. Dudnik

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

O. Cholishkina

*Candidate of Technical Sciences
Dean of the Faculty of Computer Information Technologies
Interregional Academy of Personnel Management*

Yu. Bondarenko

*post-graduate student of the department of computer multimedia technologies
National Aviation University*

Дуднік Андрій Сергійович

*кандидат технічних наук, доцент
доцент кафедри мережеских та інтернет технологій
Київський національний університет ім. Т. Шевченка*

Чолишкіна Ольга Геннадіївна

*кандидат технічних наук
декан факультету комп'ютерно-інформаційних технологій
Міжрегіональна академія управління персоналом*

Бондаренко Юрій Вікторович

*аспірант кафедри комп'ютерних мультимедійних технологій
Національний авіаційний університет*

METHOD OF DEVICES WIRELESS SENSOR NETWORKS AND MOTION SENSORS FOR MILITARY PURPOSES МЕТОД ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ БЕЗПРОВОДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ТА ДАТЧИКІВ РУХУ У ВІЙСЬКОВИХ ЦІЛЯХ

Summary: At present, wireless sensor networks are an important tool for researching the physical world. Their importance is connected with new possibilities of use, due to such characteristics of the BSM, as the lack of the need for cable infrastructure, miniature nodes, low power consumption, built-in radio interface, high enough computing power, relatively low cost. All this made possible their widespread use in many spheres of human activity in order to automate the processes of information gathering, monitoring, control of the characteristics of various technical and natural objects. Military collisions often represent areas of uncertain reception or insufficient immunity. This is affected by physical impediments (surface relief and military equipment), and radio frequency (means of electronic warfare of the opponent, etc.). The purpose of this article is an attempt to apply the method of improving the security and quality of wireless data transmission in uncertain reception areas or with insufficient noise immunity in the territories military clash, based on its detail. The object of this study is the components of the wireless sensor network, which can be deployed on the collision line. The problem area of this network is the sensor module, which depends on the limitation of the power supply of the battery, which in turn affects the impedance of its data transmission, due to limit the power of its signal.

Анотація: На даний момент безпроводові сенсорні мережі є важливим інструментом дослідження фізичного світу. Їх важливість пов'язана з новими можливостями використання, що обумовлені такими характеристиками БСМ, як відсутність необхідності у кабельній інфраструктурі, мініатюрність вузлів, низьке споживання електроенергії, вбудований радіоінтерфейс, досить висока обчислювальна здатність, порівняно невелика вартість. Все це зробило можливим їх широке застосування у багатьох сферах людської діяльності з метою автоматизації процесів збору інформації, моніторингу, контролю характеристик різноманітних технічних та природних об'єктів.

Постановка проблеми. Зони військового зіткнення часто являються територіями невпевненого прийому, або з недостатньою завадостійкістю. На це впливають фізичні завади (рельєф поверхні та військова техніка), та радіочастотні (засоби радіоелектронної боротьби противника та інші).

Аналіз останніх досліджень. Визначення локалізації системи серед вузлів є однією з необхідних передумов, для того, щоб зробити функціональну БСМ. Проблема локалізації полягає у визначенні фізичного місця розташування (наприклад,

широта, довгота і висота) об'єкта, який визначається. Таке завдання є дуже важливим і актуальним, що стосується таких областей, як робототехніка, однорангових мереж, безпроводних сенсорних мереж, стільникового зв'язку, військової, авіаційної та астрономії.

Питанням дослідження інформаційно-вимірних систем, в тому числі і дослідженням технологій моделювання, управління і взаємодії комп'ютеризованих систем вимірювання механічних величин, присвячено роботи сучасних вчених

Кваснікова В. П. [1, 2], Орнад-ського Д. П. [2, 3], Осмоловського А.І. [3], а також роботи Akyildiz I.F. [4], Boukerche A. [5, 6], Brooks R.R. [7], Hofmann-Wellenho B. [8], Intanagonwiwat C. [9], Niculescu D. [10], Priyantha N. [11], Savvides A. [12], Yu Y. [13] та ін.

У роботі [1], пропонується використовувати Інтернет для управління вимірювальною головою, але в аналізі та корегуванні результатів вимірювання, Інтернет участі не бере. В роботі [3], йдеться про корекцію похибок вимірювання через інформаційно-вимірювальну систему, але пропонується використовувати кабельний зв'язок.

В даній статті пропонується розглянути сенсорні мережі, як різновид комп'ютеризованих систем вимірювання механічних величин, на прикладі виявлення рухомих об'єктів у зонах військового зіткнення. Пропонується описати математичну постановку даної задачі, а також сформулювати основні визначення елементів системи.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проблемною є адаптація сенсорних мереж до вирішення надзвичайно широкого

спектру завдань. Зокрема одним з основних застосувань сенсорних мереж є створення різних систем моніторингу і контролю, зокрема і у військовій сфері. Слід чекати, що в недалекому майбутньому сенсорні мережі займуть значно ширшу нішу серед наявних телекомунікаційних технологій, які використовують безпроводний радіозв'язок.

Метою даної статті являється спроба практичного застосування методу покращення безпеки та якості бездротового передавання даних в зонах невпевненого прийому або з недостатньою завадостійкістю, на територіях військового зіткнення, представленого в роботах [14, 15], на основі його деталізації.

Об'єктом даного дослідження є складові частини безпроводної сенсорної мережі, що може бути розгорнута на лінії зіткнення. Проблемним місцем цієї мережі є сенсорний модуль, що залежить від обмеження енергетичного запасу елемента живлення, що в свою чергу впливає на завадостійкість його передачі даних, через обмеження потужності його сигналу. На рис. 1 зображена спрощена модель транспортної системи передачі даних сенсорних мереж між 2 окремо взятими пристроями мережі.

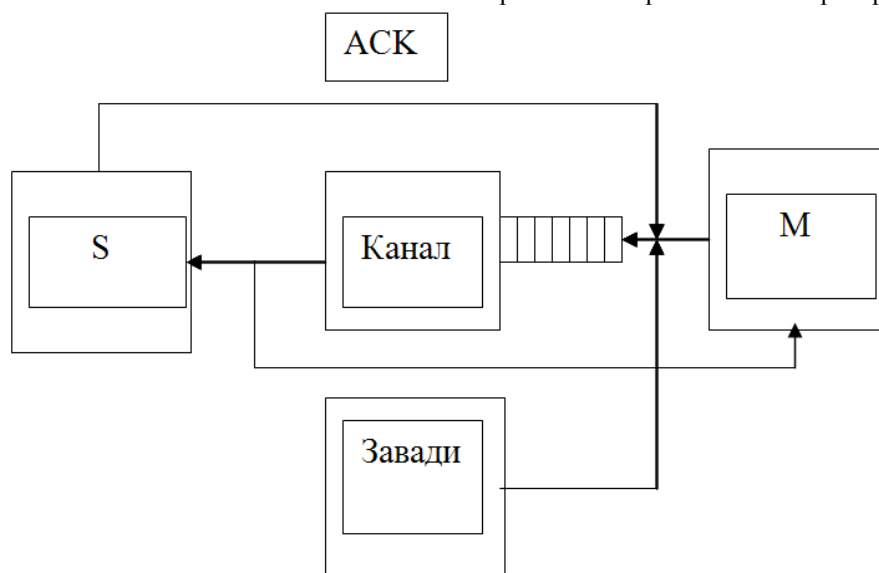


Рис. 1. Концептуальна модель фрагменту транспортної системи безпроводної сенсорної мережі: S – підлеглий одноканальний пристрій (slave); М – головний багатоканальний магістральний пристрій (master)

Модель працює наступним чином. По команді головного пристрою, підлеглий передає дані про свою відстань від сусідніх пристроїв, через безпроводний канал, на який впливають різного роду

завади. Дана схема є досить спрощеною, адже між основним та підлеглим пристроєм може бути ще кілька головних, або підлеглих, як показано на рис. 2.

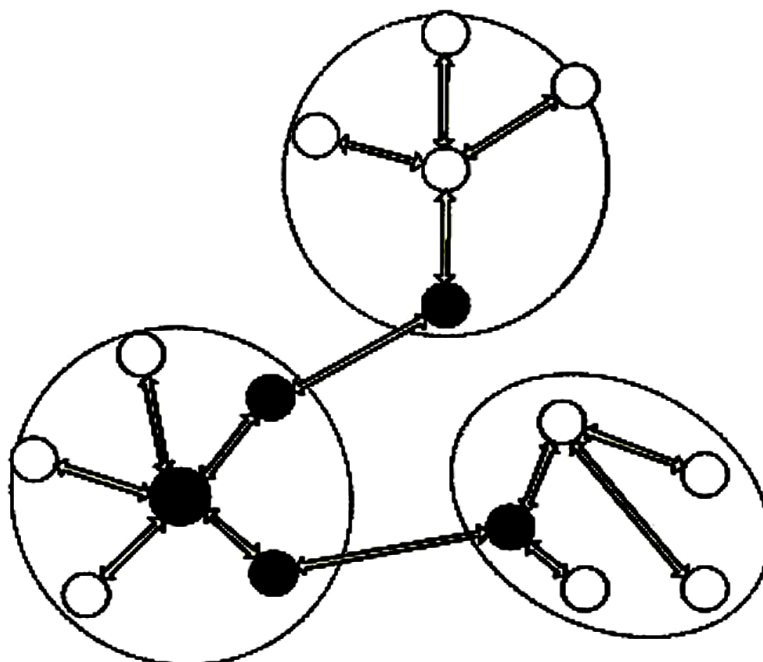


Рис. 2. Варіант топології сенсорних мереж: головні пристрої зафарбовані

На території з невпевненим прийомом, часто виникають помилки при передачі даних та сигналів, після чого отримувачем здійснюється запит на повторну передачу та повторна передача відправником. Імовірність того, що повторна передача буде мати такий же результат, теж досить велика. Що спричиняє велику надлишковість сигналів.

У зонах військового зіткнення надлишковість сигналів у радіоефірі носить негативний характер з двох причин:

- при збільшенні кількості сигналів, зростає імовірність їх перехоплення стороною противника;
- дані сигнали створюють перешкоди для інших сеансів зв'язку між своїми підрозділами.

Пропонується для практичної реалізації ідеї переформатування складу функцій міжрівневої взаємодії мережевого і фізичного рівнів ввести в структурну схему, що має модель взаємодії при передачі:

фізичний $\leftarrow$ каналний $\leftarrow$ мережевий,
та при прийомі:

фізичний $\rightarrow$ каналний $\rightarrow$ мережевий,
пристрою безпроводового передавання даних елемент зв'язку (зворотного зв'язку) між додатками фізичного та мережевого рівнів Еталонної моделі OSI/ISO.

Саме з цієї причини в існуючу структурну схему пристрою безпроводового зв'язку вводиться аналізатор якості сигналу 5 на рис. 1 [16]. Що повинно виправити недоліки класичної схеми.

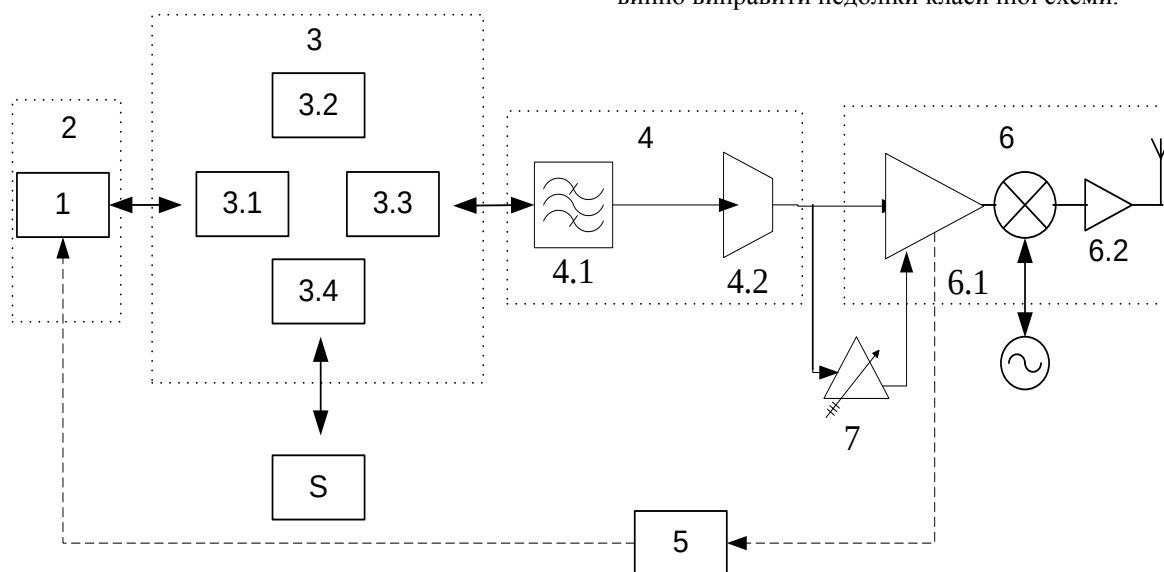


Рис. 1. Структурна схема пристрою передавання даних в безпроводових мережах з системою підвищення якості роботи в зонах невпевненого прийому

При побудові пристрою, блоки розбито на модулі, згідно їхньої належності до того чи іншого рівня еталонної моделі.

Пристрій в цілому має модульну структуру, містить керуючий блок 1, що є частиною NMS, модуль мережевого рівня 2, модуль підрівня LLC канального рівня 3, блоку хост інтерфейсу 3.1, мікроконтролера 3.2, блоку додатку прийомо/передавача 3.3, блоку шинного інтерфейсу 3.4, пам'яті S, модулю підрівня MAC рівня 4, контролера смуги частот 4.1, радіочастотного прийомо/передавача 4.2, аналізатора сигналу 5, модуля фізичного рівня 6, інтерфейсу фізичного рівня 6.1, антени 6.2., блоку автоматичного налаштування частоти 7.

Далі наводиться опис роботи даного пристрою. Керуючий блок 1, надсилає команду про відправку пакета та сам пакет на модуль 2, підрівень LLC.

В модулі підрівня LLC через блок хост інтерфейсу 3.1, пройшовши відповідні перетворення, за допомогою додатків даного модуля, пакет стає фреймом. Після чого вбудований мікроконтролер 3.2 передає фрейм до блоку додатку прийомо/передавача 3.3 та через блок шинного інтерфейсу 2.4 записує дані про стан передавання до пам'яті S, де вони ще певний час зберігаються. Блок додатку прийомо/передавача 3.3 спрямовує фрейм до модуля підрівня 4.

В модулі підрівня MAC контролер смуги частот 4.1 підбирає для даного фрейму оптимальний діапазон частот, та спрямовує фрейм до радіочастотного прийомо/передавача 4.2. В даному модулі відбувається як перетворення фрейму у електромагнітні коливання та їх модуляція відповідно до вмісту фрейму. Після цього коливання передаються

до модулю фізичного рівня 6, а інформація про підібраний блоком 4.1 діапазон частот передається до блоку автоматичного налаштування частоти 7.

Блок 6.1 модулю фізичного рівня накладає електромагнітні коливання на частоту, яка налаштовується блоком 7. Коливання спрямовуються до антени 6.2, яка передає сигнал до радіоєфіру.

Аналізатор сигналу 5 постійно відстежує інформацію про стан передавання даних. Він відсилає відповідні запити до інтерфейсу фізичного рівня 6.1 та отримує від нього інформацію про стан передавання даних. Інформацію про стан передавання даних аналізатор сигналу 5 передає до керуючого пристрою 1, після чого відбувається прийняття рішення про зміну умов передавання даних за необхідністю. Під прийняттям рішень розуміється очікування покращення стану якості сигналу (за правилами алгоритму) або збільшення його потужності.

До мережі з таким методом передачі даних можна приєднати датчики руху, що визначають проникнення людини через лінію розмежування. ІЧ-пасивні датчики, звані також оптико-електронними, відносяться до класу детекторів руху і реагують на теплове випромінювання руху людини.

Принцип дії цих датчиків заснований на реєстрації зміни в часі різниці між інтенсивністю ІЧ випромінювання від людини і фоновому тепловому випромінюванню. В даний час ІЧ-пасивні датчики є найпопулярнішими, вони становлять невід'ємний елемент охоронної системи практично кожного об'єкта.

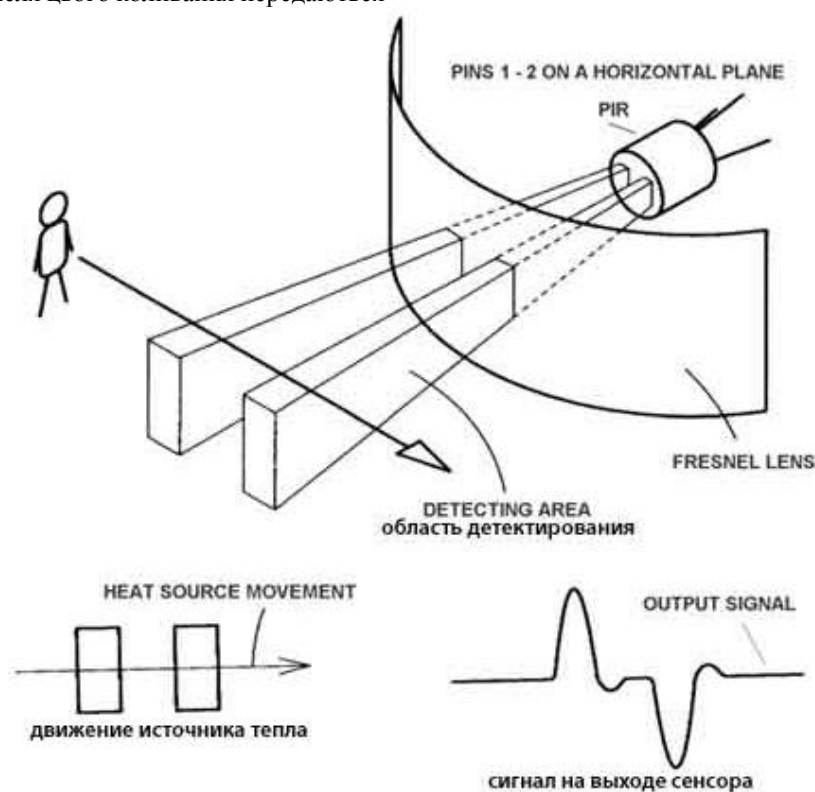


Рис. 2 Інфрачервоний датчик руху (проникнення за лінію розмежування)

Для того щоб порушник був виявлений ІЧ-пасивним датчиком, необхідне виконання наступних умов [17]:

- порушник повинен перетнути в поперечному напрямку промінь зони чутливості датчика;
- рух порушника має відбуватися в певному інтервалі швидкостей;
- чутливість датчика повинна бути достатньою для реєстрації різниці температур поверхні тіла порушника (з урахуванням впливу його одягу) і фону (стіни, підлоги).

ІЧ-пасивні датчики складаються з трьох основних елементів (рис. 2):

- оптичної системи, що формує діаграму спрямованості датчика і визначає форму і вид просторової зони чутливості;
- піроприймача, що реєструє теплове випромінювання людини;
- блоку обробки сигналів піроприймача, що виділяє сигнали, обумовлені рухом людини, на тлі перешкод природного та штучного походження.

Системи, що використовують подібні мережі, з різного роду датчиками, широко використовуються для цивільного призначення. Подібні мережі з датчиками являються складовими системи «Розумний дім», що у свою чергу може бути складовою глобальної системи «Інтернет речей».

Даний приклад перенесення технологій з цивільної сфери у військову і навпаки – є застосуванням систем подвійного призначення. Це спрощує пошук необхідних спеціалістів. Адже, цивільного інженера з обслуговування, що з якихось причин не може знайти роботу, можна буде залучити обслуговувати майже такі ж військові системи, які він вивчав у цивільному вузі і навпаки, військовий інженер після звільнення у запас зможе себе знайти у цивільному житті.

Висновки і пропозиції. Таким чином, вдалося реалізувати практично (структурна схема) ідею удосконалення технології безпроводового транспортування даних за рахунок перерозподілу, функцій міжрівневої взаємодії у сенсорних мережах, в рамках системи мережевого управління та приклад застосування такої мережі для військового призначення.

References:

1. Kvasnikov V. P. Konceptsiya povirky`koordynatno-vy`miryuval`ny`x mashyn`cherez Internet / V. P. Kvasnikov, T. M. Xaejn // Metrologiya ta pry`lady`. – 2013. – # 6. – S. 48–53.
2. Kvasnikov V.P. Sposoby` pobudovy` analogovy`x interfejsiv` informacijno-vy`miryuval`ny`x sy`stem mexanichny`x vely`chy`n / V. P. Kvasnikov, D. P. Ornats`ky`, T. P. Nichikova, I. V. Gavry`lov // Mizhnarodny`j nauko-technichny`j zhurnal «Vy`miryuval`na ta obchy`slyuval`na texnika v technologichny`x procesax». – 2013. – # 1. – S. 164–169.
3. Ornats`ky`j D. P. Analogovy`j interfejs dlya dy`stancijny`x vy`miryuvan` peremishhen` dy`ferencial`no-transformatorny`my` indukty`vny`my` datchy`kamy` / D. P. Ornats`ky`, M. V. My`xalko, O. I. Osmolovs`ky`j // Sxidno-Yevropejs`ky`j zhurnal peredovy`x tehnologij. – 2014. – # 1/2 (67). – S. 52–57.

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

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

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

7. Brooks R. R., Iyengar. S. S. Multi-Sensor Fusion: Fundamentals and Applications / R. R. Brooks, S. S. Iyengar // Prentice Hall, Englewood Cliffs. – NJ. – 2009. – P. 120.

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

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

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

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

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

13. Yu Y., Govindan R., Estrin D. Geographical and energy aware routing: A recursive data dissemination protocol for wireless sensor networks.

14. Dudnik A.S. Systema pokrashchennia bezpeky ta yakosti bezdrotovoho peredavannia danykh v zonakh nepevnenoho pryjomu abo z nedostatnoiu zavodostiikistiu / A.S. Dudnik, M.M. Yatsenko // Kompiuterni systemy ta mrezhni tekhnologii: III mizhnar. nauk.-prakt. konf., 15 – 17 chervnia 2010 r.: tezy dopov. – K., 2010. – S. 38.

15. Dudnik A.S. Sposib pidvyshchennia produktyvnosti bezprvodovykh kompiuternykh mrezh na osnovi mizhrivnevoi vzaiemodii ta prystrii dlia yoho realizatsii / A.S. Dudnyk, Ye.V. Shevtsova, O.O. Zubareva // Problemy informatyzatsii ta upravlinnia: zb. nauk. prats. – 2011. – № 4 (36). – S. 45 – 50.

16. Dudnik A.S., Shevtsova Ye.V., Yatsenko M.M., Zubareva O.O. Prystrii pidvyshchennia yakosti peredavannia danykh v bezdrotovykh mrezhakh v zonakh nepevnenoho pryjomu abo z nedostatnoiu zavodostiikistiu Pat. № 60400 Ukrainy, MPK N04V 7/005; - № u201007469; Zaiavl. 15.06.10; Opubl. 25.06.11. Biul. № 12. – 4s.

17. Andreev S. P. YK-passivnye datchyky okhrannoï syhnalyzatsyy // Materyal yz zhurnala "Spetsyalnaia Tekhnika" №2 1998 h.

МОДЕЛЬ И СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ГРАФИКА НАГРУЗКИ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Belak V. Yu.

MODEL AND CONTROL THE LOAD VIA THE INTERNET IN RURAL AREAS**Аннотация**

В статье показано, что одной из действенных мер по борьбе с хищениями электроэнергии является внедрение автоматизированных систем контроля и учета расхода (АСКУЭ). В качестве одного из вариантов реализации АСКУЭ рассматривается целесообразность применения счетчиков электроэнергии с модемом GPRS/3G/4G. Рассмотрены модели хранения и отправки данных о потреблении электроэнергии каждого потребителя энергии. Разработано устройство, удовлетворяющее требованиям предлагаемой модели. Указаны способы подключения данного устройства к любому микропроцессорному счётчику. Разработано необходимое программное обеспечение.

Ключевые слова: учёт электроэнергии, хищение, интернет.

Abstract

The article shows that one of the most effective measures to combat the theft of electricity is the introduction of automated control systems and metering (AMR). As one of variants of implementation of the AMR examines the feasibility of applying electricity meters with modem GPRS/3G/4G. Considered a model store and send data about electricity consumption of each energy consumer. A device was developed that meets the requirements of the proposed model. Shows you how to connect this device to any microprocessor-based meter. Developed the required software.

Key words: metering, theft, Internet.

1. Общие положения

В настоящее время при контроле и учёте электроэнергии существует ряд проблем, связанных с неточностью данных, получаемых со счётчиков электропотребителей (ЭП). Причиной могут быть как инструментальные погрешности измерительных приборов, так и потери при хищении электроэнергии со стороны ЭП [1]. Поэтому вопросы уменьшения потерь электроэнергии являются весьма актуальными и подкрепляются правительственными постановлениями. Так, 1 апреля 2017 года премьер-министр Российской Федерации Дмитрий Медведев распорядился: 1) внести в Госдуму законопроект, который закрепит понятие системы учёта электрической энергии (мощности), 2) наделить правительство полномочиями по утверждению состава и правил предоставления услуг интеллектуальными счётчиками. Законопроект также предусматривает, что с 1 июля 2018 года электро-сетевые организации смогут устанавливать только «умные» счётчики.

2. Хищения электроэнергии и их предотвращение

Хищения электроэнергии возникает при недостаточно хорошо организованном контроле за потребителями со стороны электроснабжающих организаций. Также причинами такого поведения ЭП можно указать повышения тарифа на электроэнергию, снижение покупательной способности населения и увеличение количества электроприёмников в связи с техническим прогрессом, которое влечёт за собой увеличение потребляемой энергии. Так как коммерческие потери, связанные с хищениями не имеют математического описания их нужно выявлять индивидуально, либо предотвращать.

Одним из важнейших мероприятий по снижению коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях, и, в частности, потерь от хищения электроэнергии, является повсеместное внедрение автоматизированных систем контроля и учета расхода (АСКУЭ).

3. Реализация наименее затратной модели АСКУЭ в сельской местности

Так как потребители сельской местности не столь плотно рассредоточены на местности как потребители городов и не у каждого энергопотребителя имеется доступ к сети интернет, а если и имеется, то является объектом частной собственности, то возникает вопрос о том, какой канал связи необходимо организовать между счётчиком электроэнергии и электроснабжающей организацией. Практически сразу в голову приходит мысль, о том, что у каждого потребителя должен быть установлен современный счётчик, с модемом GPRS/3G/4G. Однако на практике данный способ является слишком финансово затратным, поскольку для его реализации понадобится провести следующие мероприятия:

1) Заменить установленные счётчики электроэнергии на недорогие аналоги с модемом GPRS/3G/4G.

2) Согласовать и поставить условия сотрудничества с предпочитаемым оператором сотовой связи, поскольку пользоваться розничной тарифной линейкой операторов сотовой связи для таких малых объёмов передаваемых данных не является целесообразным. Также использование большого количества сим-карт потребует дополнительных соглашений.

3) Согласовать с оператором сотовой связи дополнительную перегрузку сети мобильной связи.

Схема АСКУЭ с использованием счётчиков электроэнергии со встроенным GPRS модемом приведена на рис. 1.

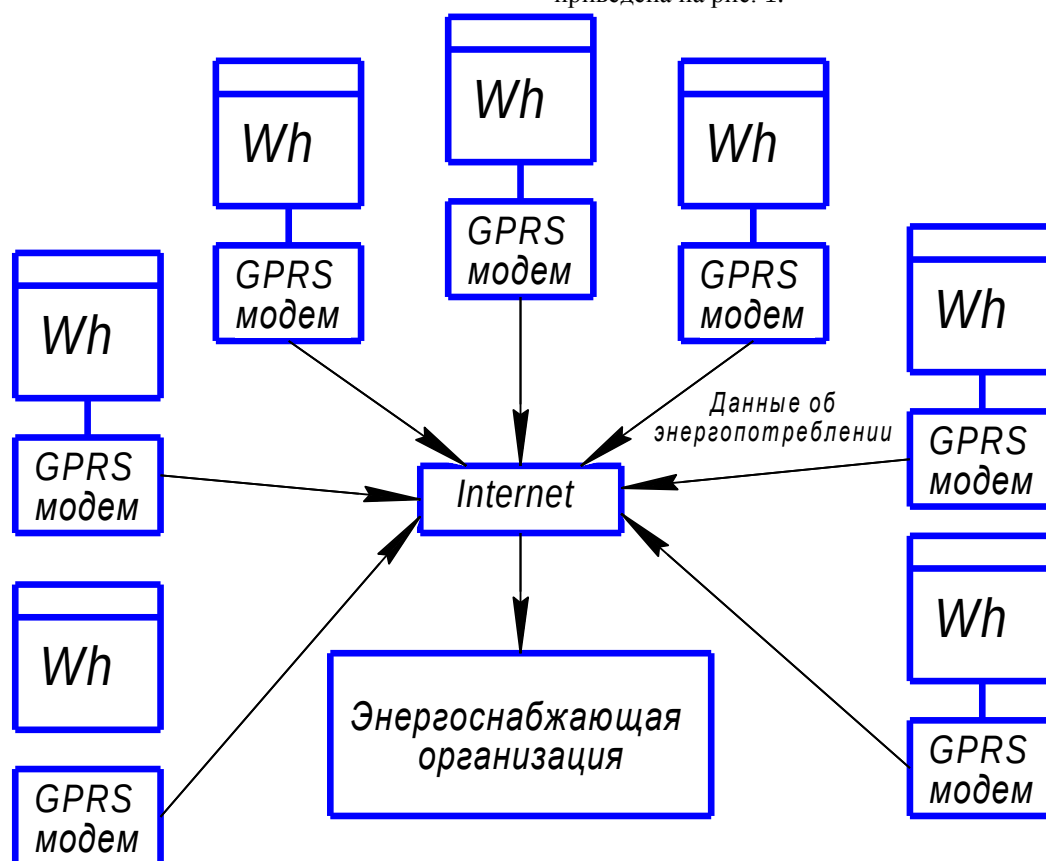


Рис.1.

Схема системы сбора данных с использованием счётчиков электроэнергии со встроенным GPRS модемом

Как видим, система выглядит вполне работоспособной, но её реализация может стоить больших капиталовложений. Поэтому далее рассмотрим вариант системы, которая позволит организовать сбор данных при меньших капиталовложениях, не используя GPRS-модем счётчика.

Поскольку не все современные счётчики электроэнергии могут хранить данные о суточных графиках нагрузки, также возникает потребность в устройстве, имеющем функцию хранения данных.

Основываясь на описанных выше соображениях, была разработана универсальная система отправки данных посредством смартфона (в качестве

которого может использоваться любая из имеющихся в наличии реализаций), на котором подключен мобильный интернет. Может использоваться как смартфон потребителя, так и работника энергоснабжающей организации, в случае если у потребителя бытового сектора смартфона нет.

Схема способа отправки данных о потреблении электроэнергии с использованием смартфона приведена на рис. 2.

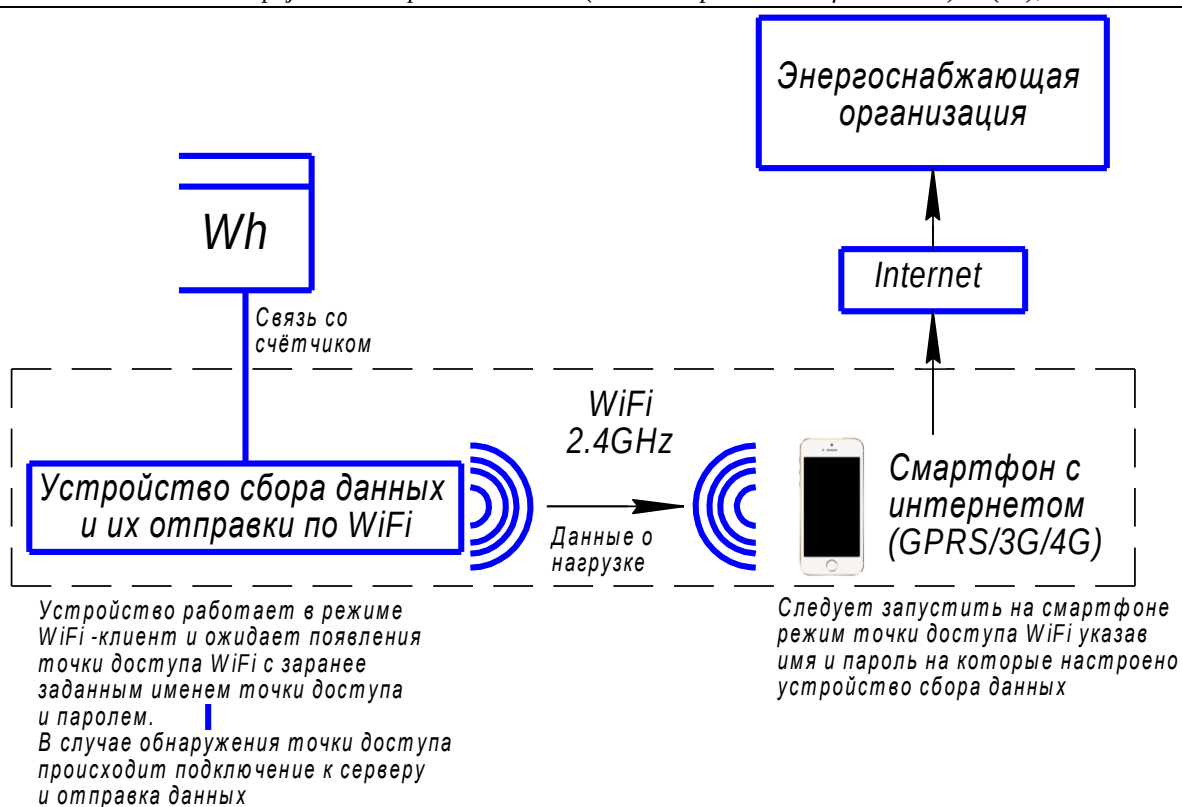


Рис.2. Схема способа отправки данных о потреблении электроэнергии с использованием смартфона

К счётчику электрической энергии подключается устройство сбора данных, способное обнаруживать точки доступа беспроводной сети Wi-Fi. Варианты подключения к счётчику могут быть разнообразными. Это может быть подключение по протоколу RS-485, оптопорту, импульсному датчику, а когда доступ к данным интерфейсам затруднителен или они отсутствуют, можно собрать простую схему преобразователя для подсчета импульсов с импульсного светодиода.

4. Разработка устройства сбора данных

В качестве прототипа устройства для сбора данных был выбран одноплатный миниатюрный компьютер (МК) Raspberry Pi 3 Model B [2 – 5].

Основными критериями в пользу его выбора послужило наличие встроенного модуля Wi-Fi, USB-выходов, контактов ввода/вывода общего назначения (GPIO) и относительно простота настройки.

МК Raspberry Pi 3 Model B работает на архитектуре ARM под управлением операционной системы семейства Linux.

Давайте рассмотрим, какими методами можно получить информацию со счётчиков, в зависимости от того, какие интерфейсы он имеет. Для работы с Raspberry Pi используем язык программирования Python.

При подключении к счётчику через RS-485 возможен контроль информации о суммарной потреблённой энергии со счётчика за определенный период времени. Для того, чтобы получить ответ от счётчика необходимо отправить запрос по серий-

ному интерфейсу. У каждого счётчика запрос отличается, он основывается на используемом им протоколе.

Ниже приведен пример запроса и сохранения полученного значения в переменную x:

```
import serial
ser = serial.Serial('/dev/ttyUSB0') # открываем порт
ser.write(01040000000131ca) # отправить запрос на счётчик
x = ser.readline() # сохранить полученный ответ в переменную x
ser.close() # закрываем порт
```

Запрос данных при подключении к счётчику через оптопорт не отличается от приведённого выше примера. Единственным отличием является фиксированная скорость обмена данными, равная 9600 бит/с.

На счётчиках, не снабжённых цифровыми интерфейсами, обычно имеется светодиодный индикатор, а также может находиться импульсный датчик, дублирующий мигание лампочки. На лицевой стороне счётчика указан параметр A [imp/kW·h], указывающий, какое количество энергии расходуется при одном импульсе. Например, если A=1000 imp/kW·h, тогда при одном импульсе $W=1/A=1/1000$ [imp/kW·h]=1W·h.

Сбор данных с импульсного датчика реализуется следующим методом:

схема подключения GPIO Raspberry Pi к датчику импульсов приведена на рис. 3.

Телеметрический выход счетчика

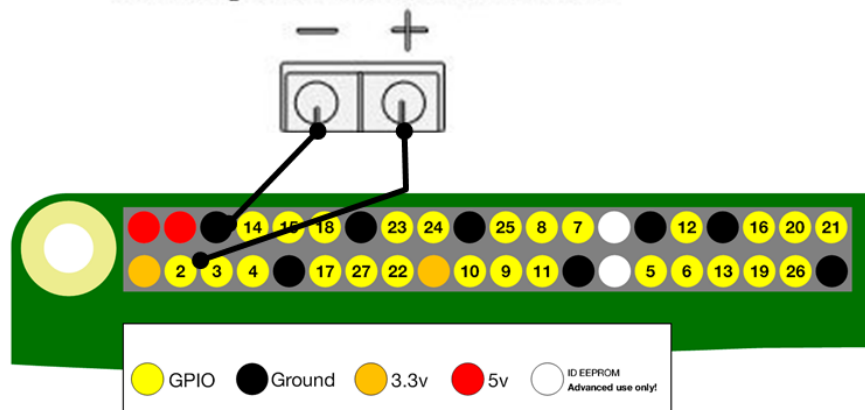


Рис.3. Схема подключения GPIO Raspberry Pi к импульсному датчику

Подпрограмма записи количества импульсов в переменную x:

```
from gpiozero import Button # Подключаем
GPIO библиотеку
from signal import pause
x=0
def zagorelas():
    x=x+1
button = Button(2)
```

```
button.when_pressed = zagorelas
pause()
```

Для регистрации световых импульсов с помощью Raspberry Pi 3 используется простой датчик-преобразователь импульсов, схема которого содержит фоторезистор, резистор, потенциометр и АЦП Microchip MCP3008.

Схема устройства для считывания световых импульсов приведена на рис. 4.

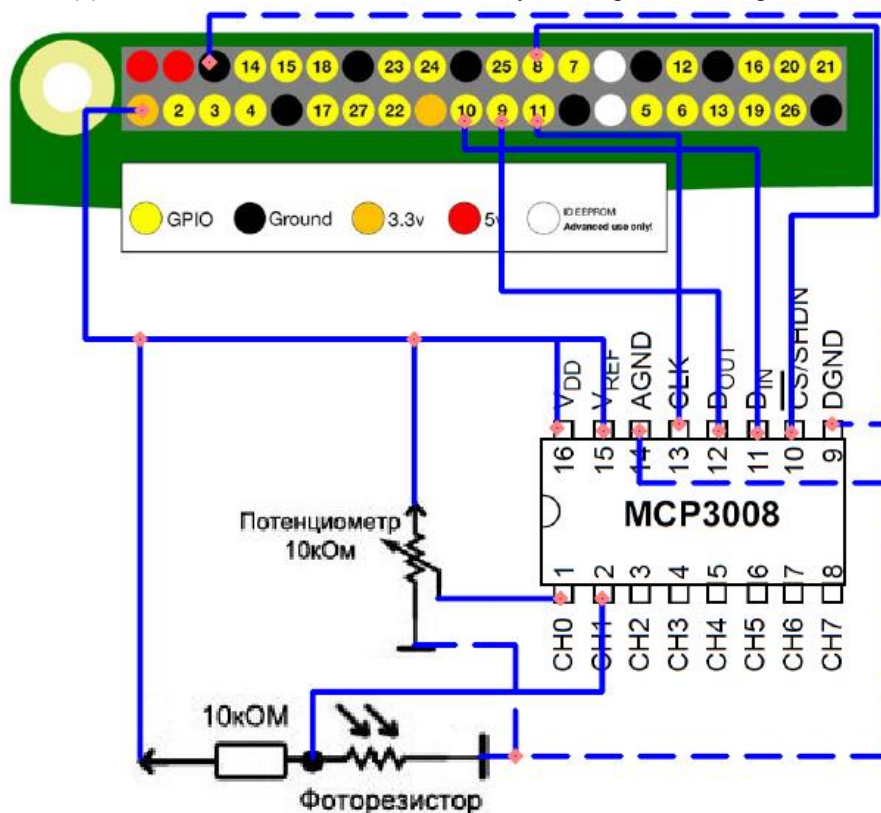


Рис.4. Схема устройства для считывания световых импульсов

Подпрограмма записи количества импульсов в переменную x:

```
from gpiozero import MCP3008
from time import sleep
x = 0
pot = MCP3008(channel=0)
phot = MCP3008(channel=1)
while True:
```

```
    if phot.value < pot.value:
```

```
        x = x + 1
```

```
        sleep(0.5)
```

МК сравнивает сопротивления фоторезистора и потенциометра, и, при условии, что первое меньше второго, регистрирует импульс в памяти устройства хранения данных. С помощью ползунка

потенциометра представляется возможным настроить чувствительность срабатывания системы. Для корректной работы данной модели фоторезистор вплотную прикрепляется к светодиоду импульсов счётчика. Фоторезистор для защиты от внешней подсветки должен быть закрыт светонепроницаемым кожухом и плотно прижат к счётчику.

5. Хранение данных в МК

Рассмотрим способы хранения данных в МК с интервалом усреднения в 1 час.

В том случае, если доступ к счётчику производится через цифровой интерфейс, такой как RS-485 или оптопорт, задача сводится к сравнению суммарной потреблённой энергии за два соседних часа. Разница предыдущего зарегистрированного значения и текущего значения будет равна значению потреблённой за этот период электрической энергии.

$$W_{\Delta t} = W_{t_n} - W_{t_{n-1}} \quad (1)$$

где $W_{\Delta t}$ – количество потреблённой энергии за время Δt ;

W_{t_n} – показание суммарной энергии, снятое со счётчика в текущий момент времени;

$W_{t_{n-1}}$ – показание суммарной энергии, снятое ранее за период времени Δt до накопления показаний W_{t_n} ;

Δt – интервал, равный 1 час.

Таким образом, для регистрации показания в базу данных на Raspberry Pi необходимо сохранять дату, время, текущее показание суммарной мощности за весь период W_{t_n} , и разность текущего и предыдущего показаний суммарной мощности $W_{\Delta t}$. Для сбора показаний каждый час необходимо использовать утилиту Cron, которая каждый новый наступивший час будет запускать подпрограмму для нахождения $W_{\Delta t}$ и сохранять его в базу данных Raspberry Pi 3.

В отличие от цифровых интерфейсов, сбор данных от импульсов светодиода и импульсного датчика подразумевает не почасовой, а непрерывный контроль устройством сбора данных.

Таким образом для сбора и хранения данных понадобится две таблицы базы данных и две подпрограммы.

Первая подпрограмма (см. рис. 5), которая работает непрерывно, будет заполнять первую таблицу базы данных, а точнее одну её ячейку (целочисленного типа). При регистрации импульса программой скрипта значение данной ячейки будет увеличиваться на 1. Таким образом ячейка накапливает количество импульсов.

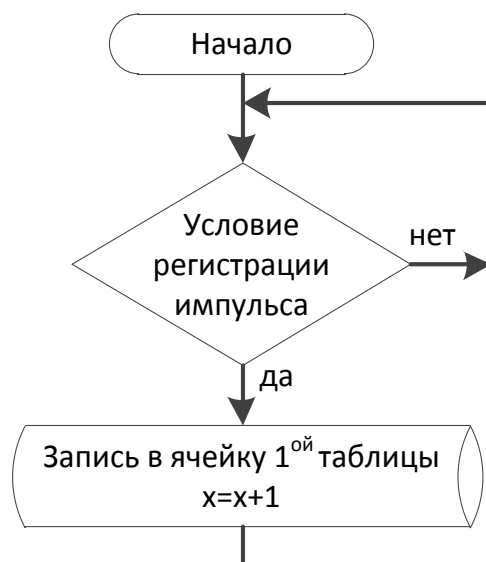


Рис.5. Бесконечный цикл регистрации импульсов

Вторая подпрограмма (см. рис. 6) будет запускаться каждый новый наступивший час посредством утилиты Cron. Назначение подпрограммы состоит в том, чтобы преобразовать количество импульсов, сохранённых в первой таблице, в количество энергии и сохранить во второй таблице, указав дату, время, и количество потреблённой энергии $W_{\Delta t}$ за Δt . После регистрации значений во второй таблице, значение ячейки в первой таблице

приравнивается к нулю. Для того, чтобы рассчитать количество потреблённой энергии, зная количество импульсов, необходимо использовать параметр счётчика $A[\text{imp/kW}\cdot\text{h}]$.

$$W_{\Delta t} = \frac{n_{\Delta t}}{A} [\text{kW}\cdot\text{h}], \quad (2)$$

где $n_{\Delta t}$ – количество импульсов, зарегистрированных за период Δt ;

Δt – интервал времени, равный 1 час.

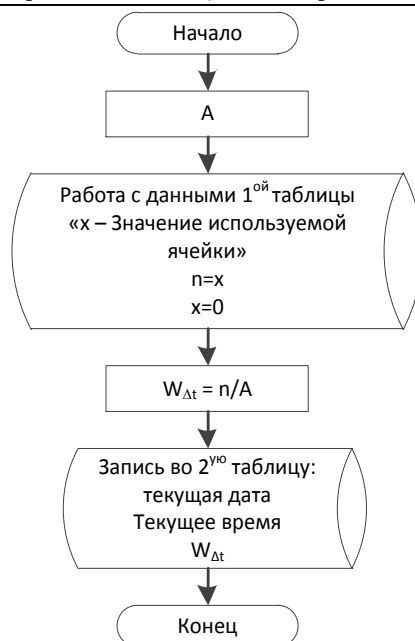


Рис.6. Блок-схема подпрограммы, преобразующая количество импульсов в количество потреблённой энергии с почасовой регистрацией импульсов

6. Отправление данных в сервер

Учитывая, что основной расчёт выполняется в МК непрерывно и то, что необходимая Wi-Fi сеть создаётся смартфоном потребителя, алгоритм должен быть быстродействующим. Поэтому было при-

нято решение об исполнении подпрограммы для отправления данных каждую минуту. Так как запуск подпрограммы строго не привязан к отчётности, то используется утилита Анаcron (см. рис. 7), которая является разновидностью указанной ранее утилиты Cron.

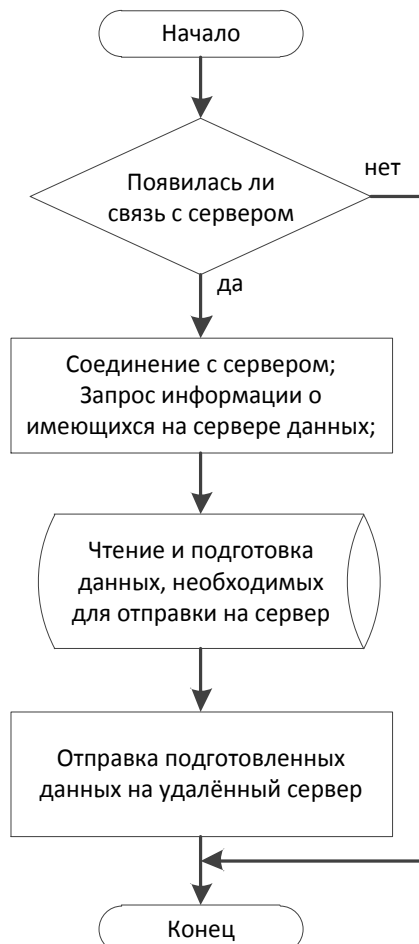


Рис.7. Блок-схема алгоритма отправки данных

7. Выводы

Экспериментальная проверка опытного образца описанного устройства показала его хорошие эксплуатационные возможности.

Библиографический список

1. 102 способа хищения электроэнергии / В.В. Красник. – М.: ЭНАС, 2013. -160с.
2. Raspberry Pi. Руководство по настройке и применению / Магда Ю.С. - М.:ДМК Пресс, 2014. – 188 с.
3. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. / Петин В.А. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 240 с.
4. Arduino и Raspberry PI в проектах Internet of Things. / Петин В.А. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 320 с.

5. Learn Raspberry Pi Programming with Python (Technology in Action) - Wolfram Donat, 2014 – 231 с.

Bibliographical list

1. 102 method of theft of electricity / V. V. Sochi. – M.: ENAS, 2013. -160 p.
2. Raspberry Pi. Setup guide and application / Magda S. - M.:DMK Press, 2014. – 188 p.
3. The Microcomputer Raspberry Pi. A practical guide. / Petin V. A. - SPb.: Cisco press, 2015. – 240 p.
4. Arduino and Raspberry PI projects in the Internet of Things. / Petin V. A. – SPb.: Cisco press, 2016. – 320 p.
5. Learn Raspberry Pi Programming with Python (Technology in Action) - Wolfram Donat, 2014 – 231 с.

УДК 621.317

Ермаков В.Ф., Акуленко А.Е., Зайцева И.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СИЛОВОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ ПРИ ИЗВЕСТНОМ ГРАФИКЕ НАГРУЗКИ

Аннотация

В статье рассмотрена задача выбора мощности силового трансформатора и исследование тепловых процессов трансформатора в процессе его эксплуатации при известном графике нагрузки предприятия.

Ключевые слова: трансформатор, температура, максимальная температура, наиболее нагретая точка обмотки трансформатора.

Актуальность темы статьи обусловлена значительными погрешностями используемых в настоящее время методов определения расчетной мощности нагрузки [1 – 11], разнообразием конструкций силовых трансформаторов [12], а также протекающих в них тепловых процессов [13, 14].

Расчетная математическая модель, позволяющая исследовать тепловые процессы в кабеле, разработана профессором Брагиным С.М. [15], она описывается дифференциальным уравнением нагрева первого порядка. Используем эту модель для исследования тепловых процессов в обмотке трансформатора (возможность такого применения проверена экспериментально [16])

$$\tau \frac{d\Theta}{dt} + \Theta = (\Theta_{ном} - \Theta_0) \cdot \left[\frac{I(t)}{I_{ном}} \right]^2 + \Theta_{окр}; \quad (1)$$

где Θ – температура наиболее нагретой точки обмотки трансформатора;

$\Theta_{ном}$ – номинальная длительно допустимая температура изоляции;

$\Theta_{окр}$ – температура окружающей среды;
 τ – постоянная времени нагрева обмотки;
 $I(t)$ – ток нагрузки в момент времени t ;
 $I_{ном}$ – номинальный ток трансформатора.

В качестве исходных данных, как известно, может служить суточный график нагрузки энергопотребителя (ЭП).

Примеры ЭП: производственный участок, цех, предприятие. Несмотря на различную мощность объектов, подход к решению рассматриваемой технической задачи правильного выбора мощности питающего трансформатора может быть одинаковым.

Рассматриваемое промышленное предприятие малой мощности имеет следующий суточный график изменения активной мощности $P(t)$, заданный с почасовой точностью,

P , кВт

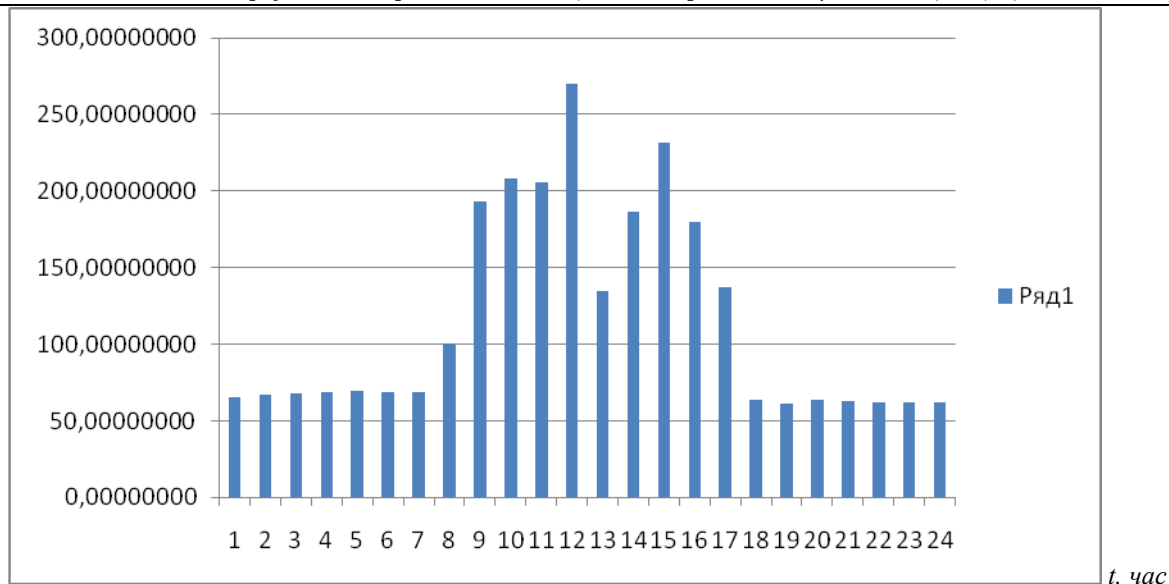


Рис. 1. Суточный график изменения активной мощности $P(t)$ предприятия: $P_{cp} = 115,043$ кВт за сутки; $P_{cm} = 194,075$ кВт

На предприятии установлен автоматический регулятор реактивной мощности (см., например, [17]). В связи с малостью ординат суточного графика изменения реактивной мощности $Q(t)$ предприятия этот график в дальнейших расчетах не учитывается.

Принимается приближенно, что $S \approx P$.

В этом случае по суточному графику нагрузки, изображенному на рис. 1, может быть выбрана полная мощность силового трансформатора S .

В проектной практике общепринятым является метод выбора мощности трансформатора S по средней мощности за наиболее загруженную смену предприятия S_{cm} . Соответственно средняя мощность за наиболее загруженную смену предприятия по графику нагрузки на рис. 1 составляет $P_{cm} = 194,075$ кВт.

При вводе трансформатора в эксплуатацию ориентировочно около 10 лет назад электрические

нагрузки на предприятии были значительно ниже, поэтому первоначально был установлен трансформатор, номинальная мощность которого составляла $S = 160$ кВА.

Однако при существующем графике нагрузки (см. рис. 1) процесс изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора

мощностью 160 кВА имел вид, изображенный на рис. 2. Учитывая тот факт, что максимальное значение температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора составляет $\Theta_{обм.макс} = 185,9$ °С, летом прошлого года сработала защита, отключившая трансформатор. Осмотр трансформатора показал его высокий нагрев и стало ясно, что установленный трансформатор мощностью 160 кВА должен быть заменен на более мощный 250 кВА.

Процесс изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора мощностью 250 кВА имеет вид, изображенный на рис. 3.

$\Theta_{обм}, ^\circ\text{C}$

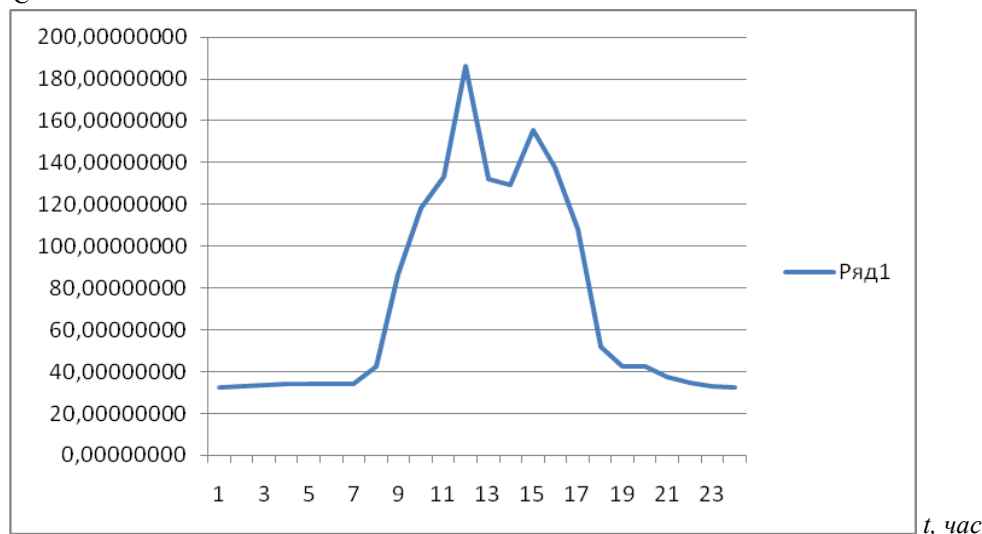


Рис. 2. Суточный график изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора $\Theta_{обм}$ номинальной мощности 160 кВА при температуре окружающей среды $\Theta_{окр} = 20$ °С; $\Theta_{обм.макс} = 185,9$ °С

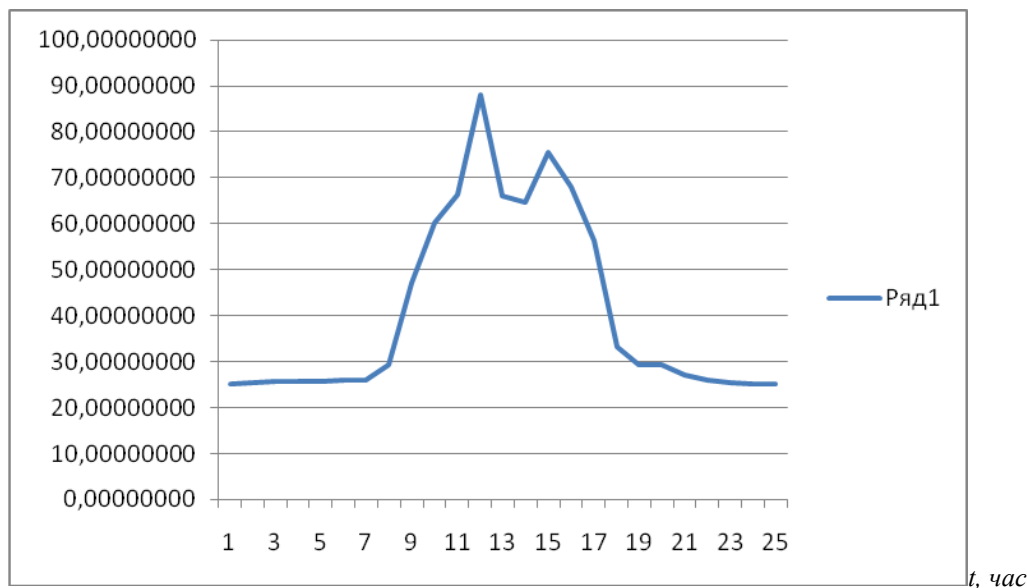
$\Theta_{\text{обм}}, ^\circ\text{C}$ 

Рис. 3. Суточный график изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора $\Theta_{\text{обм}}$ номинальной мощности 250 кВА при температуре окружающей среды $\Theta_{\text{окр}} = 20 ^\circ\text{C}$; $\Theta_{\text{обм.макс}} = 87,96 ^\circ\text{C}$

Учитывая, что номинальная длительно допустимая температура наиболее нагретой точки обмотки трансформатора, согласно ГОСТ 14209-97 [18], составляет $\Theta_{\text{обм ном}} = 98 ^\circ\text{C}$, можно считать успешным выбор трансформатора мощностью 250 кВА для питания предприятия, имеющего суточный график нагрузки, изображенный на рис. 1.

Процессы изменения температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора $\Theta_{\text{обм}}$ (см. рис. 2 и рис. 3) получены путем решения дифференциального уравнения (1), в котором вместо отношения $I(t)/I_{\text{ном}}$ использовано отношение $P(t)/P_{\text{ном}}$; постоянная времени нагрева обмотки трансформаторов равна $\tau = 1,6$ часа.

Вывод: После выбора номинальной мощности трансформатора целесообразно выполнить расчет переходного процесса температуры наиболее нагретой точки обмотки трансформатора по уравнению (1).

Список использованной литературы

1. Электрические нагрузки промышленных предприятий /С.Д. Волобринский, Г.М. Каялов, П.Н. Клейн и др. – Л.: Энергия, 1971. – 264 с.
2. Волобринский С.Д. Электрические нагрузки и балансы промышленных предприятий. – Л.: Энергия, 1976. – 128 с.
3. Расчет электрических нагрузок промышленных предприятий и задачи его осуществления //Инструктивные указания по проектированию электро-технических промышленных установок. – 1978. – № 3. – С. 13 – 18.
4. Фокин Ю.А. Вероятностно-статистические методы в расчетах систем электроснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 240 с.
5. Шидловский А.К., Вагин Г.Я., Куренный Э.Г. Расчеты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 224 с.

6. Кудрин Б.И. О комплексном методе расчета электрических нагрузок //Изв. вузов. Электромеханика. – 1981. – № 2. – С. 209 – 210.

7. Дроздов В.А., Фридман С.А. О точности расчетов электрических нагрузок промышленных предприятий //Промышленная энергетика. – 1978. – № 2. – С. 29 – 32.

8. Кудрин Б.И., Лосев Э.А. О необходимой точности методов расчета электрических нагрузок и оценки надежности систем электроснабжения промышленных предприятий //Изв. вузов. Электромеханика. – 1981. – № 12. – С. 1448 – 1451.

9. Вагин Г.Я. О причинах завышения расчетных нагрузок по нагреву //Промышленная энергетика. – 1980. – № 3. – С. 28 – 29.

10. Ермаков В.Ф. Анализ составляющих погрешности определения расчетной электрической нагрузки /Электрические нагрузки и электропотребление в новых условиях хозяйствования: Материалы семинара. – М.: МДНТП, 1989. – С. 93 – 96.

11. Ермаков В.Ф. Исследование процессов в электрических сетях: методы, средства, детерминированные и вероятностные модели. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 2003. – 288 с.

12. Силовые трансформаторы: Справочная книга /Под ред. С.Д. Лизунова, А.Е. Лоханина. – М.: Энергоиздат, 2004.

13. Киш Л. Нагрев и охлаждение трансформаторов /Пер. с венг. Под ред. Г.Е. Тарле. – М.: Энергия, 1980. – 208 с.

14. Быстрицкий Г.Ф., Кудрин Б.И. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов: Учеб. пособие для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 176 с.

15. Брагин С.М. Электрический и тепловой расчет кабеля. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 328 с.

16. Ермаков В.Ф., Балькин Е.С., Еволенко Н.А. и др. Опытное определение постоянной времени нагрева электрооборудования // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2012. – № 1. – С. 66 – 68.

17. Красник В.В. Автоматические устройства для компенсации реактивной мощности в электросетях предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.

18. ГОСТ 14209-97 (МЭК 354-91) Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов. – Минск: Межгосуд. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 80 с.

Moiseev Ju.V

*Doctor of technical sciences, leading researcher,
Physical-technological Institute of Metals and Alloys of the NAS of Ukraine, Kyiv*

Tverdokhvalov V.A.

*Research associate,
Physical-technological Institute of Metals and Alloys of the NAS of Ukraine, Kyiv*

Моисеев Ю.В.

*доктор технических наук, ведущий научный сотрудник,
Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев*

Твердохвалов В.А.

*научный сотрудник,
Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев*

NONDESTRUCTIVE CONTROL OF GRAPHITE SHAPE IN CAST IRONS НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ФОРМЫ ГРАФИТА В ЧУГУНАХ

Summary

The informations about the advantages and disadvantages of widely used acoustic methods for controlling shape of graphite in the cast irons and the possibility for use with this purpose magnetic method of point pole magnetization of controlled castings are adduced in this article.

Key words: graphite, cast iron, modification, nondestructive testing.

Аннотация

В статье приведены сведения о преимуществах и недостатках широко используемых акустических методов контроля формы графита в чугунах и о возможном использовании для этих целей магнитного метода точечного полюсного намагничивания контролируемых отливок.

Ключевые слова: графит, чугун, модифицирование, неразрушающий контроль.

Глобулярная форма графита в чугуне является наглядным и очевидным признаком эффективного изменения его структуры после специальной обработки жидкого металла модифицирующими добавками, способствующими повышению прочностных и улучшению ряда эксплуатационных свойств такого широко используемого в машиностроении конструкционного материала как чугун.

Металлографическая оценка степени сфероидизации графита в чугуне не представляет сложности, но достаточно трудоемка и ограничивает оперативность управления технологическим процессом получения годных чугунных отливок.

Модифицирование чугуна приводит к существенному изменению его физических свойств, из которых для неразрушающего контроля наибольший интерес представляют акустические и магнитные свойства.

Многочисленными исследованиями [1, 2] установлено, что для оценки формы графита в чугунах наиболее предпочтительным является измерение скорости распространения ультразвуковых колебаний. Приведенный на рисунке 1 график [3] показывает зависимость скорости ультразвуковых колебаний в чугуне от степени сфероидизации графита в нем. Эту зависимость чаще всего практически используют для контроля формы графита в чугунах. Металлическая основа и соотношение структурных составляющих в ней также влияют на скорость распространения ультразвука, однако, это влияние намного меньше, чем влияние формы графита [4]. Можно было ожидать, что достаточно чувствительным к форме графита будет коэффициент затухания колебаний, однако погрешность измерений этого параметра достаточно велика ($\approx 10,0$ % по сравнению с 1,0 % для скорости ультразвука).

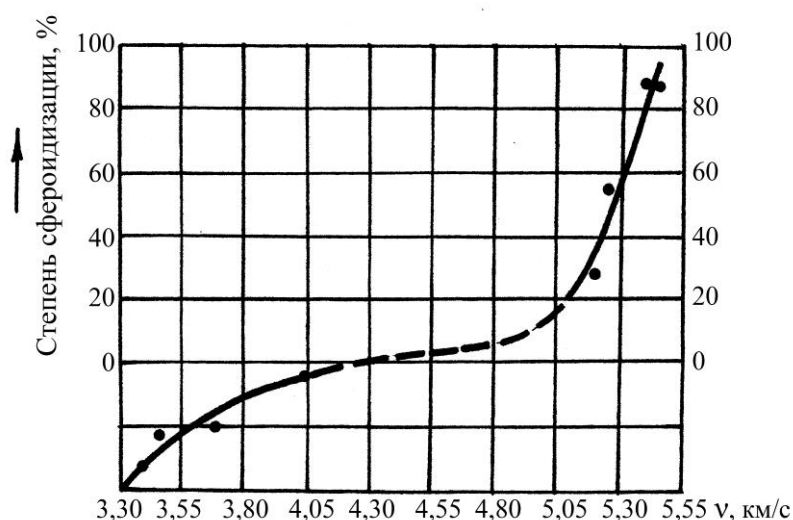


Рис. 1 – Влияние степени сфероидизации графита в чугунах на скорость распространения ультразвука

В технике акустического контроля находят также применение резонансные акустические методы двух типов:

- нахождение резонансных частот путем плавного изменения частоты возбуждающего колебания генератора;

- путем анализа спектра собственных частот свободных колебаний контролируемого изделия, возбуждаемых ударным механическим воздействием.

В последнем случае частота собственных колебаний ω зависит от формы изделия и его физических свойств:

$$\omega = F(\alpha, \mu) \cdot \sqrt{E/\rho} \quad (1)$$

где μ – коэффициент Пуассона,

$$\mu = \frac{E}{2G} - 1 \quad (2)$$

E – модуль упругости при растяжении,

G – модуль упругости при сдвиге,

ρ – плотность материала.

Преимуществом резонансного метода собственных колебаний является независимость частот свободных колебаний от начальных условий их возбуждения, в частности, от энергии импульса, возбуждающего колебания. Последний влияет на

амплитуду колебаний и их начальную фазу. Величина $\sqrt{E/\rho}$ соответствует скорости распространения упругих колебаний в изделии, поэтому структурные факторы, способствующие увеличению скорости звука, будут сдвигать весь частотный спектр в область высоких частот. Следует отметить, что изменение структуры металлической основы в большей мере влияет на коэффициент затухания колебаний, чем на скорость звука, поэтому наиболее эффективна комплексная акустическая оценка структуры и формы графита в чугунах по двум показателям: частоте собственных колебаний и длительности их затухания. На рисунке 2 приведен спектр частот собственных колебаний отливки «ступица заднего колеса» автомобиля «КАМАЗ» (а) из чугуна с пластинчатым (б) и шаровидным (в) графитом. Спектры записаны с помощью специально разработанного широкополосного анализатора, а их характеристики внесены в память прибора, регистрирующего частотные отклонения от спектра контрольной годной отливки. Размеры анализатора не превышают 40×50×150 мм, а длительность контроля составляет 3 с.

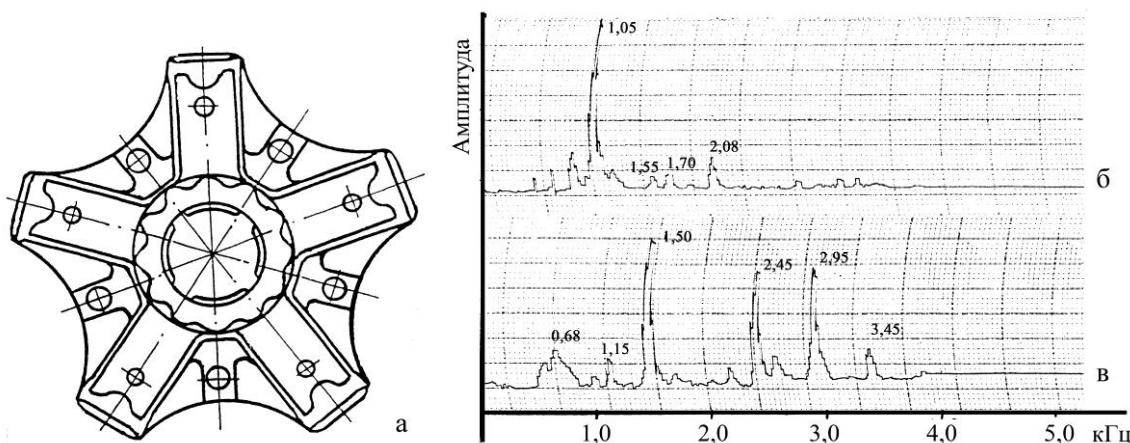


Рис. 2 – Акустический контроль ступицы заднего колеса автомобиля «КАМАЗ». а – отливка, б – спектр для отливки из серого чугуна, в – спектр для отливки из высокопрочного чугуна

Другим примером акустического контроля по методу свободных колебаний является контроль отливки «шапка изолятора» из высокопрочного чугуна с помощью разработанного в ФТИМС НАН Украины (г. Киев) акустического дефектоскопа «Спектр-1». Особенностью акустического контроля этих отливок является возможность выявления трещин в «юбке» изолятора по дополнительным элементам спектра частот.

Акустический контроль по методу свободных колебаний, при кажущейся простоте, имеет ряд особенностей, связанных с выбором места закрепления отливки и необходимостью предварительного анализа спектра частот. В ряде случаев, для отливок простой геометрической формы, спектр свободных колебаний мало информативен и быстро исчезает. В этом случае необходимы другие методы контроля.

Известно большое количество работ, посвященных исследованию магнитных свойств чугунов и разработке методов контроля их структуры и физико-механических свойств с помощью этих методов [5]. Исследования выполнены в основном в рамках магнитной коэрцитиметрии, поскольку, коэрцитивная сила является характеристикой материала, а прочие магнитные свойства, исследуемые в разомкнутой магнитной цепи, зависят от формы

контролируемого образца. Установлено, что коэрцитивная сила уменьшается при изменении формы графита в чугунах от пластинчатой к глобулярной, что свидетельствует об уменьшении внутреннего размагничивающего фактора, обусловленного большим количеством включений немагнитной природы (графит) и существенным влиянием на этот фактор степени сфероидизации графита.

Коэрцитиметрия достаточно сложна и трудоемка в своем практическом применении, но она может быть успешно заменена измерением остаточной локальной намагниченности, которая при контактном полюсном намагничивании прямо пропорциональна коэрцитивной силе. Эту пропорциональность обеспечивает большой размагничивающий фактор при полюсном намагничивании локальной зоны поверхности детали постоянным магнитом или токовой импульсной катушкой. Намагничивающее поле должно в несколько раз превышать магнитное поле, соответствующее величине коэрцитивной силы материала.

На рисунке 3 приведена графическая зависимость остаточной полюсной намагниченности от твердости и формы графита в чугунах постоянного химического состава, но в различном структурном состоянии.

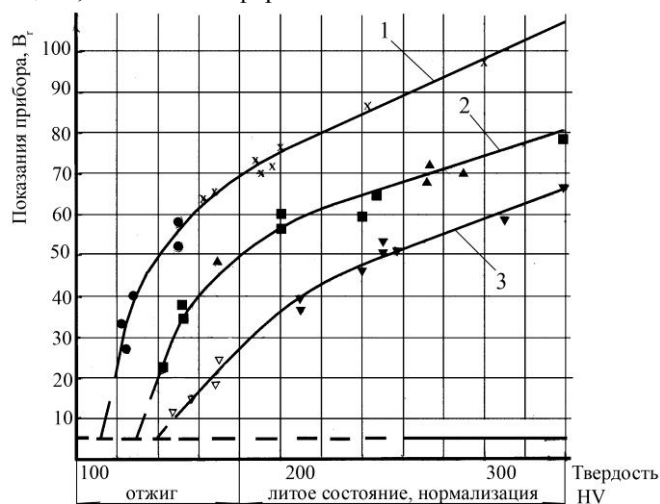


Рис. 3 – Зависимость остаточной намагниченности от твердости для чугунов с пластинчатой (1), вермикулярной (2) и шаровидной (3; СГГ 90 %) формой графита. Чугун содержит 3,05 %C; 2,36 %Si; 0,37 %Mn; 0,23 %Cr

Как следует из этого рисунка, трансформация пластинчатой формы графита в вермикулярную и шаровидную связана с уменьшением показателя остаточной намагниченности во всем диапазоне структурных состояний, сохраняющих графит как структурную составляющую. Этот факт может быть использован для неразрушающего экспресс-контроля формы графита в чугунах.

Литература

1. Алешин Н.П. Методы акустического контроля металлов / Алешин Н.П., Белый В.Е., Воилюкин А.Х., Воцаков А.К., Ермолов, Гурвий А.К. – М., Машиностроение, 1989, 456 с.

2. Крауткрамер И. Ультразвуковой контроль материалов (справочник) / Крауткрамер И., Крауткрамер Г. – М., Металлургия, 1991, 750 с.

3. Markow Z. Using ultrasonic testing as a foundry tool / Markow Z. // Foundry, 1967, 95, №6, p. 74-79.

4. Экспресс-информация, ТОЛП, №33, 1980, с. 5-29.

5. Горкунов Э.С. Магнитные свойства и методы контроля структуры и прочностных характеристик чугуновых изделий (обзор) / Горкунов Э.С., Сомова В.М., Ничипурук А.П. // Дефектоскопия. 1994. №10. С. 54—82.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Юрий Боровик

Институт электродинамики НАН Украины

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВОГО РЕАКТОРА

Аннотация: В настоящей статье рассматриваются применение эквивалентных преобразований при моделировании четырехлучевого реактора.

Ключевые слова: Моделирование, четырехлучевой реактор, электрические цепи, преобразования.

Введение

При исследовании сложных электрических цепей в ряде случаев [2], [3] полезно преобразование этих цепей или их отдельных частей в более простые, более приемлемые для расчета цепи. В этих цепях с изменением геометрического образа преобразуемой части цепи и соответствующем изменении ее параметров: сопротивлений, э. д. с, токов источников тока, не изменяется интересующая нас система токов и напряжений. Уравнения, связывающие эту систему токов и напряжений, остаются неизменными. Самым простым элементарным примером эквивалентного преобразования является замена ряда последовательно или параллельно соединенных элементов эквивалентным. Для последовательного соединения n элементов сопротивление и э. д. с. эквивалентного элемента равны соответственно сумме сопротивлений и э. д. с. отдельных элементов, где z, e — сопротивление и э. д. с. n -го элемента. При параллельном соединении элементов параметры эквивалентной схемы находятся соответственно как суммы проводимостей и токов источников тока, их составляющих. Сохранение уравнений внешних токов и напряжений позволяет найти условия эквивалентного преобразования сложной электрической цепи и определить ее эквивалентные параметры.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВОГО РЕАКТОРА

Преобразование n -лучевой звезды в эквивалентный полный многоугольник возможно всегда. Обратное преобразование полного многоугольника в n -лучевую звезду может быть осуществлено только при выполнении между параметрами преобразуемого полного многоугольника некоторых специальных зависимостей. [1].

Если полный многоугольник эквивалентен n -лучевой звезде, то между пассивными элементами многоугольника и пассивными элементами звезды имеется взаимозависимости (1)

$$Y_{ki} = \frac{Y_k \cdot Y_i}{\sum Y} \quad (1)$$

Это выражение, определяющее проводимость между k -им i -м узлами многоугольника, всегда позволяет преобразовать n -лучевую звезду в эквивалентный полный многоугольник.

Рассмотрим преобразование полного четырехугольника рис. 1, который эквивалентен емкостям междуфазные и на землю линии электропередачи в эквивалентную четырехлучевую звезду (схема четырехлучевого реактора рис 2).

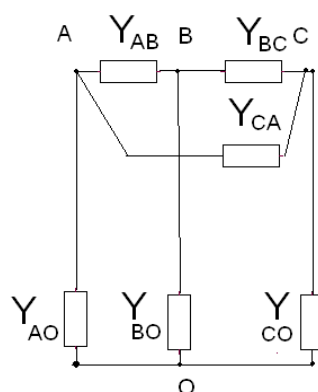


Рис. 1.

Такое преобразование возможно лишь в случае выполнения зависимости (1), которая для четырехугольника превращается в следующие условия (2):

$$Y_{AB} \cdot Y_{CO} = Y_{BC} \cdot Y_{AO} = Y_{AC} \cdot Y_{BO} \quad (2)$$

Если проводимости ветвей четырехугольника подобраны так, что эта зависимость выполняется, тогда эквивалентная четырехлучевая звезда существует, можно емкости линии электропередачи скомпенсировать индуктивностями четырехлучевого реактора.

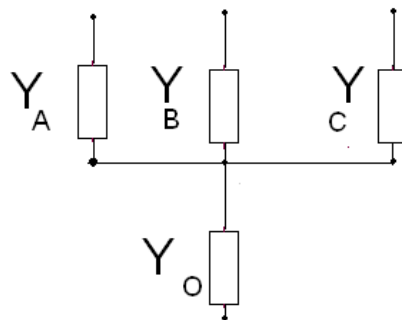


Рис. 2.

Проводимости ее лучей определяются на основании (3):

$$\begin{aligned}
 Y_A &= \frac{Y_{AB} \cdot Y_{AO}}{Y_{BO}} + Y_{AB} + Y_{AC} + Y_{AO} \\
 Y_B &= \frac{Y_{BC} \cdot Y_{AB}}{Y_{AC}} + Y_{BC} + Y_{BO} + Y_{AB} \\
 Y_C &= \frac{Y_{CO} \cdot Y_{BC}}{Y_{BO}} + Y_{CO} + Y_{AC} + Y_{BC} \\
 Y_O &= \frac{Y_{AC} \cdot Y_{AO}}{Y_{AB}} + Y_{AO} + Y_{BO} + Y_{CO}
 \end{aligned} \tag{3}$$

или производя расчет по сопротивлениям (4):

$$\begin{aligned}
 Z_A &= \frac{Z_{AB} \cdot Z_{AC} \cdot Z_{AO}}{Z_{AB} \cdot Z_{AC} + Z_{AC} \cdot Z_{AO} + Z_{AO} \cdot Z_{AB} + Z_{AC} \cdot Z_{BO}} \\
 Z_B &= \frac{Z_{BC} \cdot Z_{AB} \cdot Z_{BO}}{Z_{BC} \cdot Z_{BO} + Z_{BO} \cdot Z_{AB} + Z_{AB} \cdot Z_{BC} + Z_{BO} \cdot Z_{AC}} \\
 Z_C &= \frac{Z_{CO} \cdot Z_{AC} \cdot Z_{BC}}{Z_{CO} \cdot Z_{AC} + Z_{AC} \cdot Z_{BC} + Z_{BC} \cdot Z_{CO} + Z_{AC} \cdot Z_{BO}} \\
 Z_O &= \frac{Z_{BO} \cdot Z_{CO} \cdot Z_{AO}}{Z_{AO} \cdot Z_{BO} + Z_{BO} \cdot Z_{AO} + Z_{CO} \cdot Z_{AO} + Z_{BO} \cdot Z_{AC}}
 \end{aligned} \tag{4}$$

Активные элементы эквивалентной четырехлучевой звезды легко определяются при известных уже сопротивлениях ветвей. К каждой полученной э. д. с. ветви можно добавить произвольную величину и получить новую систему э. д. с. эквивалентной звезды. Если примем $e = \infty$ то получим эквивалентную четырехлучевую звезду только с тремя э.д.с.

ВЫВОДЫ

При выборе параметров четырехлучевого ректора необходимо обратить внимание на то, что преобразование полного многоугольника в многолучевую звезду может быть осуществлено только при выполнении между параметрами преобразуемого полного многоугольника некоторых специальных зависимостей. В статье приведены формулы позволяющие осуществить преобразование полного многоугольника в многолучевую звезду.

Ссылки

1. Н.Г. Максимович.: Линейные электрические цепи и их преобразования. Москва ГЭИ., 1961 г.
2. Н.Н. Беляков, К.П. Кадомская, М.Л. Левинштейн и др.: «Процессы при однофазном автоматическом повторном включении линий высоких напряжений» – Москва: Энергоатомиздат, 1991 . – 256с.
3. Кузнецов В.Г., Тугай Ю.И., Боровик Ю.М., Яндульский А.С.: Моделирование ОАПВ в линии электропередачи 750 кВ. - Problemy Electroenergetyki. Materiały III Międzynarodowego Seminarium (Łódź 10-11 czerwca 2002) - Łódź: Instytut Electroenergetyki. S. 57-66.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Байдинов Туратбек Байдинович,

*Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына,
Кандидат химических наук, доцент, факультет химии и химической технологии*

Сапалова Салтанат Асановна

*Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына,
факультет химии и химической технологии*

Намазова Батима Сабыровна,

*Институт химии и фитотехнологий национальной академии наук Кыргызской Республики,
Кандидат химических наук, старший научный сотрудник*

Иманакунов Бейшен Иманакунович,

*Институт химии и фитотехнологий национальной академии наук Кыргызской Республики,
Доктор химических наук, профессор*

Baidinov Turatbek Baidinovich,

Kyrgyz National University after named G. Balasagyn, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Faculty of Chemistry and Chemical Technology

Sapalova Saltanat Asanovna

*Kyrgyz National University after named G. Balasagyn, teacher,
Faculty of Chemistry and Chemical Technology*

Namazova Batima Sabirovna,

*Institute of Chemistry and Phytotechnology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,
Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher*

Imanakunov Beishen Imanakunovich,

*Institute of Chemistry and Phytotechnology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,
Doctor of Chemical Sciences, Professor*

ИК СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ И ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ХЛОРИДОВ МАГНИЯ, КАЛЬЦИЯ С N,N-ДИМЕТИЛФОРМАМИДОМ И N,N- ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДОМ

IR SPECTROSCOPIC AND THERMOGRAPHIC INVESTIGATION OF COMPLEXES OF MAGNESIUM, CALCIUM CHLORIDES, WITH N, N- DIMETHYLFORMAMIDE AND N, N-DIMETHYLACETAMIDE

Аннотация

В работе исследованы ИК спектры поглощения и термическая устойчивость соединений хлоридов магния, кальция с N,N-диметилформамидом и N,N-диметилацетамидом. На основании данных ИК спектроскопии установлено, что амиды координируются к ионам металлов через атом кислорода карбонильной группы и высказано предположение об их строении. Данные дифференциально-термического анализа показывают, что комплексы разлагаются ступенчато в пределах температур 50-600°C с отщеплением молекул воды и соответствующих амидов.

Ключевые слова: магний, кальций, хлориды, N,N-диметилформамид, N,N-диметилацетамид, комплексы, ИК спектры, термическая устойчивость.

Annotation

IR absorption spectra and thermal stability of magnesium and calcium chloride compounds with N,N-dimethylformamide and N,N-dimethylacetamide were studied. Based on the IR spectroscopy data, it is established that amides are coordinated to metal ions through the oxygen atom of the carbonyl group and an assumption is made about their structure. Data of differential thermal analysis show that the complexes decompose stepwise within the temperature range of 50-600 °C with the elimination of water molecules and the corresponding amides.

Key words: magnesium, calcium, chlorides, N,N-dimethylformamide, N,N-dimethylacetamide, complexes, IR spectra, thermal stability.

В химии координационных соединений, важной является проблема синтеза и исследования новых соединений с полезными свойствами, а также нахождения областей их применения. Такие соединения все больше получают на основе амидов карбоновых кислот и неорганических солей.

Амиды интересны как лиганды, способные образовывать с ионами металлов комплексные соединения различного состава и способа координации в координационную сферу центрального иона, что представляет большой интерес для координационной химии. Координационные соединения амидов

и их производных перспективны в качестве удобрений, лекарственных препаратов, стимуляторов роста и развития растений [1, 16-21; 2, 1-7; 3, 1907-1909]. Интерес к соединениям амидов вызван и тем, что они являются хорошими объектами для теоретических исследований с точки зрения их строения, физических и химических свойств.

В работах [4, 17-20; 5, 43-47; 6, 50-60] исследованы комплексные соединения ряда металлов с формамидом, N,N-диметилформамидом и никотиномидом. Методом колебательной спектроскопии определен способы координирования молекул изученных амидов и ацидолигандов.

Настоящая работа посвящена изучению ИК спектров, а также термической устойчивости координационных соединений хлоридов магния, кальция с N,N-диметилформамидом и N,N-диметилацетамидом. Аналогичные данные в литературе отсутствуют.

ИК - спектры поглощения соединений записывали на спектрофотометре FT-IR Model-400 Nicolet

в диапазоне частот 400-4000 см⁻¹ с использованием методики таблетирования образцов с бромистым калием.

Дифференциально-термический анализ осуществляли на дериватографе системы Ф. Паулик, И. Паулик, Л. Эрдей. Нагревание проводили в атмосфере азота от комнатной температуры до 700°C.

Результаты и их обсуждение

Исследованию колебательных спектров N,N-диметилформамида и N,N-диметилацетамида посвящено ряд работ [7, 1053; 8, 316; 9, 1839-1845; 10, 95-107; 11, 524-533]. ИК спектры N,N-диметилформамида и N,N-диметилацетамида снятые нами идентичны со спектрами снятыми другими авторами. Найденные колебательные частоты на ИК спектрах N,N-диметилформамида, N,N-диметилацетамида и комплексных соединений, а также их отнесение приведены в таблицах 1, 2. Отнесение частот проведено с учетом литературных данных.

Таблица 1

Колебательные частоты (см⁻¹) найденные в ИК спектрах поглощения N, N – диметилформамида, его соединений и их отнесение.

Отнесение	HCON(CH ₃) ₂ (ДМФА)	MgCl ₂ ·2ДМФА·2H ₂ O	CaCl ₂ ·2ДМФА·2H ₂ O
v(OH)	-	3402	3416
v (CH)	2930	2965	2936
v (CO) + δ (H ₂ O)	1685	1641	1650
δ _s [(CH ₃)N]	1497	1501	1498
δ _s (CH ₃), v(CN)	1439	1439	1441, 1421
v (CN), v (NC)	1389	1390	1390
δ _s [(CH ₃)N], v _s (CNC)	1256	1254	1252
r (CH ₃)C, r(CH ₃)N	1096	1114	1111
r (CH ₃)C, r(CH ₃)N	1063	1063	1061
r (CH ₃)N, v _s (CNC)	865	-	860
δ (OCN)	661	690	676
δ (C ₁ O)	590	-	557
δ [(CH ₃ -N-CH ₃)]	405	421	420

Таблица 2

Колебательные частоты (см⁻¹) найденные в ИК спектрах поглощения N, N – диметилацетамида, его соединений и их отнесение

Отнесение	CH ₃ CON(CH ₃) ₂ (ДМА)	MgCl ₂ ·2ДМА·2H ₂ O	CaCl ₂ ·2ДМА·2H ₂ O
v(OH)	-	3361	3402
v _s (CH ₃)C	3015	-	-
v _s (CH ₃)N	2932	2943	2965
v (CO) + δ (H ₂ O)	1650	1624	1623
δ [(CH ₃)N]	1500	1522	1516
δ _s (CH ₃)N, v(CN)	1452	1422, 1411	1423
δ (CH ₃)N	1397	1366	1405
δ _s (CH ₃)N, v _{as} (CNC)	1268	1270	1264
p[(CH ₃)N]	1185	1199	1197
p[(CH ₃)N]	1014	1046, 1031	1024
v _a (CC), v _s (CNC)	960	974	969
v _a (CC), v _s (CNC)	960	974	969
v _s (CC), v _s (CNC)	738	783	750
δ (OCN)	590	613	597
δ (CNC)	462	486	452

На ИК-спектре N,N-диметилформамида полоса валентного колебания $\nu(\text{CH})$ мало интенсивна и проявляется в области 2932 см^{-1} . Интенсивная полоса при 1685 см^{-1} на ИК спектре N,N-диметилформамида характеризует валентные колебания связи $\text{C}=\text{O}$, а 1255 см^{-1} , 960 см^{-1} характеризуют – симметричные валентные, деформационные и веерные колебания связей $\delta_s[(\text{CH}_3)\text{N}]$, $\nu_s(\text{CNC})$, $\nu_s(\text{CNC})$, $\tau(\text{CH}_3)\text{N}$. В области 1497 см^{-1} наблюдается деформационные колебания групп $\delta_s[(\text{CH}_3)\text{N}]$.

Веерным колебаниям метильной группы соответствуют полосы при 1181 и 1014 см^{-1} . Полоса, отнесенная к валентным колебаниям связи $\text{C}-\text{N}$ проявляется в области 1389 см^{-1} . В спектре N,N-диметилформамида найдены три полосы около 658 , 590 и 405 см^{-1} . Первая относится, по видимому, к деформационному колебанию угла $\delta(\text{OCN})$, вторая и третья к $\delta(\text{C}_1\text{O})$ и $\delta[(\text{CH}_3-\text{N}-\text{CH}_3)]$ соответственно.

На ИК-спектре N,N-диметилацетамида проявляются 14 полос, которые можно отнести к следующим нормальным колебаниям.

В области 2932 см^{-1} обнаружена полоса, относящаяся к валентным колебаниям $\nu_s(\text{CH})$.

Полоса «амид I» [$\nu(\text{CO})$] наиболее интенсивна и проявляется около 1650 см^{-1} . Полосы около 1500 и 1452 см^{-1} относятся к деформационным колебаниям $\delta[(\text{CH})\text{N}]$. В области 1396 см^{-1} проявляется деформационное колебание $\delta_s[(\text{CH})\text{N}]$. Полоса средней интенсивности при 1268 см^{-1} относится к асимметричному валентному колебанию $\nu_{as}[(\text{CNC})]$ и $\nu_{as}[(\text{CNC})]$. Полосы около 1185 , 1014 , 960 см^{-1} диметилацетамида относятся крутильным колебаниям $\rho[(\text{CH}_3)\text{N}]$ и валентным колебаниям $\nu(\text{CC})$, $\nu_s(\text{CNC})$ соответственно. Полоса $\nu(\text{CC})$, $\nu_s(\text{CNC})$ проявляется в области 738 см^{-1} .

Колебания «амид II», в которое основной вклад вносит деформация угла $\delta(\text{OCN})$, имеет частоту 590 см^{-1} , а $\delta(\text{CNC})$ 462 см^{-1} .

Полоса «амид I» в ИК спектре N, N – диметилформамида обнаружено в области 1685 см^{-1} ; он смещается в низкочастотную область при комплекс образовании. В случае магния понижение составляет примерно 44 см^{-1} , а в случае же кальция – 35 см^{-1} , что позволяет уверенно судить о координации N, N – диметилформамида к ионам комплексообразователей через атом кислорода карбонильной группы.

Интенсивные полосы «амид-I» в ИК спектрах N,N-диметилацетамидных комплексов Mg, Ca найдены около 1624 см^{-1} . Они смещены в низкочастотную область на $\sim 26\text{--}27 \text{ см}^{-1}$ по сравнению с положением этой полосы в спектре не координированного диметилацетамида, что указывает на координацию N, N – диметилацетамида через атом кислорода карбонильной группы в этих комплексах.

Полосы $\nu(\text{CH})$ и $\nu(\text{CH}_3)$ в спектрах соединений магния и кальция с N,N – диметилформамидом и N,N – диметилацетамидом мало интенсивны и проявляются в виде малозаметного плеча в области $2936\text{--}2965 \text{ см}^{-1}$.

Полосы деформационных колебаний N-метильных групп $\delta_s[(\text{CH}_3)\text{N}]$ найденные около $1497\text{--}1500 \text{ см}^{-1}$, в спектрах соединений проявляются в области $1497\text{--}1522 \text{ см}^{-1}$ и подвергаются определенным изменениям.

Следует отметить, что колебания $\nu(\text{CO})$ N,N-диметилформамида, N,N – диметилацетамида зависят главным образом от изменения связей $\text{C}=\text{O}$ и $\text{C}-\text{N}$, тогда как колебания первичных и вторичных амидов – от деформации связей N-H. Следовательно, для дизамещенных амидов, в отличие от первичных, полосы $\nu(\text{C}=\text{O})$ наиболее характерны относительно изменения связей $\text{C}=\text{O}$.

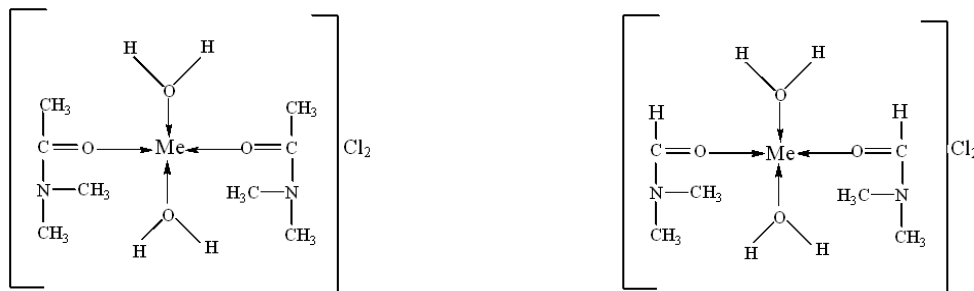
Таким образом, в полученных новых соединениях (табл. 2) координация N, N – диметилацетамида к ионам металлов осуществляется через атом кислорода карбонильной группы.

На ИК-спектрах комплексов найдены полосы около $597\text{--}613 \text{ см}^{-1}$. Они относятся к деформационному колебанию угла NCO и она повышена примерно на $7\text{--}23 \text{ см}^{-1}$ по сравнению со спектром свободного N,N – диметилацетамида. Смещение высокочастотную область $\delta(\text{NCO})$ может быть вызвано координацией через атом кислорода карбонильной группы. Поскольку для свободного N,N – диметилацетамида $\delta(\text{NCO})$ обнаруживается около 590 см^{-1} , можно предположить, что наличие полос в этой области в ИК – спектрах комплексов металлов указывает на координацию ДМА через атом азота. Однако значительное смещение частот валентного колебания $\nu(\text{C}=\text{O})$ в спектрах комплексов ставит под сомнение такое предположение.

На ИК-спектрах соединений хлоридов магния и кальция проявляется полосы поглощения валентных колебаний воды $\nu(\text{OH})$, а полоса деформационных колебаний $\delta(\text{OH})$ накладывается с полосами карбонильной группы, вследствие чего не проявляется отдельной полосой. Тем не менее, проявление частот в области валентных колебаний $\nu(\text{OH})$ позволяет предположить о наличии координированной воды в составе соединений. Пониженные значения $\nu(\text{OH})$ ($\approx 3452\text{--}3402$, 3361 см^{-1}) в комплексах не исключает возможной координации молекул воды с центральным атомом металла-комплексообразователя. Молекулы, воды по-видимому, находятся во внутренней координационной сфере.

Существенные изменения при комплекс образовании претерпевают деформационные колебания $\delta(\text{OCN})$. В ИК спектре соединений наблюдается смещение полосы поглощения $\delta(\text{OCN})$ в высокочастотную область от $590\text{--}660 \text{ см}^{-1}$ до $613\text{--}690 \text{ см}^{-1}$ по сравнению не координированным лигандом. Смещение в высокочастотную область $\delta(\text{OCN})$ может быть вызвано координацией через атом кислорода.

Исходя из этого и учитывая координационное число комплексообразователей предполагаемое строение комплексных соединений, можно представить в виде следующих схем:



Где $Me = Mg, Ca$.

В термограмме $MgCl_2 \cdot 2HCON(CH_3)_2 \cdot 2H_2O$ (рис.1) выявлены ярко выраженные эндотермические эффекты при 62,1°, 154,2°, 330°, 400°С и экзотермический эффект при 279,7°С. По характеру кривых ДТА и ТГ первый эндотермический эффект, протекающий без изменения массы указывает на плавление соединения. С повышением темпера-

туры происходит дегидратация и ступенчатое удаление лиганда, что проявляется термическими эффектами при 154,2°, 330°С. При температуре 279,7°С, по-видимому, протекает процесс горения продуктов распада. Общая убыль массы при этом составляет 66,0%.

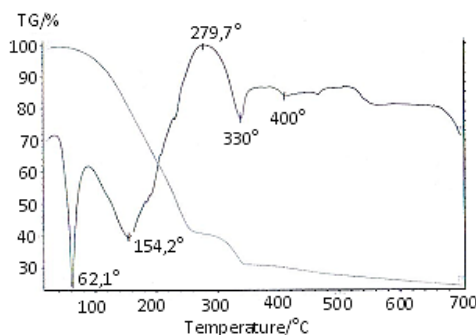


Рис.1. Дериватограмма соединения $MgCl_2 \cdot 2HCON(CH_3)_2 \cdot 2H_2O$

После отщепления органической части соединения, в хлориде магния, вероятно, происходит перестройка кристаллической решетки при температуре 400°С, которое сопровождается без потери массы. Далее выше 500° под действием продуктов распада органической части хлористый магний переходит в оксид магния, и он является остаточным продуктом. Подтверждением этого является количественный анализ его, которое равно 17,98%.

В термограмме $CaCl_2 \cdot 2HCON(CH_3)_2 \cdot 2H_2O$ (рис.2) судя по характеру кривых ТГ и ДТА термический эффект при 55°С соответствует плавлению соединения. С повышением температуры (110,5°С) наблюдается процесс дегидратации, который сопровождается убылью массы равной 12,00% от исходной навески.

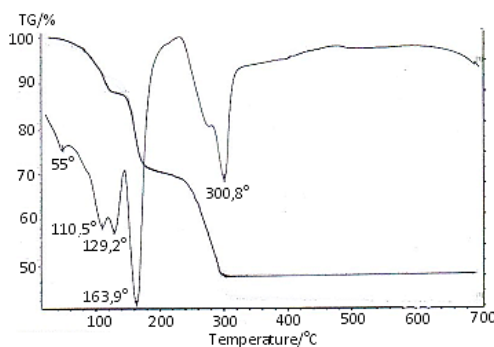


Рис.2. Дериватограмма соединения $CaCl_2 \cdot 2HCON(CH_3)_2 \cdot 2H_2O$

При эндотермическом эффекте при 129,2°С который проявляется без изменения массы, по-видимому, происходит плавление безводной соли $CaCl_2 \cdot 2HCON(CH_3)_2$. Эндотермические эффекты при 163,9°С и 300,8°С характеризуют удаление органической части соединения. Потери массы при

этом составляет 50,0% от исходной навески (в сумме 62,0%) и хорошо согласуется экспериментально найденной общей потерей массы – 62,02%. Конечным продуктом термолитиза является хлористый кальций.

В термограмме $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (рис.3) эндотермический эффект при $125,9^\circ\text{C}$ указывает на плавление соединения с частичным разложением. Потери массы при этом составляет 24,58%. Последующие эндотермические эффекты ($173,8^\circ$, $304,9^\circ$, $345,8^\circ\text{C}$) обусловлены ступенчатым распадом и удалением органической части соединения, которые имеют следующие потери масс:

11,66%; 22,41%; 10,25% соответственно. Экспериментально найденная общая потеря массы составляет 68,9% и хорошо согласуется с теоретически рассчитанной – 68,99% и соответствует двум молекулам N,N-диметилацетамида и двум молекулам воды в составе соединения. Конечным продуктом распада указанного соединения является оксид магния.

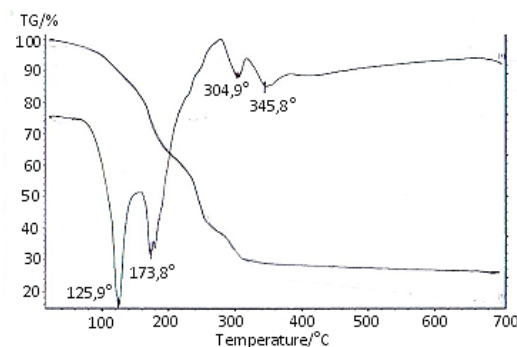


Рис.3. Дериватограмма соединения $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Таблица 3

Данные термического анализа комплексных соединений хлоридов магния, кальция с N,N-диметилформамидом и N,N-диметилацетамидом

№	Соединение	Масса навески, мг	Темп-ра термо-эффекта, $^\circ\text{C}$	Убыль массы		Процессы, происходящие при нагревании соединения
				мг	%	
1	$\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{HCON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	15,622	62,1	-	-	Плавление соединения
			154,2	8,725	55,85	Дегидратация и удаление лиганда
			279,7			
			300,0	1,586	10,15	Полиморфное превращение MgCl_2
			400	-	-	Разложение MgCl_2 Остаток MgO
2	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{HCON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	28,682	Выше 500	2,809	17,98	
			55	-	-	Плавление соединения
			110,5	3,442	12,0	Дегидратация
			129,2	-	-	Плавление $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$
			163,9			Удаление молекул диметилформамида
3	$\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	26,446	300,8	14,341	50,0	
			Выше 330	10,899	38,0	Остаток CaCl_2
			125,9	6,500	24,58	Плавление и дегидратация
			173,8	3,084	11,66	Дальнейшее разложение соединения, с отщеплением лиганда.
			304,9	5,927	22,41	
4	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	10,200	345,8	2,711	10,25	
			345,8	4,731	17,89	MgCl_2
			500,0			Разложение MgCl_2 Остаток MgO
			Выше 500	3,493	13,21	
			50	0,126	1,24	Удаление адсорбированной влаги
			243,6	1,122	11,0	Дегидратация соединения
			312,6	5,549	54,4	Удаление двух молекул диметилацетамида
						Остаток CaCl_2
				3,403	33,36	

Дериватограмма $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (рис.4) характеризуется четко выраженными эндотермическими и экзотермическими эффектами при 50°, 243,6° и 312,6°C соответственно.

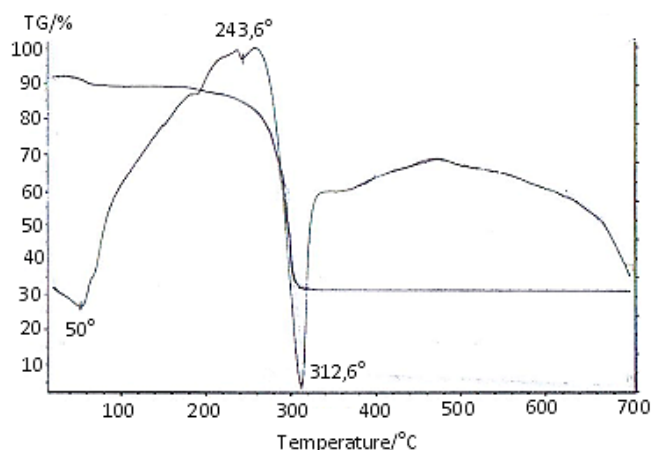


Рис.4. Дериватограмма соединения $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Первый эндотермический эффект при 50°C с потерей массы 1,24% указывает на удаление адсорбированной влаги. Процесс, протекающий с поглощением тепла, обусловлен отщеплением координационно-связанной воды. Убыль массы по кривой термогравиметрии равна 11,00% и соответствует двум молекулам воды.

Эндотермический эффект, зафиксированный при 312,6°C, указывает на разложение лиганда. Потери массы составляет 54,4% от взятой навески и соответствует двум молекулам диметилацетамида. Остаточным продуктом разложения вышеуказанного соединения является CaCl_2 . Достоверность конечного продукта подтверждается количественным содержанием остатка – 9,7% и хорошо согласуется с теоретически рассчитанным количеством – 9,78%.

Литература

- Беглов Б.М., Югай М.Р., Тухтаев С. Исследование растворимости в системах формамид-карбамид-вода, формамид-аммиак-вода с целью получения жидких азотных удобрений. //Журнал прикладной химии. -1985. -№1. –С.16-21.
- Патент КР №1746 кл. C07F 1/08(2015/01) A01N 25/10(2015/01) Бис-(N,N-диметилформамид) сульфат меди (II), обладающий антигельминтной активностью./Арзыбаев М.А., Байдинов Т.Б., Сапалова С.А., Намазова Б.С., Исаев М.А., Ажыбеков Н.А. заявл. 07.05.2014; опубл.30.06.2015. Бюл. №6. -7 с.
- Данилов В.П., Фролова Е.А. Изотерма растворимости системы $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{HCONH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ при 25°C. // Журнал неорганической химии. -2009. Т.54.№11.-С.1907-1909.
- Байдинов Т.Б., Сапалова С.А., Намазова Б.С. ИК спектроскопическое исследования соединений формамида с солями двухвалентных металлов. // Проблемы современной науки и образования. -2016. -№19 (61). -С.17-20.

- Осмонова С.С., Байдинов Т.Б., Сулайманкулов К.С. Гетерогенные равновесия в тройной системе хлорид гольмия-никотинамид-вода при 30°C и физико-химические свойства твердых фаз. //Успехи современного естествознания. -2016. -№4, -С. 43-47.

- Байдинов Т.Б., Сапалова С.А., Намазова Б.С., Иманакунов Б.И. Взаимодействие сульфата цинка с формамидом, N,N-диметилформамидом и N,N-диметилацетамидом в водной среде при 25°C./ Актуальные научные исследования в современном мире». Сб. научн. тр. -Переяслав-Хмельницкий, 2018. Вып. 3(35). Ч.7. –С.50-60.

- Попов Е.М., Желтова В.Н., Коган Г.А. Колебательные спектры и силовые поля простейших амидов. //Журнал структурной химии. 1970.-Т.11.-С.1053.

- Durgaprasad G., Sathyanarayana D.N., Patel C.C. Infrared spectra and normal vibrations of N, N-dimethylformamide and N,N-dimethylthioformamide. //Bull. Chem. Soc., Japan. -1971, -Vol. 44. - P.316.

- Цивадзе А.Ю., Цинцадзе Г.В., Хугашвили Ц.Л., Харитонов Ю.Я. Колебательные спектры комплексов металлов с диметилацетамидом. //Координационная химия. 1977. Т.3. вып.12. –С.1839-1845.

- Координационные соединения металлов с формамидом./ Н.А.Парпиев, М.Г. Цинцадзе, Ю.Я.Харитонов и др. - Ташкент: ФАН, 1980. –С. 25-34.

- М.Г. Цинцадзе, Ю.Я. Харитонов, А.Ю. Цивадзе, С.Л. Кузнецов, К.Н. Церетели. Расчет и интерпретация колебательных спектров формамида, N,N-диметилформамида, ацетамида, N,N-диметилацетамида и комплексов иодида цинка на их основе. //Координационная химия. -1996, Т.22. вып. 7. – С. 524-533.

#6 (34), 2018 część 1
Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe
(Warszawa, Polska)
Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

#6 (34), 2018 part 1
East European Scientific Journal
(Warsaw, Poland)
The journal is registered and published in Poland. The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dziedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Redaktor naczelny - Adam Barczuk

1000 kopii.

Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warszawa, Polska»

Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe

Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warszawa, Polska

**E-mail: info@eesa-journal.com ,
<http://eesa-journal.com/>**

Igor Dziedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland»

East European Scientific Journal

Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland

**E-mail: info@eesa-journal.com ,
<http://eesa-journal.com>**