



#10 (50), 2019 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)**

#10 (50), 2019 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**

**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 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](mailto:info@eesa-journal.com) ,**

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

**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](mailto:info@eesa-journal.com) ,**

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

# СОДЕРЖАНИЕ

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Сухоруков В. В.**

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ ЭЛЕКТОРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ НОЧНОГО СНА У БОЛЬНЫХ С РЕМИТТИРУЮЩИМ И ВТОРИЧНО-ПРОГРЕССИРУЮЩИМ ТИПАМИ ТЕЧЕНИЯ РАССЕЯННОГО СКЛЕРОЗА. ....4

**Темірова О. А., Хайтович М. В.**

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ N-АЦЕТИЛЦИСТЕЇНУ, МЕЛАТОНІНУ ТА ЇХ ПОЄДНАННЯ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У ЩУРІВ ЗІ СТРЕПТОЗОТОЦИНОВИМ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 1 ТИПУ ..10

**Черничко К. Й., Підгорна С.Я., Делі О.Ф.**

ВИДОВИЙ СКЛАД ГЕЛЬМІНТІВ КУРЕЙ *GALLUS GALLUS DOMESTICUS* .....16

## ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

**Грязнева Т. Н., Шлёнский В. Ю.**

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ В КАЧЕСТВЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ .....20

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

**Urazbaev I., Akhmedjanova G.**

THE SUBSTANTIATION OF WAYS OF REDUCING THE DEGREE OF SALINIZATION AND INCREASE SOIL FERTILITY IN THE LOWER REACHES OF THE AMU DARYA .....26

**Khamidov M., Isabaev K., Urazbaev I., Islamov U.**

GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR HYDROMODULAR ZONING OF IRRIGATED LANDS OF THE KHOREZM REGION AND REGIMES OF COTTON IRRIGATION.....27

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Nazarova R.Z., Gasanova M.B., Afandieva N.T., Chyragov F.M.**

SORPTION OF VANADIUM (V) IONS BY CHEMICALLY MODIFIED CHELATING ADSORBENT BASED ON MALEIC ANHYDRIDE STYRENE COPOLYMER AND ITS APPLICATION TO INDUSTRIAL WATER SAMPLES .....35

**Тухтаев Х.Р., Чулпонов К. А., Аминов С. Н., Хазраткулова С. М.**

СИНТЕЗ МОНОМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ОКСИКИСЛОТЫ .....41

**Челтонов М. М., Кириченко А. Л.**

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВОЛНОВОДОВ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИНИЦИИРОВАНИЯ СО СТАБИЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ УДАРНОЙ ВОЛНЫ .....46

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Sukhorukov V.V.*

*MD, PhD in neurology*

*SI "Institute of neurology, psychiatry and narcology NAMS of Ukraine"*

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

## COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF CHANGES OF THE NIGHT SLEEP ELECTROENCEPHALOGRAM IN PATIENTS WITH REMITTING AND SECOND-PROGRESSING TYPES OF MULTIPLE SCLEROSIS.

*Сухоруков Виктор Викторович*

*Кандидат медицинских наук,*

*младший научный сотрудник отдела медицины сна,*

*ассистент кафедры клинической неврологии, психиатрии и наркологии*

*ГУ «Институт неврологии, психиатрии и наркологии НАМН Украины»*

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина*

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ НОЧНОГО СНА У БОЛЬНЫХ С РЕМИТТИРУЮЩИМ И ВТОРИЧНО-ПРОГРЕССИРУЮЩИМ ТИПАМИ ТЕЧЕНИЯ РАССЕЯННОГО СКЛЕРОЗА.

**Summary.** The study results the EEG overnight sleep monitoring in 40 relapsing-remmiting (RRMS) and secondary-progressive (SPMS) multiple sclerosis patients.

We obtained a comparison of visual, spectral, coherent and frequent EEG analysis of different stages and phases of night sleep.

Insufficiency of somnogenic functioning brain systems at all stages and phases of sleep may lead to a breach of sleep restorative functions and a sharp decline in adaptive-compensatory abilities in patients with SPMS.

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования электроэнцефалограммы в период ночного сна у 40 больных с ремиттирующим (РРС) и вторично-прогрессирующим (ВПРС) типами течения рассеянного склероза.

Проведен визуальный, спектральный, когерентный и частотный анализа ЭЭГ разных стадий и фаз ночного сна. Выявлена недостаточность функционирования сомногенных систем мозга во всех стадиях и фазах сна, что может приводить к нарушению восстановительной функции сна и резкому снижению адаптивно-компенсаторных возможностей у больных ВПРС.

*Keywords: electroencephalogram, a night's sleep stages, multiple sclerosis.*

*Ключевые слова: электроэнцефалограмма, стадии ночного сна, рассеянный склероз.*

**Постановка проблемы и анализ последних исследований и публикаций:** Нарушение сна является частым клиническим проявлением различных демиелинизирующих, а также нейродегенеративных заболеваний головного мозга. В случае рассеянного склероза, больные предъявляют жалобы на нарушения сна умеренной и тяжелой степени в 52 % случаев [1,2].

Полисомнография является золотым стандартом диагностики нарушений сна и позволяет объективно оценить структуру ночного сна, включающая основные необходимые для этого параметры, такие как: электроэнцефалография (ЭЭГ), электромиография (ЭМГ), электроокулография (ЭОГ) [3,4].

Исследования, проведенные Behzad Nikzad, указывают на объективные изменения, при оценке электроэнцефалограммы у больных рассеянным склерозом в виде значительной активности дельта-волн, тета и бета в лобных отведениях, и преобладанием бета активности в затылочных отведениях, по сравнению с контрольной группой здоровых субъектов. Также есть данные о

увеличении частоты и альфа-ритма у больных РС [4,5].

Однако, детальная оценка частотно-амплитудных характеристик биоэлектрических потенциалов мозга в разных стадиях и фазах ночного сна при различных типах течения рассеянного склероза изучены недостаточно.

**Цель:** Изучить состояние нейродинамики мозга в различных фазах и стадиях ночного сна у больных с ремиттирующим (РРС) и вторично-прогрессирующим типами течения рассеянного склероза (ВПРС).

### **Методы:**

Исследование ЭЭГ в период ночного сна проведено у 30 больных с вторично-прогрессирующим типом течения РС, средний возраст которых составил  $38,4 \pm 10,4$ , из них 11 мужчин и 19 женщин. Группу сравнения составили 10 больных с ремиттирующим типом течения РС, средний возраст которых составил  $32,1 \pm 6,6$ , из них 4 мужчин и 6 женщин.

Регистрация ЭЭГ в ночное время проводилась в рамках полисомнографического исследования с

помощью компьютерного комплекса "Нейрон-спектр+" с использованием 4 стандартных монополярных отведений по Международной системе «10-20»: С3А1, С4А2, О1А1, О2А2. Оценка полиграммы ночного сна осуществлялась по Международной классификации стадий и фаз сна. Проводился спектральный и когерентный анализ ЭЭГ для всех стадий и фаз в первом завершённом цикле сна, который, по мнению Я. И. Левина (2005г), считается голограммой (матрицей) сна. Для спектрального и когерентного анализа ЭЭГ были выбраны по 4 безартефактные эпохи (5,12 с каждая) с дальнейшим вычислением с помощью программного обеспечения "Нейрон-спектр +" показателей спектрального и когерентного анализа для пяти частотных диапазонов, которые соответствуют дельта- (0,5-3,9Гц), тета-(4,0-7,9Гц), альфа-(8,0-12,9Гц), бета1-(13,0-19,9) и бета2-(20,0-35,0) ритмам во время бодрствования, во время стадий С1, С2, С3, С4 фазы медленноволнового сна (ФМС) и во время фазы быстрого сна (ФБС). Средние коэффициенты когерентности рассчитывались для 2 пар электродов: межполушарная - С3С4, О1О2 и внутриполушарная

когерентность - С3О1, С4О2. Проводился также частотный анализ спектра ЭЭГ соответствующего дельта-сну. Для этого все эпохи ЭЭГ в первом завершённом цикле сна, которые соответствовали дельта-сну последовательно разделили на короткие эпохи длительностью 2,56 секунд каждая. Для каждой короткой эпохи ЭЭГ рассчитывали среднюю частоту спектра в дельта-диапазоне отдельно для отведений левого и правого полушарий мозга с дальнейшим усреднением по всем отведениям. Далее рассчитывали процентный вклад каждой выделенной дельта-частоты. Межгрупповые различия оценивались с помощью непараметрического критерия Вилкоксона-Манна-Уитни при уровне достоверности  $p \leq 0,05$ .

**Результаты исследования:**

Показано, что у больных ВПРС изменения в спектре ЭЭГ отмечались во время бодрствования, то есть еще до наступления сна (табл.1). Была выявлена тенденция к некоторому повышению представленности в спектре ЭЭГ биопотенциалов в бета1-, бета2-диапазонах, но уровня достоверности эти данные не достигали.

Таблица 1

**ПОКАЗАТЕЛИ ИНДЕКСА РИТМОВ ЭЭГ У ИСПЫТУЕМЫХ КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ И У БОЛЬНЫХ ВПРС**

Отведения ЭЭГ	Индексы ритмов ЭЭГ в период ночного сна, %									
	Бодрствование									
	Дельта-ритм		Тета-ритм		Альфа-ритм		Бета1-ритм		Бета2-ритм	
	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС
С3А1	31,31	28,21	12,32	13,48	30,32	23,51	6,55	10,06	5,66	11,80
С4А2	20,34	24,68	12,01	13,84	33,00	19,12	6,65	10,07	10,01	16,42
О1А1	24,66	26,35	10,45	10,10	39,32	29,61	7,00	9,51	6,13	12,21
О2А2	20,54	25,53	8,64	11,45	36,35	29,33	6,77	8,53	10,30	11,56
Отведения ЭЭГ	ФМС - стадия С1									
	Дельта-ритм		Тета-ритм		Альфа-ритм		Бета1-ритм		Бета2-ритм	
	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС
С3А1	48,00	37,88	21,32	17,55	10,55	13,01	5,51	7,16	4,30	9,81
С4А2	43,32	38,55	17,36	16,34	10,59	11,88	4,01	6,20	4,32	9,58
О1А1	45,23	36,31	19,55	15,75	12,10	15,15	5,60	5,83	4,01	9,41
О2А2	44,32	38,30	14,12	17,11	12,31	14,52	3,65	6,38	3,02	<b>6,71*</b>
Отведения ЭЭГ	ФМС - стадия С2									
	Дельта-ритм		Тета-ритм		Альфа-ритм		Бета1-ритм		Бета2-ритм	
	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС
С3А1	63,55	52,82	13,11	16,81	7,65	10,11	3,23	4,92	1,55	3,11
С4А2	63,31	53,89	14,51	15,97	7,02	9,93	3,26	5,02	1,34	3,53
О1А1	57,11	48,81	17,21	17,88	9,00	10,08	3,21	4,94	1,11	4,00
О2А2	57,23	47,05	12,57	18,20	6,65	10,12	3,11	4,95	0,65	<b>4,25*</b>
Отведения ЭЭГ	ФМС - стадия С3									
	Дельта-ритм		Тета-ритм		Альфа-ритм		Бета1-ритм		Бета2-ритм	
	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС
С3А1	69,64	65,36	12,30	11,27	5,10	5,91	1,01	1,51	0,67	0,62
С4А2	71,01	62,92	11,01	11,20	4,11	6,18	1,02	1,65	0,32	1,39
О1А1	63,02	62,00	16,02	13,30	6,32	5,05	1,01	1,40	0,65	0,67
О2А2	62,30	59,73	11,11	13,36	4,99	5,11	1,32	1,61	0,31	1,11
Отведения ЭЭГ	ФМС - стадия С4									
	Дельта-ритм		Тета-ритм		Альфа-ритм		Бета1-ритм		Бета2-ритм	
	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС
С3А1	82,01	<b>68,73*</b>	3,12	<b>5,82*</b>	1,22	2,53	0,00	0,60	0,00	0,43
С4А2	83,00	<b>68,55*</b>	3,30	<b>5,97*</b>	1,20	2,78	0,00	0,61	0,00	0,47

O1A1	81,23	<b>68,55*</b>	5,69	6,34	1,55	2,10	0,00	0,45	0,00	0,20
O2A2	79,53	<b>68,40*</b>	5,02	6,98	1,02	2,30	0,00	0,77	0,00	0,50
Отведения ЭЭГ	ФБС									
	Дельта-ритм		Тета-ритм		Альфа-ритм		Бета1-ритм		Бета2-ритм	
	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС
C3A1	45,00	47,70	19,55	18,43	8,77	11,85	3,75	4,41	4,29	4,21
C4A2	45,02	48,77	20,03	18,88	9,23	9,85	3,56	4,15	3,35	4,34
O1A1	50,11	49,12	17,57	17,46	9,34	11,62	3,54	4,05	2,65	2,95
O2A2	43,76	46,89	17,56	17,55	11,01	11,84	4,23	4,40	2,66	4,51

Примечание: К – контрольная группа больных РС; РС – группа больных ВПРС; \* - достоверность  $p \leq 0,05$ .

Как видно из табл.1, у больных ВПРС по мере углубления сна (стадия С1, С2) на фоне дефицита низкочастотных ритмов, дельта-ритма, отмечался высокий индекс биопотенциалов в бета1-, бета2-диапазонах с достоверной разницей в отведении O2A2. Дальнейшее углубление сна у больных ВПРС (стадия С3, С4) сопровождается выраженным дефицитом биопотенциалов дельта-диапазона с сохраненным высоким индексом быстрых ритмов. Следует особо отметить достоверное снижение во всех отведениях ЭЭГ индекса дельта-ритма в стадии С4 медленноволнового сна и достоверное  $p \leq 0,05$  повышение индекса тета-ритма (отведения С3А1, С4А2), что может свидетельствовать о нарушении механизмов организующих и

контролирующих медленноволновой сон. В спектре ЭЭГ в фазе быстрого сна значимых отличий у больных ВПРС не выявлено.

Мы провели анализ составляющих частотного диапазона дельта-ритма ЭЭГ в глубоких стадиях (дельта-сон) фазы медленноволнового сна (табл.2). Было выявлено, что у больных ВПРС в диапазоне дельта-ритма отмечается сдвиг по частотной полосе вправо, то есть снижается удельный вес частот менее 1 Гц и повышение представленности частот более 2 Гц, что свидетельствует о нарушении регуляторных процессов, поскольку частота биопотенциалов имеет не только информационное, но и регуляторное значение.

Таблица 2

**ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕННОСТИ ЧАСТОТ ДЕЛЬТА-РИТМА ВО ВРЕМЯ ГЛУБОКИХ СТАДИЙ ФМС (СТАДИЯ С3 + СТАДИЯ С4) У ИСПЫТУЕМЫХ КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ (РС) И У БОЛЬНЫХ ВПРС**

Частоты дельта-ритма	Контроль (РС), %	Группа больных ВПРС, %
0,5-1 Гц	<b>40,00</b> ±1,15	<b>30,75</b> ±4,15
1-1,5 Гц	<b>41,02</b> ±1,15	<b>30,40</b> ±2,95
1,5-2 Гц	<b>0,00</b> ±0,00	<b>8,37</b> ±2,80
2-2,5 Гц	<b>0,00</b> ±0,00	<b>0,26</b> ±0,17

Не менее информативным показателем функционального состояния мозга является спектральная мощность биоэлектрической активности, которая отражает синхронную деятельность нервных элементов, участвующих в генерации биопотенциалов. Как видно из табл.3 у больных ВПРС спектральная мощность дельта-

ритма в стадии С4 фазы медленноволнового сна снижена, а спектральная мощность быстрых ритмов достоверно выше показателей группы РС, что может свидетельствовать об уменьшении синхронизирующих влияний и недостаточности регуляторных систем мозга поддерживающих глубокий медленноволновой сон.

Таблица 3

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ БИОПОТЕНЦИАЛОВ МОЗГА У ИСПЫТУЕМЫХ КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ (РС) И У БОЛЬНЫХ (ВПРС) ВО ВРЕМЯ ФМС – СТАДИЯ С4.**

Отведения ЭЭГ	Спектральная мощность биопотенциалов мозга во время ФМС - стадия С4, S мкВ <sup>2</sup> /с <sup>2</sup>									
	Дельта-ритм		Тета-ритм		Альфа-ритм		Бета1-ритм		Бета2-ритм	
	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС	К	ВПРС
C3A1	129,33	74,75	3,83	4,43	1,05	1,55	0,05	0,40	0,00	0,12
C4A2	131,67	64,41	4,14	4,33	0,91	1,53	0,06	0,31	0,00	0,06
O1A1	80,00	55,54	3,93	3,45	0,85	0,81	0,04	0,14	0,00	0,03
O2A2	65,67	54,91	3,24	3,72	0,40	0,97	0,02	0,28	0,00	<b>0,11*</b>

Примечание: обозначения как в табл.1

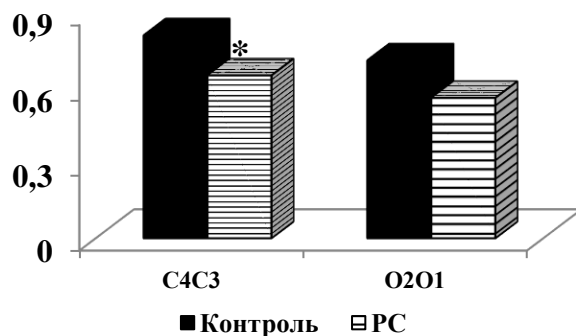
Для оценки функционального состояния мозга в различных фазах и стадиях сна мы проанализировали динамику межцентральных и

внутриполушарных взаимоотношений биопотенциалов мозга по показателям средних уровней когерентности. У больных ВПРС

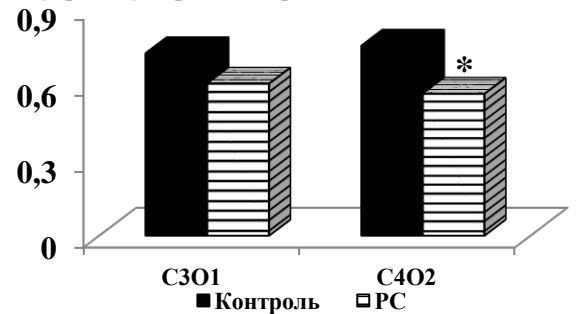
отмечалось уменьшение межполушарной и внутриполушарной когерентности биопотенциалов мозга во всех частотных диапазонах в сравнении с группой РС еще до наступления сна на этапе бодрствования. По мере углубления сна эти различия несколько стирались в диапазонах быстрых ритмов и продолжали сохраняться в

диапазонах медленных ритмов. Отмечено, что у больных ВПРС в самой синхронизированной стадии медленноволнового сна – в стадии С4 значительно снижены как межполушарная, так и внутриполушарная когерентность в дельта-диапазоне (рис.1).

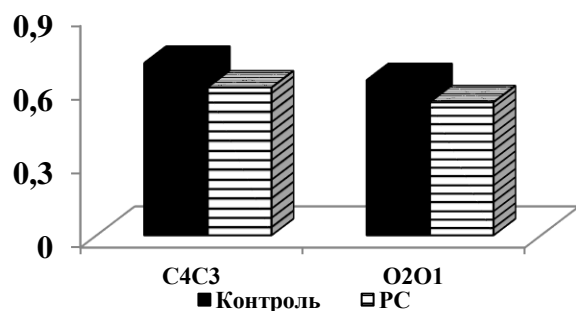
Межполушарная когерентность в дельта-диап



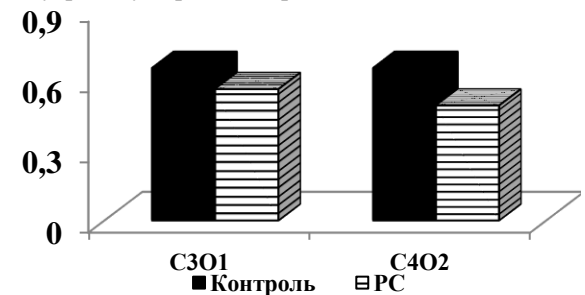
Внутриполушарная когерентность в дельта-диапазо



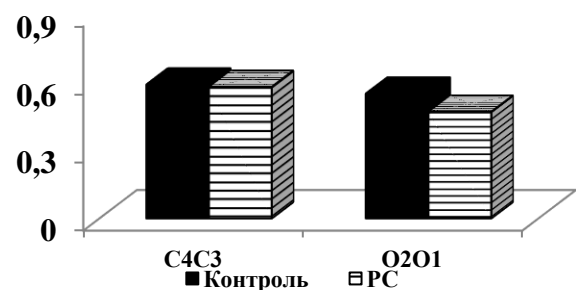
Межполушарная когерентность в тета-диапазоне



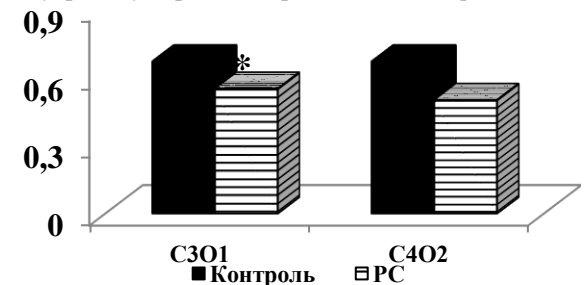
Внутриполушарная когерентность в тета-диапазоне



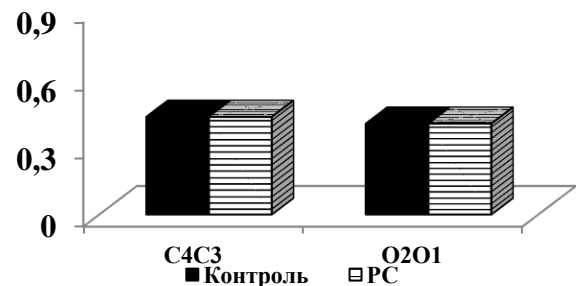
Межполушарная когерентность в альфа-диапазоне



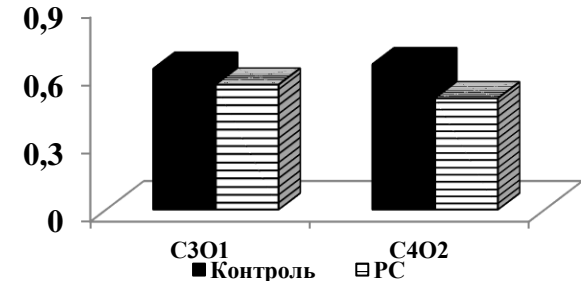
Внутриполушарная когерентность в альфа-диапазо



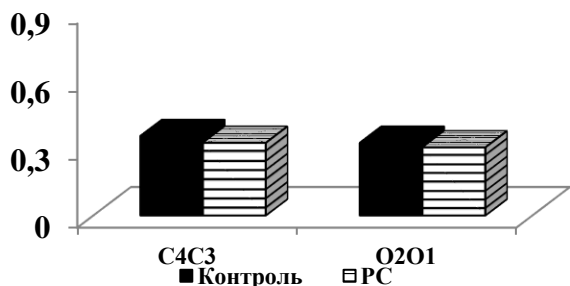
Межполушарная когерентность в бета1-диапазоне



Внутриполушарная когерентность в бета1-диапазон



Межполушарная когерентность в бета2-диапазоне



Внутриполушарная когерентность в бета2-диапазон

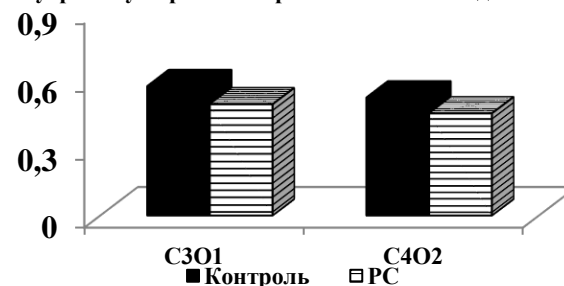
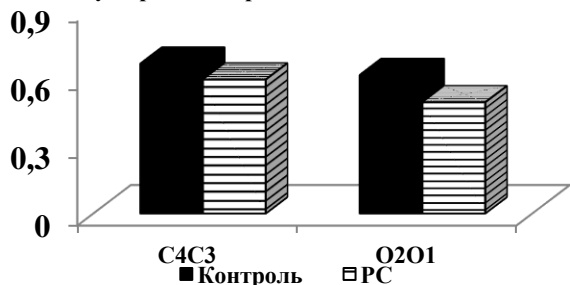


Рис.1 Изменение средних показателей когерентности биопотенциалов мозга во время ФМС – стадия С4.

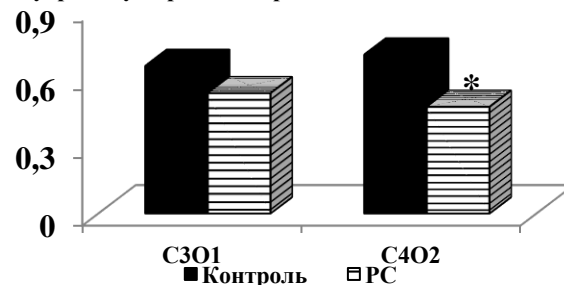
При переходе в фазу быстрого сна у больных ВПРС, в первую очередь, изменяются внутриполушарные взаимодействия биопотенциалов мозга с достоверным снижением как внутриполушарной, так и межполушарной

когерентности в тета-диапазоне (рис.2), что отражает дезинтеграцию регуляторных систем с формированием состояния напряжения сомногенных механизмов мозга.

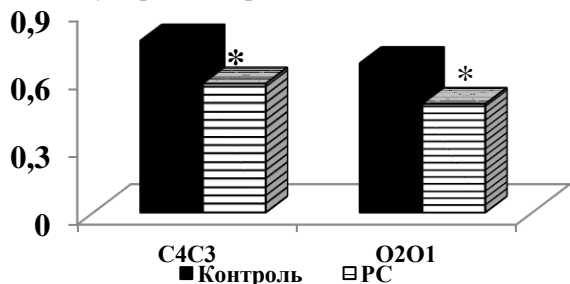
Межполушарная когерентность в дельта-диапазон



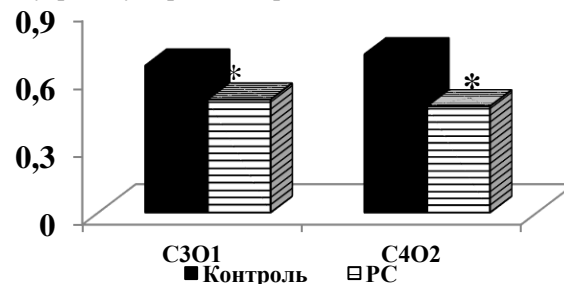
Внутриполушарная когерентность в дельта-диапазон



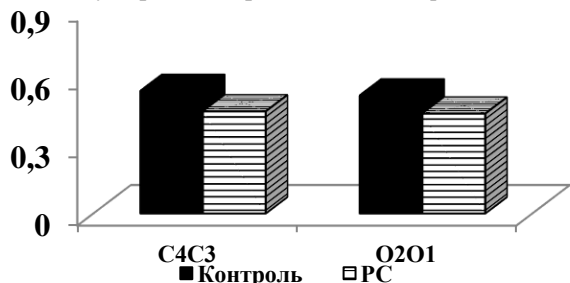
Межполушарная когерентность в тета-диапазоне



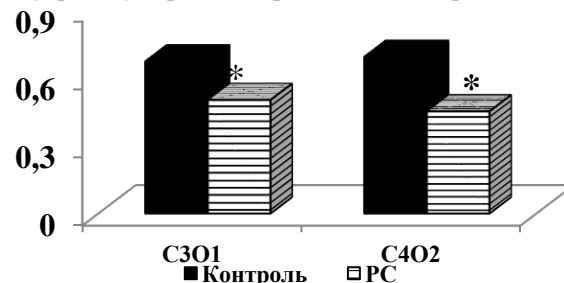
Внутриполушарная когерентность в тета-диапазоне



Межполушарная когерентность в альфа-диапазоне



Внутриполушарная когерентность в альфа-диапазоне





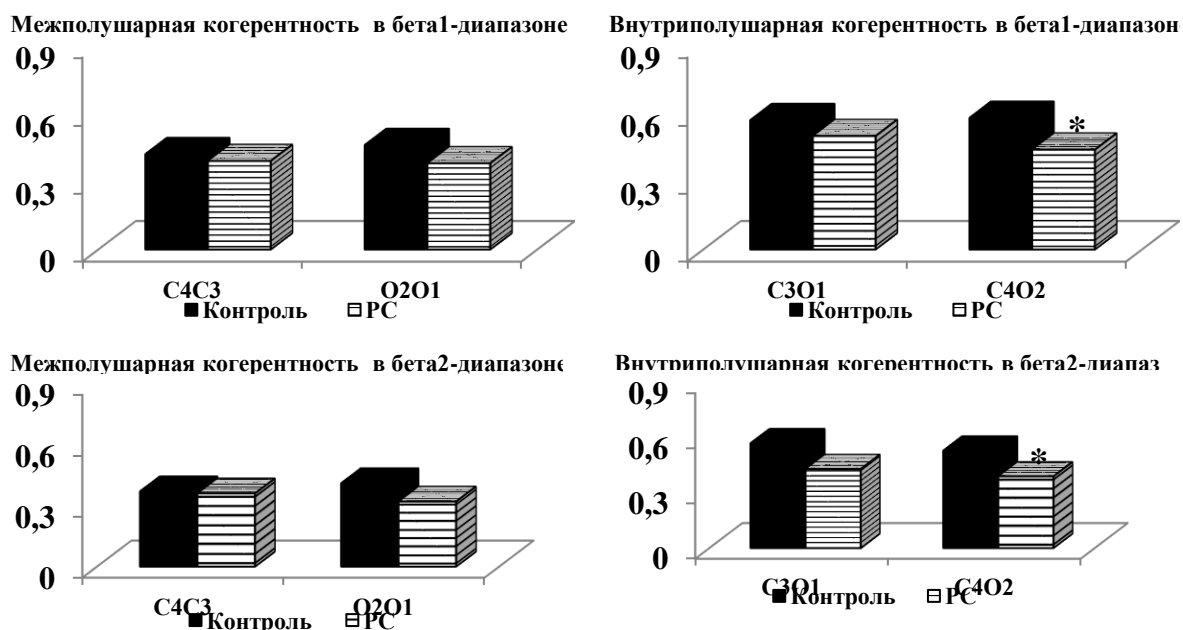


Рис.2 Изменение средних показателей когерентности биопотенциалов мозга во время ФБС.

Таким образом, результаты исследования показали недостаточность функционирования сомногенных систем мозга во всех стадиях и фазах сна, что может приводить к нарушению восстановительной функции сна, резкому снижению адаптивно-компенсаторных возможностей у больных ВПРС, увеличению степени инвалидизации.

#### Литература:

1. Paucke M. Fatigue and Sleep in Multiple Sclerosis Patients: A Comparison of Self-Report and Performance-Based Measures/ M. Paucke, S. Kern, T. Ziemssen// *Neurol.* – 2018. – Vol. 8, suppl 703. – P. 1-7.
2. Veauthier C. Sleep disorders in multiple sclerosis and their relationship to fatigue/Veauthier C., F. Paul// *Sleep Med.* – 2014. - 15(1). – P. 5–14. doi:10.1016/j.sleep.2013.08.791

3. Nikzada B. Comparison of Electroencephalography in Patients with Multiple Sclerosis and Normal People/ B. Nikzada , A. Akbar Taheraghdam , D. S. Oskoeib , T. Hassimia , L. Roshangar// *J Exp Clin Neurosci.* - 2016. - 3(1). – P. 1-4.

4. Veauthier C J, et al. Fatigue in multiple sclerosis is closely related to sleep disorders: a polysomnographic cross-sectional study/ C. Veauthier , H. Radbruch, G. Gaede, CF Pfueller, J. Dörr, J. Bellmann-Strobl// *Mult Scler.* – 2011. - 17(5). – P. 613–22. doi:10.1177/1352458510393772

5. Волошина Н.П. Исследование изменения экскреции мелатонина сульфата в зависимости от данных полисомнографических показателей у больных рассеянным склерозом/. Н.П. Волошина, В.В Сухоруков, А.М. Титкова, Л.П. Терещенко, Л.П Забродина// *Експериментальна і клінічна медицина.* -2015. – №1 (66). – С. 125-129.

**Temirova Olena Anatoliivna***assistant of the Department of Clinical Pharmacology  
and Clinical Pharmacy  
Bogomolets National Medical University  
Kyiv, Ukraine***Khaitovych Mykola Valentinovich***Doctor of Medical Sciences Professor  
Head of the Department of Clinical Pharmacology  
and Clinical Pharmacy  
Bogomolets National Medical University  
Kyiv, Ukraine***STUDY THE EFFECTS OF N-ACETYLSTYSTINE, MELATONIN AND THEIR COMBINATIONS ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN RATS WITH STREPTOZOTOCIN-INDUCED DIABETES TYPE 1****Темірова Олена Анатоліївна***асистент кафедри клінічної фармакології  
та клінічної фармації  
Національного медичного університету імені О.О. Богомольця  
Київ, Україна***Хайтович Микола Валентинович***доктор медичних наук, професор  
завідувач кафедри клінічної фармакології  
та клінічної фармації  
Національного медичного університету імені О.О. Богомольця  
Київ, Україна***ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ N-АЦЕТИЛЦИСТЕЇНУ, МЕЛАТОНІНУ ТА ЇХ ПОСДНАННЯ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У ЩУРІВ ЗІ СТРЕПТОЗОТОЦИНОВИМ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 1 ТИПУ**

**Summary.** Rats with induced diabetes mellitus type 1 (DM1) received N-acetylcysteine (NAC, 1500 mg/kg), melatonin (Mel, 10 mg/kg), and their combination for 5 weeks starting from the 15th day after the control pathology was reproduced. The "open field" test and "dark-light camera" was used to study the functional state of the central nervous system of experimental animals.

The uses of NAC, Mel and their combination contributed to the increase in horizontal (by 1.2-1.9 times,  $p < 0.05$ ) and vertical (by 1.4-1.7 times,  $p < 0.05$ ) activity of rats with DM1 in the «open field» test. While in animals receiving NAC and NAC + Mel, the number of urination acts were decreased by 2.9 and 3.3 times, respectively ( $p < 0.05$ ). There were increased of stay time in the "light" part of the plant by 2.4-2.9 times ( $p < 0.05$ ), the number of views from the «dark» part increased by 2.2-3.0 times ( $p < 0.05$ ), vertical activity increased by 3.6-5.5 times ( $p < 0.05$ ) of pharmacological correction animals groups in the "dark-light camera".

The obtained results indicate that the behavior of rats with streptozotocin DM1 was improved by induction of the investigational drugs, which may indicate about normalization of the functional state of the central nervous system.

**Анотація.** Щури з індукованим цукровим діабетом 1 типу (ЦД1) отримували N-ацетилцистеїн (НАЦц, 1500 мг/кг), мелатонін (Мел, 10 мг/кг) та їх комбінацію протягом 5 тижнів, починаючи з 15 доби після відтворення контрольної патології. Для оцінки функціонального стану центральної нервової системи дослідних тварин використано методику «відкритого поля» та «темно-світлої камери».

Застосування НАЦц, Мел та їх комбінації сприяло зростанню горизонтальної (в 1,2-1,9 рази,  $p < 0,05$ ) та вертикальної (в 1,4-1,7 рази,  $p < 0,05$ ) активності щурів з ЦД1 в тесті «відкритого поля». Тоді як в тварин які отримували НАЦц та НАЦц+Мел, кількість актів урінації зменшилася в 2,9 та 3,3 рази ( $p < 0,05$ ). В тесті «темно-світлої камери» час перебування тварин, груп фармакологічної корекції, в «світлій» частині установки зріс в 2,4-2,9 рази ( $p < 0,05$ ), кількість виглядань з «темного» відсіку збільшилася в 2,2-3,0 рази ( $p < 0,05$ ), вертикальна активність в 3,6-5,5 рази ( $p < 0,05$ ). Отримані результати вказують на покращення поведінки щурів зі стрептозотоциновим ЦД1, при застосуванні досліджуваних лікарських засобів, що може свідчити нормалізацію функціонального стану центральної нервової системи.

**Key words:** *diabetes mellitus type 1, brain, N-acetylcysteine, melatonin, "open field", "dark-light camera".*

**Ключові слова:** *цукровий діабет 1 типу, головний мозок, N-ацетилцистеїн, мелатонін, «відкрите поле», «темно-світла камера».*

**Постановка проблеми.** Цукровий діабет (ЦД) є важливою проблемою сьогодення, вивченням якої займаються спеціалісти різних галузей. ЦД, як хронічне захворювання, впливає на якість життя. Зокрема, головним фактором, який визначає якість життя пацієнтів з ЦД, є ступінь враження нервової системи (розвиток діабетичної нейропатії) [1]. Діабетична нейропатія (ДН) - загальний симптомокомплекс, який характеризує ураження різних відділів нервової системи при ЦД за відсутності інших причин його розвитку [2]. ДН розвивається в наслідок поширеного враження нейронів та їх відростків, як периферичної так і центральної нервової системи (ЦНС) [1]. Патологія периферичної нервової системи при ЦД досить добре вивчена, але при цьому стан ЦНС часто знаходиться поза увагою дослідників і потребує подальшого вивчення. Однак, одним з найпоширеніших та серйозних ускладнень ЦД є саме дисфункція головного мозку, пов'язана з розвитком когнітивного дефіциту, яку прийнято позначати як діабетична енцефалопатія (ДЕ). При ЦД 1 типу (ЦД1) ДЕ має первинний характер і пов'язана з порушенням дії інсуліну та гіперглікемією, тоді як при ЦД2 в значній мірі ДЕ є наслідком судинних ускладнень [3].

Порушення когнітивної сфери є найбільш раннім, чітким та обов'язковим критерієм енцефалопатії [4]. Повідомляється про розвиток когнітивного дефіциту вже на ранніх стадіях ЦД1 [5]. У пацієнтів з ЦД1 когнітивна дисфункція має широкий діапазон – від легких когнітивних порушень до розвитку деменції [6]. Когнітивні порушення знижують здатність пацієнтів до адекватного контролю глікемії та збільшують ризик типових ускладнень [7]. В клінічному дослідженні, в якому було задіяно 56 пацієнтів з ЦД1, було виявлено зниження семантичної вербальної швидкості, візуальної пам'яті, уваги, швидкості опрацювання матеріалу порівняно зі здоровими добровольцями (n=36) [8]. В окремих дослідженнях встановлено зв'язок між зниженням швидкості психомоторних реакцій та епізодами гіпоглікемії в дорослих пацієнтів з ЦД1 [9]. Гострота проблеми обумовлена зниженням когнітивних функцій в дітей раннього віку з ЦД1 [10]. Так, у дітей відмічається зниження швидкості обробки інформації, пам'яті, словникового запасу та загального інтелекту на початкових етапах ЦД1 [11]. Автори зазначають, що діти, яким ЦД1 було діагностовано у віці до 7 років, мають більший ризик розвитку серйозних когнітивних дисфункцій [12].

На сьогодні, відсутні лікарські засоби для попередження та лікування когнітивних розладів в пацієнтів з ЦД [11]. В експериментальних роботах та клінічних дослідженнях вивчається протективна роль антиоксидантних речовин природнього та синтетичного походження [13-16]. Тому *метою дослідження* було вивчення впливу лікарських засобів, які володіють антиоксидантними властивостями, а саме N-ацетилцистеїну,

мелатоніну, та їх комбінації, на функціональний стан головного мозку щурів з експериментальним ЦД1.

**Об'єкти і методика.** Дослідження проводили на 50 статевозрілих щурах-самцях лінії Wistar масою 200-260 г. Тварин вирощували і утримували на звичайному збалансованому харчовому раціоні та вільному доступі до води в умовах віварію Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Усі маніпуляції були проведені відповідно до Закону України № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» [17] та згідно з «Директивою Європейського Союзу 2010/10/63 ЕУ про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» [18]. Дотримання біоетичних норм засвідчено експертним висновком Комісії з питань етики НМУ імені О.О. Богомольця (протоколи № 99 від 28 грудня 2016 р.; № 119 від 22 лютого 2019 р.).

Тваринам моделювали ЦД1 шляхом введенням стрептозотоцину (STZ) (Sigma, США) у дозі 50 мг/кг [19]. Дослідні щури були розподілені на 5 груп: ІК (інтактний контроль, група інтактних щурів, які отримували 0,9% фізіологічний розчин); КР (контрольна патологія, група тварин зі стрептозотоциновим ЦД1, які отримували 0,9% фізіологічний розчин); НАцц (група щурів з індукованим ЦД1, які отримували N-ацетилцистеїн у дозі 1500 мг/кг); Мел (група щурів з індукованим ЦД1, які отримували мелатонін у дозі 10 мг/кг); НАцц+Мел (група щурів з індукованим ЦД1, які отримували N-ацетилцистеїн у дозі 1500 мг/кг та мелатонін у дозі 10 мг/кг). Лікарські засоби вводили внутрішньошлунково протягом 5 тижнів, починаючи з 15 доби після відтворення контрольної патології.

Для дослідження впливу N-ацетилцистеїну, мелатоніну та їх комбінації на функціональний стан ЦНС у щурів було використано методику «відкритого поля» та «темна-світлої камера» [20, 21]. Тестування починалося в один і той же час доби, за однакових умов освітлення і температури, за відсутності сторонніх запахів і шуму. Для уникнення впливу присутності експериментатора на поведінку тварин проводилася відеозйомка за допомогою відеокамери, вмонтованої на висоті 50 см. Після тестування кожної тварини установки протирали вологою губкою.

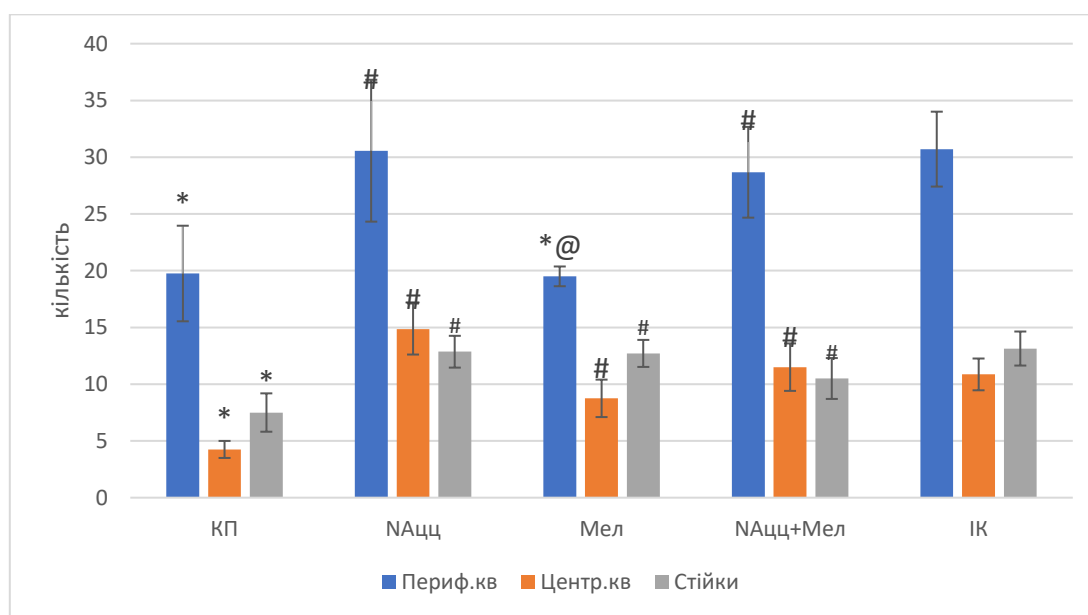
Методика «відкрите поле» певним чином відображає модуляцію функціональної активності мозку. За допомогою «відкритого поля» вивчали як вплинуло застосування N-ацетилцистеїну, мелатоніну та їх комбінації на рівень тривожності та дослідної активності щурів з експериментальним ЦД1. Для проведення цього тесту була використана прямокутна камера 40x40 см з пластиковими стінками висотою 30 см. Підлогою слугував лист білого пластику, з нанесеною чорною фарбою решіткою, що ділить поле на 36 рівних квадратів. Зовнішніми вважалися 20 квадратів, які прилягають до стінок поля. Відповідно,

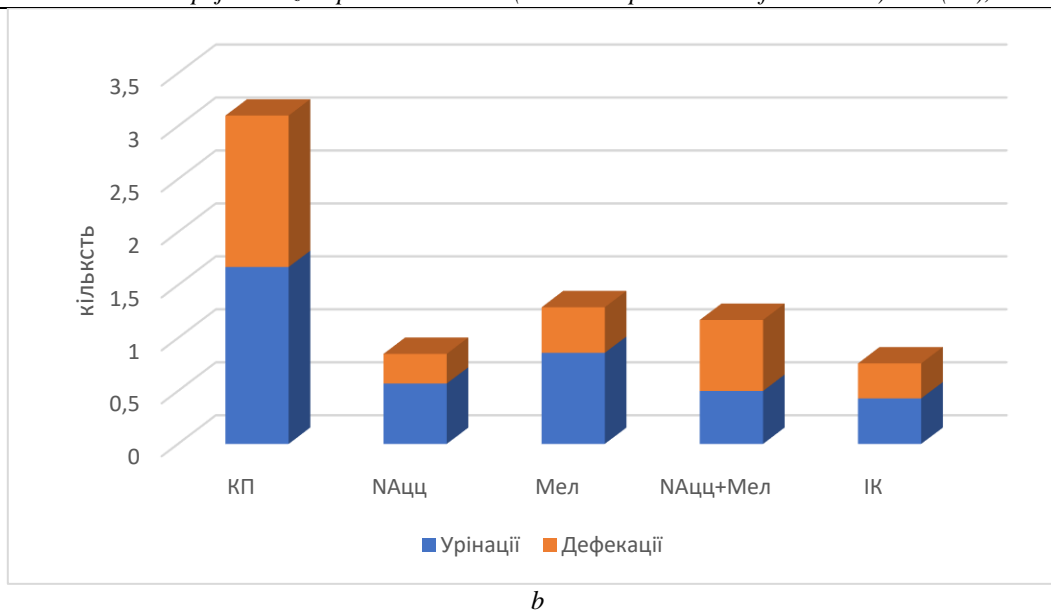
внутрішніми – 16 квадратів, які не прилягають до стінок. Тварину саджали в центр камери та реєстрували її поведінку протягом 3хв. У тесті визначали такі показники: горизонтальна активність, вертикальна активність, грумінг, дефекація, урінація. Горизонтальну активність оцінювали за кількістю квадратів, які перетнула тварина усіма кінцівками. При цьому горизонтальну активність поділяли на зовнішню (перетини квадратів які прилягають до стінок) та внутрішню (перетин центральних квадратів).

Установка «темна-світла камера» являла собою камеру, що складалася з двох рівних відсіків – темного та світлого, розмірами 40х40х40 см. Відсіки сполучні між собою отвором (10х5 см) в перегородці. Зверху темний відсік мав непрозору стелю, тоді як світлий – прозору, для спостереження за твариною та відеофіксації її поведінки. Модель створює конфліктну ситуацію для тварини, яка має схильність досліджувати невідомий простір, але спочатку хоче уникнути невідомого (неофобія) [22]. Поведінка щура в даному тесті являє собою інтегральний результат мотивацій: орієнтовно-дослідницької діяльності та норкового рефлексу (рефлекс переваги темряви). Під час тестування дослідних щурів поміщали до темної частини установки та фіксували їх поведінку протягом 3 хв. Замірювали час за який тварина заходила до світлої частини установки, кількість виглядань та виходів з нірки, час проведений в різних відділах установки. Виглядування з нірки рахували коли ніс, голова чи передня частина тіла тварини виднілася в отворі, а виходом - переміщення всіх чотирьох кінцівок тварини у відповідну частину камери. Вважається, що проміжок часу, проведеного в темному відсіку, корелює з рівнем тривожності, тоді як кількість виходів, виглядувань та час проведений в світлому відсіку – показники дослідної активності [20-22].

Експериментальні дані оброблено методом варіаційної статистики за допомогою програм «Medstat» та «IBM SPSS Statistics Base version 22.0». Для з'ясування міжгрупових відмінностей у випадку нормального розподілу вибірових даних використовували t-критерій Ст'юдента (для попарних порівнянь) або однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA за критерієм Шеффе та Даннета. За відсутності нормального розподілу використовували U – критерій Манна – Вітні. Відмінності вважали достовірними при  $P < 0,05$ . Точкову оцінку результатів представляли у вигляді середніх значень та стандартної похибки середнього ( $M \pm m$ ) [23].

**Результати.** Через 3 тижні, після моделювання стрептозотоцинового ЦД1, виявлено відмінності в поведінці дослідних щурів в тесті «відкритого поля» які зростали до 7 тижня. Так, на 7 тижні, в групі щурів КП число перетину периферичних квадратів зменшилося на 35,60%, центральних – 60,00%, а вертикальних стійок на 42,90% порівняно з групою ІК ( $p < 0,05$ ) (рис.1a) Вегетативні зміни супроводжувалися зростанням числа актив урінацій ( $1,67 \pm 0,21$  проти  $0,43 \pm 0,29$  в контролі,  $p < 0,05$ ) та дефекації ( $1,43 \pm 0,26$  проти  $0,33 \pm 0,21$ ,  $p < 0,05$ ). Введення НАцц, щурам зі стрептозотоциновим ЦД1, на п'ятому тижні фармакотерапії (рис.1a) супроводжувалося зростанням горизонтальної та вертикальної активності ( $p < 0,05$ ), зменшенням числа актив урінацій та дефекації ( $p < 0,05$ ). Протективна дія Мел сприяла збільшенню активності тварин за рахунок перетину центральних квадратів та збільшенню вертикальних стійок ( $p < 0,05$ ). Фармакотерапія Mel також асоціювалася зі зменшенням числа актив урінацій ( $p < 0,05$ ) в щурів з ЦД 1 в тесті «відкритого поля» (рис.1b).





*Рис.1 Вплив N-ацетилцистеїну (1500 мг/кг), мелатоніну (10 мг/кг) та їх поєднання (NAцц+Мел) на зміни орієнтовно-дослідницької активності (а) та вегетативної (б) поведінки щурів зі стрептозотоциновим ЦД1 в тесті «відкритого поля» на 7 тижні експерименту.*

Примітки:

- 1.\* – вірогідні відмінності проти інтактного контролю,  $p < 0,05$ ;
2. # – вірогідні відмінності проти контрольної патології,  $p < 0,05$ ;
3. @ – вірогідні відмінності проти NAцц+Мел,  $p < 0,05$ .

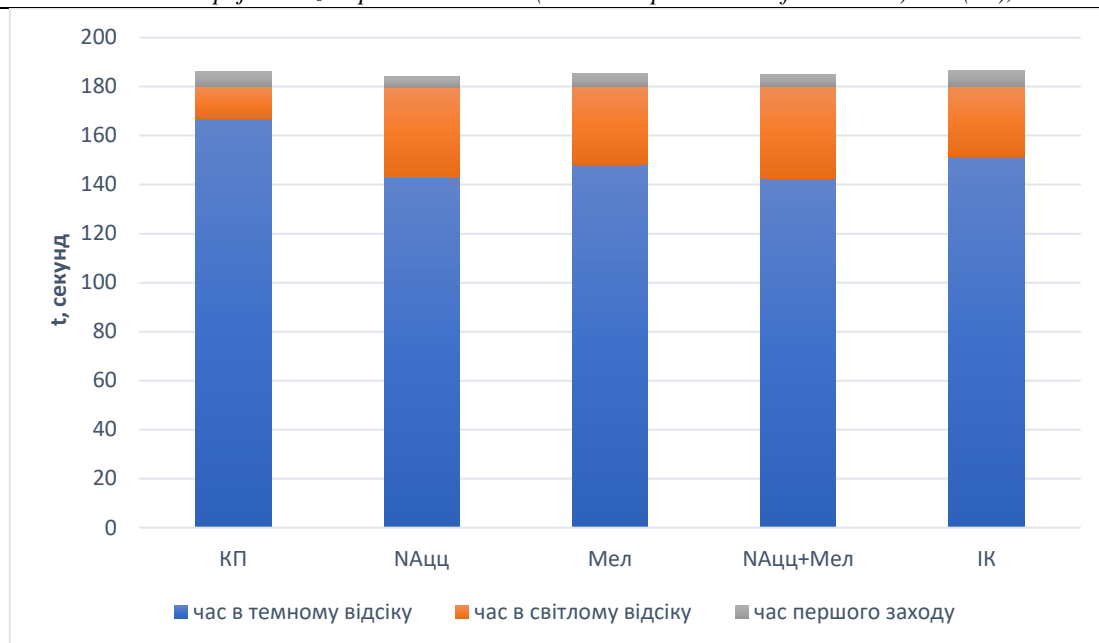
В групі тварин які отримували комбіновану терапію NAцц+Мел відзначено зростання горизонтальної активності (число перетину периферичних квадратів на 31,10%, центральних – 63,00% порівняно з групою КП, ( $p < 0,05$ ) та не спостерігалось достовірних змін вертикальної активності. Окрім того, на 70,00% зменшувалась кількість актів уринації ( $p < 0,05$ ) в тварин з ЦД1, що отримували комплекс ЛЗ. Не виявлено достовірних міжгрупових відмінностей за кількістю та тривалістю актів грумінгу.

Таким чином, зростання перетину периферичних квадратів, при застосуванні NAцц в моно- та комбінації з Мел у щурів зі стрептозотоциновим ЦД1, може свідчити про нормалізацію локомоторної активності. Тоді як достовірно зростання перетину центральних квадратів, у всіх групах фармакологічної корекції, свідчить про зменшення симптомів страху та значне посилення дослідницької діяльності. Застосування NAцц та Мел також супроводжувалося зростанням числа стійок що вказує на зростання пізнавальної активності тварин. Зниження актів уринації та дефекації, при застосуванні дослідних ЛЗ, об'єктивно відбиває зниження емоційної реактивності, оптимізацію емоційного стану й функціонального стану ЦНС щурів у цілому.

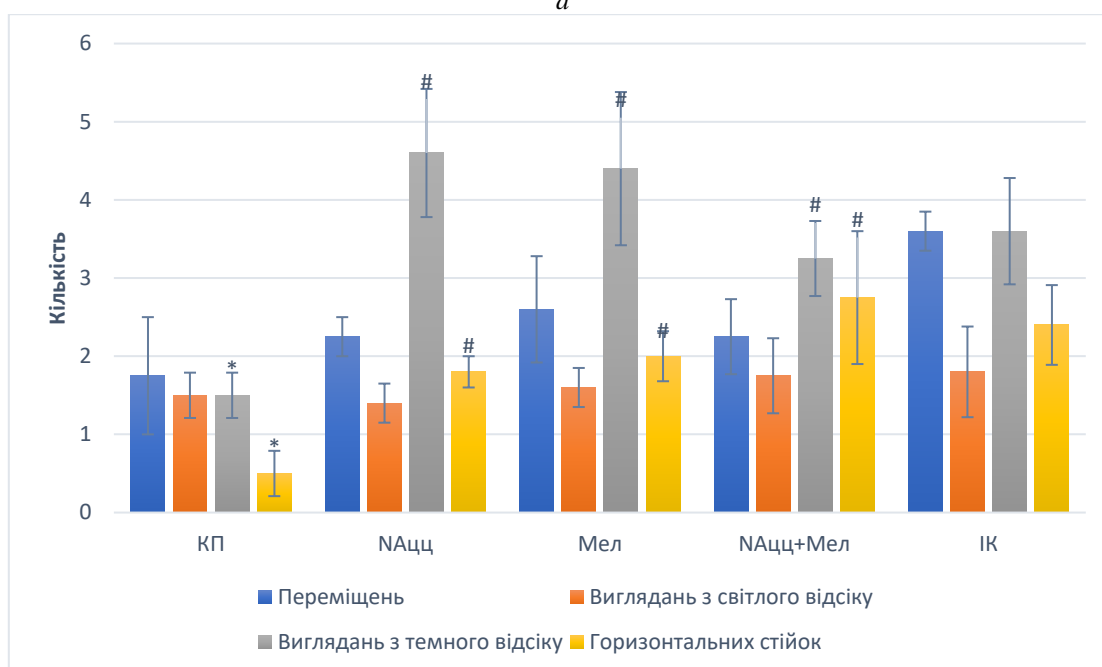
В тесті «темно-світлої камери» реєструвалися зміни поведінки щурів починаючи з 5 тижня

стрептозотоцинового ЦД1. Зокрема, на 7 тижня знайдено суттєві та вірогідні відмінності в часі перебування у відсіках установки (рис.2а). Так, сумарний час проведений в темній частині установки, групою тварин КП становив  $167,00 \pm 6,36$  с, тоді як в контролі –  $151,40 \pm 2,69$  с ( $p < 0,05$ ). Час перебування в світлій частині установки, в групі тварин КП, на 7 тижні експерименту, зменшувався в 2,2 рази ( $13,00 \pm 6,36$  с проти  $28,80 \pm 2,63$  с в ІК,  $p < 0,05$ ) що може свідчити про збільшення тривалості в тварин з експериментальним ЦД1. Щодо показників дослідницької активності, то реєструвалося зменшення числа виглядань з темного відсіку установки ( $1,50 \pm 0,29$  проти  $3,60 \pm 0,68$ ,  $p < 0,05$ ) та вставань на задні лапи ( $0,50 \pm 0,29$  проти  $2,40 \pm 0,51$ ,  $p < 0,05$ ) в порівнянні з ІК.

Всі досліджувані схеми фармакотерапії сприяли зменшенню тривожності та збільшенню пізнавальної активності тварин з ЦД1. Так, зменшувався час перебування в темному та зростав в світлому (в 2,8, 2,4 та 2,9 рази,  $p < 0,05$ ) відсіках камери (рис.2а). Тварини проявляли більшу пізнавальну активність: збільшувалась кількість виглядань з темного відсіку (в групі NAцц до  $4,60 \pm 0,82$ , Мел –  $4,40 \pm 0,98$  та NAцц+ Мел –  $3,25 \pm 0,48$   $p < 0,05$ ), вертикальна активність (в 3,6, 4 та 5,5 рази відповідно,  $p < 0,05$ ) (рис.2б).



a



b

Рис.2 Активність здорових щурів (ІК), щурів з ЦДІ, які отримували фізіологічний розчин (КП), щурів з ЦДІ, які приймали: N-ацетилцистеїн у дозі 1500 мг/кг (NAцц), мелатонін –10 мг/кг (Мел) та комбіновану терапію (NAцц + Мел) на 7 тижні експерименту.

Примітки. \* – вірогідні відмінності проти інтактного контролю,  $p < 0,05$ ; # – вірогідні відмінності проти контрольної патології,  $p < 0,05$ ;

Таким чином, в ході проведеного дослідження зафіксовано значні зміни в поведінці щурів зі стрептозотоциновим ЦДІ в тесті «відкритого поля» та «темно-світлої камери» що узгоджується з результатами попередніх досліджень [24]. Застосування N-ацетилцистеїну, мелатоніну та їх поєднання сприяло покращенню поведінки щурів з експериментальним ЦДІ що може свідчити нормалізацію функціонального стану ЦНС.

Іншими дослідниками, М. Costa та співавторами, було виявлено нормалізацію когнітивних функцій мишей на стрептозотоциновій

моделі хвороби Альцгеймера при застосуванні NAцц [25]. Тоді як R. Schneider та співавтори встановили протективний вплив NAцц (в дозі 60 та 90 мг/кг) на поведінку щурів з алкогольною інтоксикацією в тесті «відкритого поля» [26]. В експериментальних дослідженнях також встановлено здатність Мел знижувати депресивну поведінку та тривожність при моделюванні хвороби Альцгеймера у щурів [27, 28]. Повідомляється про анксиолітичні та антистресорні властивості Мел в тесті «відкритого поля» в умовах самоподразнення вентролатеральних і

амбивалентних зон вентромедіального гіпоталамуса старих щурів [29]. Таким чином, результати даних досліджень підтверджують здатність N-ацетилцистеїну та мелатоніну виявляти нормалізуючий вплив на функціональний стан ЦНС.

#### Висновки.

1. Виявлено, що у щурів зі стрептозотоциновим ЦДІ, показники орієнтовно-дослідницької діяльності на 7 тижні експерименту змінювалися за рахунок зменшення як горизонтальної так і вертикальної активності в 1,7 рази ( $p < 0,05$ ) в тесті «відкритого поля», тоді як в тесті «темно-світлої камери», вертикальна активність тварин зменшилася в 4,8 рази ( $p < 0,05$ ). Індукція стрептозотоцинового ЦДІ також супроводжувалася зростанням тривожності, про що свідчить зменшення часу перебування тварин в «світлій» частині установки «темно-світлої камери» в 2,2 рази та зменшення числа виглядань 2,4 рази ( $p < 0,05$ ). Вегетативні зміни супроводжувалися зростанням числа актів урінації в 3,8 рази та дефекації в 4,3 рази ( $p < 0,05$ ).

2. Відмічено, що введення НАцц в дозі 1500 мг/кг, Мел – в дозі 10 мг/кг та комбінації препаратів, сприяло збільшенню орієнтовно-дослідницької активності та зменшенню тривожності. Так, в тварини які отримували фармакотерапію, зростала горизонтальна (в 1,2-1,9 рази,  $p < 0,05$ ) та вертикальна (в 1,4-1,7 рази,  $p < 0,05$ ) активність в тесті «відкритого поля». В щурів зі стрептозотоциновим ЦДІ, яким вводили НАцц та НАцц+Мел, кількість актів урінації зменшилася в 2,9 та 3,3 рази ( $p < 0,05$ ). В тесті «темно-світлої камери» час перебування тварин з груп фармакологічної корекції в «світлій» частині установки зріс в 2,4-2,9 рази ( $p < 0,05$ ), кількість виглядань з темного відсіку збільшилася в 2,2-3,0 рази ( $p < 0,05$ ), вертикальна активність - в 3,6-5,5 рази ( $p < 0,05$ ).

3. Отримані результати вказують на покращення поведінки щурів зі стрептозотоциновим ЦДІ при застосуванні досліджуваних лікарських засобів, що може свідчити про нормалізацію функціонального стану ЦНС.

#### Література

1. Марин С.П. Неврологические проявления сахарного диабета. The journal of neuroscience of B. M. Mankovskyi. 2015. Т.3, №1. С.105-109.
2. Morphological and Pathological Characteristics of Brain in Diabetic Encephalopathy / C. Ruia et al. 2018. Journal of Alzheimer's disease. Doi:10.3233/JAD-180314.
3. Мителев Д. А. Новые возможности в терапии цереброваскулярных нарушений у детей и подростков с сахарным диабетом 1 типа. Український журнал дитячої ендокринології. 2015. №3 (4). С.36-41.
4. Пашковський Н.В. Особливості когнітивних функцій у хворих на діабетичну

енцефалопатію залежно від стадії та типу основного захворювання. Медичні перспективи. 2007. Т.12, №3. С.8-12.

5. Mild Cognitive Impairment in Young Type 1 Diabetes Mellitus Patients and Correlation with Diabetes Control, Lipid Profile, and High-sensitivity C-reactive Protein/N. Kumar et al. Indian J Endocrinol Metab. 2018. №22(6). P.780–784.

6. Type 1 diabetes-associated cognitive impairment and diabetic peripheral neuropathy in Chinese adults: results from a prospective cross-sectional study/ Xin Ding et al. BMC Endocrine Disorders. №34.

7. <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0359-2>

8. Родинський О. Г., Басиста К. І., Гузь Л. В. Нейрохімічні та поведінкові процеси в геронтогенезі за умов експериментальної гіпергілемії. Медичні перспективи. 2018. Т.18, №2. С.4-13.

9. Statin Use and Cognitive Impairment in Patients With Type 1 Diabetes: An Observational Study / J. M. Morys. 2016. № 9. doi: 10.1097/WNF.0000000000000158.

10. Impaired cognitive processing speed in type 1 diabetic patients who had severe/recurrent hypoglycaemia / S. Bortolotti et al. 2018. Journal of diabetes and its complications. 2018. №11 (32). doi:10.1016/j.jdiacomp.2018.08.005.

11. Wei L., Huangband E., Gaoc S. Type 1 Diabetes Mellitus and Cognitive Impairments: A Systematic Review. Journal of Alzheimer's disease. 2017. №57. P. 29-36.

12. Diabetes mellitus, cognitive impairment, and Traditional Chinese Medicine / S. W. Seto et al. International Journal of Endocrinology. 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/810439>.

13. Diabetes mellitus and cognitive impairments / E. Saedi et al. World Journal of Diabetes. 2016. Doi:10.4239/wjd.v7.i17.412/.

14. Шахмарданова С. А., Гулевская О. Н., Селецкая В. В., Зеленская А. В., Хананашвили Я. А., Нефедов Д. А., Галенко-Ярошевский П. А. Антиоксиданты: классификация, фармакотерапевтические свойства, использование в практической медицине. Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2016. №3. С. 4-15.

15. Ebrahimipour S., Esmaeili A., Beheshti S. Effect of quercetin-conjugated superparamagnetic iron oxide nanoparticles on diabetes-induced learning and memory impairment in rats. Nanomedicine. 2018. Doi: 10.2147/IJN.S177871.

16. Esin R.G., Khairullin I.K., Esin O.R. Cerebral insulin resistance: current concepts of the pathogenesis and possible therapeutic strategies. Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova. 2018. Doi: 10.17116/jnevro20181181192-95.

17. Qiao Z., Chen Y., Zhang Y., Niu Q. Beneficial effects of deep-sea fish oil on diabetic mice neurological injury. Cellular and molecular biology. 2017. Doi: 10.14715/cmb/2017.63.1.9.

18. Про захист тварин від жорстокого поводження [Електронний ресурс]: Постанова Кабінету Міністрів України від 12.02.2006 р. № № 3447-IV. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3447-15>.
19. European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://conventions.coe.int/treaty/en/treaties/html/123.htm>.
20. Animal Models of Diabetic Complications Consortium (AMDCC) Protocols. The University of Michigan Medical Center. Low-Dose Streptozotocin Induction Protocol (Mouse), 2003. 5 p.
21. Доклінічне вивчення специфічної активності потенційних лікарських засобів первинної та вторинної нейропротекції: методичні рекомендації / І. С. Чекман та ін. Київ, 2016. 93 с.
22. Грабовська С. В. Нейрофізіологічні реакції на дію низьких доз хлорпірифосу у шурів і їх потомства: дис. ... к-та біол. наук. 03.00.13/ Львівський національний університет імені І. Франка. Л., 2018. 132 с.
23. Тукаленко Є. В., Тубальцева І. І., Дмитрієва І. Р. Поведінкові реакції шурів вістар у віддаленому періоді після внутрішньоутробного опромінення <sup>131</sup>I. Техногенна безпека. Радіобіологія. 2016. №268. С. 99-104.
24. Трухачева Н. В. Медицинская статистика: учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2017. 324с.
25. Behavioral and Locomotor Measurements Using an Open Field Activity Monitoring System for Skeletal Muscle Diseases [Електронний ресурс] / Kathleen S. Tatem, James L. Quinn, Aditi Phadke та ін.] // J Vis Exp. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4672952/>.
26. N-acetylcysteine protects memory decline induced by streptozotocin in mice / M. Costa et al. Chemico-biological interactions. 2016. Doi:10.1016/j.cbi.2016.04.026.
27. N-acetylcysteine prevents behavioral and biochemical changes induced by alcohol cessation in rats / R. Schneider et al. Alcohol. 2015. Doi: 10.1016/j.alcohol.2015.01.009.
28. Nie L., Wei G., Peng S. Melatonin ameliorates anxiety and depression-like behaviors and modulates proteomic changes in triple transgenic mice of Alzheimer's disease. Biofactors. 2017. Doi:10.1002/biof.1369.
29. Balmik A., Chinnathambi S. Multi-faceted role of Melatonin in neuroprotection and amelioration of tau aggregates in Alzheimer's Disease. Alzheimers Dis. 2018. Doi: 10.3233/JAD-170900.
30. Шеверева В. М. Особенности поведения и эмоциональных реакций старых крыс в условиях самораздражения мозга и введения витамина мелатонина. Нейрофизиология. 2014. Т.46, №6. С.534-541.

**Черничко К. Й.**

к.б.н., доцент

**Підгорна С.Я.**

к.б.н., доцент

**Делі О.Ф.**

к.б.н., старший викладач

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
кафедра зоології,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

## ВИДОВИЙ СКЛАД ГЕЛЬМІНТІВ КУРЕЙ *GALLUS GALLUS DOMESTICUS*

В роботі проаналізовані результати обробки матеріалів, зібраних авторами у період 2017-2018 рр. Основний матеріал зібран в Одеській області. Досліджено видовий та таксономічний склад гельмінтів 30 особин домашніх курей. В ході дослідження було виявлено 5 видів гельмінтів, які відносяться до типу Plathelminthes, 4 родин та 5 родів. Найбільш представлені у *Gallus gallus domesticus* були *Raillietina echinobothrida* – 40% та *Ascaridia galli* – 35%. Екстенсивність зараженості гельмінтами склала 56,6 %. Домінуючою у паразитофауні є фауна цестод (цестоди – 64,7 %, нематоди – 35,29 %). Цестодами виявились дещо екстенсивніше заражені самки (90,9 %), ніж самці (9,1 %). Нематоди частіше паразитують у самок (83,3 %), ніж у самців (16,3 %).

*Ключові слова:* *Gallus gallus domesticus*, *гельмінти*, *цестоди*, *нематоди*.

В умовах інтенсивного використання земель, їх обводнення, розвитку рибництва відбуваються суттєві зміни в кількісному та якісному складі гельмінтофауни птахів, пов'язані зі зміною видового складу і чисельності птахів та різних груп безхребетних – проміжних хазяїв гельмінтів. Тому дані про гельмінтофауну птахів необхідні для розуміння сучасного стану та прогнозування

паразитологічної ситуації в Україні. Початок паразитологічних досліджень припадає на другу половину XVIII сторіччя. Більш широке дослідження гельмінтів птахів в Україні розпочалося в XIX сторіччі. Паразитологічні праці мали здебільшого характер фауністичного огляду і містили фрагментарні дані [39].



Відомо, що багато видів паразитів є спільними як для диких, так і для домашніх куроподібних птахів. Гельмінти є неодмінними компонентами екосистем і нерідко виступають в ролі стабілізуючого фактора завдяки своєму впливу на динаміку чисельності популяцій як проміжних, так і остаточних хазяїв [9].

Значна частина гельмінтів завершує свій розвиток в птахів, які в якості харчових об'єктів використовують проміжних хазяїв – безхребетних. Саме такою групою є Куроподібні, які відіграють важливу роль в циркуляції гельмінтів в наземних екосистемах.

Незважаючи на велику кількість повідомлень щодо гельмінтів курей, залишається недостатньо дослідженим їх ареал поширення та видовий склад на Півдні України [23].

Отже, всебічне вивчення гельмінтів курей у формуванні біоценозу потребує дослідження паразито-хазяїнних відносин, а також пошуку нових методів лабораторної діагностики.

Мета роботи - дослідження гельмінтів домашніх курей *Gallus gallus domesticus*.

#### Матеріал та методи дослідження

Матеріалом для цієї роботи слугували власні збори гельмінтів, отримані від гельмінтологічних розтинів домашніх курей - *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758), які належать до ряду Куроподібні (Galliformes). Всього методом неповного гельмінтологічного розтину [11] було досліджено 30 екземплярів птахів ряду Куроподібні (Galliformes). Більша частина матеріалу зібрана в весняно-літній період у 2017-2018 роках. Видову приналежність птахів визначали за спеціальними визначниками [12]. Знайдених паразитів фіксували 4% формаліном із подальшим зберіганням у 70% спирті. Постійні препарати виготовляли за стандартними методиками [13]. Фарбували паразитів карміном, після чого зневоднювали у серії спиртів зростаючої концентрації та заключали у канадський бальзам. Паразитологічна термінологія використовувалась згідно з [14]. Для аналізу зараженості використовували такий паразитологічний індекс, як екстенсивність інвазії – процент хазяїв, заражених гельмінтами (Р, %).

#### Результати досліджень та їх обговорення

За результатами паразитологічних досліджень встановлено значне поширення гельмінтів серед птахів ряду Куроподібні Одеської області.

Наведемо систематичний огляд виявлених гельмінтів птахів, які належать до ряду Куроподібні (Galliformes).

#### Родина Hymenolepididae (Ariola, 1899) Railliet et Henry, 1909

Рід *Echinolepis* Magalhaes, 1898

*Echinolepis carioca* (Magalhaes, 1898) Spassky et Spasskaja, 1954

**Хазяїн:** домашні кури та індички (*Gallus gallus dom.* та *Meleagris gallopavo*).

**Локалізація:** тонкий кишківник.

**Місце знаходження:** смт. Велика Михайлівка, Одеська область.

#### Родина Heterakidae Railliet et Henry, 1912

Рід *Heterakis* Scharank, 1790

*Heterakis gallinarum* Schrank, 1788

**Хазяїн:** домашня курка та індичка (*Gallus gallus dom.*, *Meleagris gallopavo*).

**Локалізація:** сліпа кишка.

**Місце знаходження:** смт. Велика Михайлівка, Одеська область

#### Родина Ascariidae Travassos, 1919

Рід *Ascaridia* Dujardin, 1845

*Ascaridia galli* Schrank, 1788

**Хазяїн:** домашня курка (*Gallus gallus dom.*)

**Локалізація:** тонкий кишківник

**Місце знаходження:** смт. Велика Михайлівка, Одеська область

#### Родина Davaineidae Braun 1900

Рід *Raillietina* Fuhrman, 1920

*Raillietina echinobothrida*, Megnin, 1880

**Хазяїн:** домашня курка (*Gallus gallus dom.*)

**Локалізація:** тонкий кишківник.

**Місце знаходження:** смт. Велика Михайлівка, Одеська область

#### Родина Davaineidae Braun, 1900

Рід *Davainea* Blanchard, 1891

*Davainea proglottina*, Davaine, 1860

**Хазяїн:** домашня курка (*Gallus gallus dom.*).

**Локалізація:** тонкий кишківник.

**Місце знаходження:** смт. Велика Михайлівка, Одеська область.

Аналіз отриманого матеріалу показав середню загальну зараженість гельмінтами куроподібних птахів (56,6 %, 17 із 30 досліджених птахів) (табл.1).

Таблиця 1

#### ЕКСТЕНСИВНІСТЬ ЗАРАЖЕНОСТІ *GALLUS GALLUS DOMESTICUS*

Вид птаха	Кількість оглянутих особин		Кількість заражених особин		%	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
<i>Gallus gallus domesticus</i>	23	7	15	2	65,2	28,5
Всього	30		17		56,6	

Як видно з даних таблиці 1 екстенсивність зараженості самців та самок дуже різнилась. Так зараженість самок становила 65,2%, тоді як самців – 28,5 %.

Стать хазяїна, що являє собою певні анатомо-фізіологічні особливості організму самців та самок, вочевидь, в певній мірі також впливає на зараженість птахів гельмінтами.

Крім цього, стать хазяїна, мабуть, може мати непрямий вплив на гельмінтофауну через

відмінності в способі життя та, відповідно, у складі їжі, а також у зв'язку з різною роллю самців та самок у насиджуванні та вигодовуванні пташенят.

Всього було досліджено 30 особин птахів. Цестодами виявились дещо екстенсивніше заражені самки (10, або 90,9 %), ніж самці (1, або 9,1 %) (табл. 2). Нематоди частіше паразитують у самок (5, або 83,3 %), ніж у самців (1, або 16,3 %).

Таблиця 2

**ЕКСТЕНСИВНІСТЬ ЗАРАЖЕНОСТІ *GALLUS GALLUS DOMESTICUS* ЦЕСТОДАМИ**

Вид птаха	Кількість заражених особин		%	
	♀	♂	♀	♂
<i>Gallus gallus domesticus</i> , Linnaeus, 1758	10	1	90,9	9,1
Всього	11		64,7	

В результаті дослідження було встановлено, що самки, заражені нематодами, склали – 90,9 %,

а самці – 9,1 %. Таким чином, екстенсивність зараження у самок вища, ніж у самців (табл. 3).

Таблиця 3

**ЕКСТЕНСИВНІСТЬ ЗАРАЖЕНОСТІ *GALLUS GALLUS DOMESTICUS* НЕМАТОДАМИ**

Вид птаха	Кількість заражених особин		%	
	♀	♂	♀	♂
<i>Gallus gallus domesticus</i> , Linnaeus, 1758	5	1	83,3	16,6
Всього	6		35,29	

Домінуючою у паразитофауні є фауна цестод (цестоди – 64,7 %, нематоди – 35,29 %). Домінування чітко спостерігається не тільки у різноманітті видів цестод, у порівнянні з нематодами, але проявляється і в екстенсивності інвазії цими паразитами. Якщо екстенсивність інвазії цестодами складає 64,7 %, то у нематод ця цифра досягає 35,29 %.

Таким чином, найбільш суттєва різниця була виявлена у зараженні цестодами птахів, що

відносяться до різних статей. Самки виявились сильніше зараженими, ніж самці. Аналогічні результати були виявлені при зараженні нематодами.

В ході дослідження було виявлено 5 видів гельмінтів, які відносяться до типу Plathelminthes, (Cestoda, Nematoda), 4 родин (Hymenolepididae, Davaineidae, Heterakidae, Ascariididae) та 5 родів (*Echinolepis*, *Raillietina*, *Davainea*, *Heterakis*, *Ascaridia*).

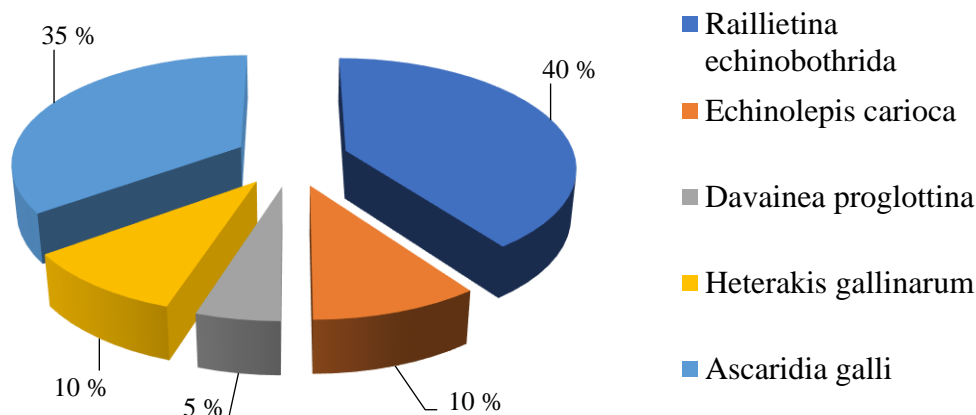


Рис. 2. Видовий склад гельмінтів у *Gallus gallus domesticus*

Найбільш представлені у *Gallus gallus domesticus* були *Raillietina echinobothrida* – 40% та *Ascaridia galli* – 35%. Висока екстенсивність інвазії характерна для господарств зі щільним утриманням птиці на одиницю площі виходу, за відсутності зміни виходу та неповноцінному годуванні.

Серед виявлених видів паразитів 60% є біогельмінтами, розвиток яких відбувається з участю проміжних або паразитичних хазяїв – безхребетних різних класів: олігохет, ракоподібних, комах, молюсків, а 40% є геогельмінтами.

#### Висновки

1. На 30 особинах курки домашньої *Gallus gallus domesticus* було відмічено 5 видів, які належать до 2 класів, 4 родин та 5 родів.

2. Найбільш представлені у *Gallus gallus domesticus* були *Raillietina echinobothrida* – 40% та *Ascaridia galli* – 35%.

3. Екстенсивність зараженості гельмінтами склала 56,6%. Домінуючою у паразитофауні є фауна цестод (цестоди – 64,7%, нематоди – 35,29%).

4. Цестодами більш заражені самки (10, або 90,9%), ніж самці (1, або 9,1%). Нематоди також частіше паразитують у самок (5, або 83,3%), ніж у самців (1, або 16,3%).

#### Список використаної літератури

1. Андриевская Н. Ю. Гельминтофауна птиц Одесской области / Н. Ю. Андриевская // Тр. 2-й науч. конф. паразитологов УССР. – Киев, 1956. – 20-22 с.

2. Бережний Д. В. Гельмінтофауна та гельмінтоценози диких водоплаваючих птахів Біосферного заповідника «Асканія Нова» імені Ф. Е. Фальц-Фейна, розробка заходів боротьби та профілактики / Д. В. Бережний // дисертація на здобуття наукового ступеня кандидат ветеринарних наук. – Харків, 1999. – 19

3. Догель В.А. Биологические особенности паразитофауны перелетных птиц / В.А. Догель // Изв. Акад. наук СССР, 1949 – Сер. биол. 1. – 99-107 с.

4. Дубинина М. Н. Паразитологическое исследование птиц / М. Н. Дубинина // Изд-во АН СССР, 1955. – 133 с.

5. Иванов А. В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных / А. В. Иванов, Ю. И. Полянский, А. А. Стрелков. // М.: Высшая школа, 1981. – 493 с.

6. Лисицына О. И. Каталог гельминтов позвоночных Украины: Акантоцефалы, Моногеи / О. И. Лисицына, А. И. Мирошниченко // – К.: Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена, 2008 – 138 с.

7. Определитель паразитов позвоночных Черного и Азовского морей. / Под ред. В. Н. Гресе – К.: Наукова думка, 1975. – 550 с.

8. Степанова Н. А. Цестодози курей півдня України / Н. А. Степанова // Автореферат дисертації ... канд. вет. наук. – Львів, 2018. – 24 с.

9. Фесенко Г. В. Анотований список українських наукових назв птахів фауни України (з характеристикою статусу видів) / Г. В. Фесенко, А. А. Бокотей. – Київ-Львів: РомусПоліграф, 2007. – 112 с.

10. Lawal J. R. Survey and prevalence of gastrointestinal cestodes in village chickens (*Gallus gallus domesticus*) slaughtered in gombe metropolis poultry dressing slabs / J. R. Lawal, I. U. Hambali, S. M. Jajere, A. M. Bello, A.A. Bui // International journal of livestock research. – 2015. – p. 28

11. Vasileva G. P. Hymenolepidid cestodes from grebes in Ukraine: the genus *Confluria* / G. P. Vasileva, V. V. Korniyushin, T. Genov // Вестник зоологии. – 2001. – V. 35, № 6. – p. 1-31

12. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited / Bush A. O., Lafferty K. D., Lotz J. M., Shostak A. W. // J. Parasitol. – 1997. – Vol. 83, N 4. – P. 5759-583.

# ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

**Gryazneva Tatiana Nicolaevna**

*doctor of biological sciences, professor of the department of microbiology,  
FGBEU IN MGAVM&B - MVA named after K.I.Skryabin*

**Shlionskiy Vadim Yurievich**

*graduate student of the department of microbiology  
FGBEU IN MGAVM&B - MVA named after K.I.Skryabin*

## EVALUATION OF THE PROSPECTS OF APPLICATION OF PHOTOSENSIBILIZERS AS BACTERICIDAL DRUGS IN INDUSTRIAL POULTRY

**Грязнева Татьяна Николаевна**

*доктор биологических наук, профессор кафедры микробиологии,  
ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА им.К.И.Скрябина*

**Шлёнский Вадим Юрьевич**

*аспирант кафедры микробиологии,  
ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА им.К.И.Скрябина*

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ В КАЧЕСТВЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ

**Summary.** The aim of the work was to determine the presence of antimicrobial activity in photosensitizers with a further determination of the effectiveness of the use of photosensitizers as a prophylactic drug for commercial animals.

In the theoretical part, a definition of photosensitizers was given with a description of the reactions that they enter into biological systems, the goal of the work and tasks was formulated.

In the practical part, experiments were conducted to determine the presence of antimicrobial activity in photosensitizers, followed by determination of the resistance of various cultures of microorganisms to photosensitizers, and in vivo experiments were conducted to determine the effectiveness of the use of photosensitizers drug for poultry.

Conclusions were drawn on the effect of photosensitizers on sanitary-indicative microorganisms and the causative agent of bird salmonellosis, the preventive efficacy of Photoditazine was determined in order to maintain the well-being of the broiler chickens and to obtain high-quality and safe poultry products.

**Аннотация.** Целью работы было определить наличие у фотосенсибилизаторов антимикробной активности с дальнейшим определением эффективности применения фотосенсибилизаторов в качестве профилактического препарата для промышленных животных.

В теоретической части было дано определение фотосенсибилизаторов с описанием реакций, в которые они вступают в биологических системах, была сформулирована цель работы и задачи.

В практической части были проведены опыты с целью определения наличия у фотосенсибилизаторов антимикробной активности с последующим выяснением резистентности различных культур микроорганизмов к фотосенсибилизаторам, а также были проведены опыты in vivo с целью определения эффективности применения фотосенсибилизаторов в качестве профилактического препарата для промышленных животных.

Были сделаны выводы по влиянию фотосенсибилизаторов на санитарно-показательные микроорганизмы и возбудителя сальмонеллеза птиц, определена профилактическая эффективность Фотодитазина в целях поддержания благополучия поголовья цыплят-бройлеров и получения качественной и безопасной продукции птицеводства.

**Key words:** *photosensitizers, photodynamic effect, bacterial contamination, bactericidal activity.*

**Ключевые слова:** *фотосенсибилизаторы, фотодинамический эффект, бактериальная обсемененность, бактерицидная активность.*

**Актуальность.** В настоящее время в ветеринарной хирургии для лечения онкологий используют метод фотодинамической терапии (ФДТ). Данный метод основан на взаимодействии с мембраной клеток молекул фотосенсибилизаторов.

Фотосенсибилизаторы - это вещества, способные передавать энергию света другим веществам, тем самым запуская цепочку физическо-химических процессов, из которых

наибольший интерес представляют те реакции, которые приводят к образованию свободных радикалов и активных форм кислорода. К примеру, возбужденный сенсибилизатор может отделить атом водорода от молекулы белка. Белковая молекула превращается в радикал, и начинается цепочка окислительных реакций. Сама молекула фотосенсибилизатора в процессе реакции не изменяется, она передает кислороду водород,

отделенный от белковой молекулы, и возвращается в исходное состояние, готовая поглотить очередную порцию света. Что касается кислорода, то он в результате превращается в очень активный анион-радикал, супероксид. Если триплетная молекула сенсibilизатора напрямую сталкивается с молекулой кислорода, то кислород отбирает у сенсibilизатора энергию и сам переходит в возбужденное состояние. Кислород в синглетном возбужденном состоянии, как и супероксид, чрезвычайно активен: обе эти высокоактивные частицы очень подвижны и являются универсальными окислителями.

Общий механизм реакций, в которые вступают фотосенсibilизаторы в биологических системах, представлен уравнениями (1.) – (4.):

1.  $C + h\nu \rightarrow *C$
2.  $*C + RH \rightarrow *CH + R^*$
3.  $*CH + O_2 \rightarrow C + HO_2^*$
4.  $R^* + O_2 \rightarrow RO_2^*$

На первом этапе (1) молекула сенсibilизатора С под действием света переходит в возбуждённую форму  $*C$ . Последняя реагирует с субстратом клетки, давая два радикала (2). Гидрированная форма сенсibilизатора (3) окисляется кислородом воздуха в исходную структуру. Радикал субстрата  $R^*$  может окислять либо другие субстраты, либо присоединять кислород, образуя перекисные радикалы  $RO_2^*$ (4).

Согласно данным из статьи Бондаренко В.М., Коновалова Г.Н., Николаева Е.В. и соавторов «Эффект фотодинамического воздействия металлокомплексов производных хлорина Е6 на условно-патогенные бактерии с использованием сверхъярких светодиодов холодного белого света», опубликованной в 2008 году, фотосенсibilизатор могут обладать бактерицидными свойствами.

На основании свойств фотосенсibilизаторов реагировать с белками и образовывать высокоактивные окислители были сделаны предположения о возможности использования фотосенсibilизаторов, как бактерицидных препаратов, и были проведены исследования по выявлению антимикробной активности фотосенсibilизаторов на примере фотосенсibilизатора второго поколения на основе хлоринов- «Фотодитазина».

**Цель и задачи.** Целью данной работы является определение наличия у фотосенсibilизаторов антимикробной активности и определение влияния «Фотодитазина» на суточные приросты массы цыплят бройлеров с 9 суток жизни и до убоя на 30-ые сутки жизни при ежесуточном выпаивании препарата в активной форме одной группе и в неактивной форме другой группе и дальнейшим анализом тушек подопытных цыплят в бензидиновом тесте на активность пероксидазы и в бактериологических исследованиях на общую микробную обсемененность со сравнением полученных данных с аналогичными показателями у группы, получавшей антибиотик широкого спектра в профилактической дозировке, и у

контрольной группы, не получавшей какие-либо препараты.

Для этого были поставлены следующие задачи:

1) Выявить наличие антимикробной активности у действующего вещества фотосенсibilизатора «Фотодитазина», хлорина Е6, и определить его минимальную подавляющую концентрацию для музейных штаммов *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*.

2) Измерить суточные приросты массы тела цыплят бройлеров с 9 суток жизни и до убоя на 30-ые сутки жизни в четырех подопытных группах:

- в группе, получавшей активированный «Фотодитазин»;

- в группе, получавшей неактивированный «Фотодитазин»;

- в группе, получавшей антибиотик широкого спектра действия;

- в контрольной группе.

3) Проанализировать тушки цыплят из подопытных групп на активность пероксидазы методом бензидинового теста.

4) Определить общую микробную обсемененность тушек цыплят из подопытных групп методом подсчета КМАФАнМ.

5) Сравнить полученные результаты и сделать выводы об эффективности применения фотосенсibilизаторов как бактерицидных препаратов и предложить наиболее эффективные методики их применения.

**Материалы и методы.** Исследовательская работа выполнялась на кафедре микробиологии ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА имени К.И. Скрябина. Материалом для исследования служил испытуемый препарат «Фотодитазин»- диметилглюкаминная соль хлорина Е6, фотосенсibilизатор второго поколения, это водорастворимые производные хлорофилла предложенные к использованию для медицинских целей. Данный препарат обладает способностью поглощать свет в видимой области, результатом чего является его фотоактивация и последующая релаксация возбужденного состояния с переносом энергии на растворенный в тканях молекулярный кислород и органические субстраты. После введения препарат попадает в печень, а затем в кровь, после чего он перераспределяется в органы и ткани животных. «Фотодитазин» был активирован лазером мощностью 0,8 Вт с длиной волны 662 нм.

Исследовательская работа проводилась в соответствии со следующей нормативной документацией:

- ГОСТ Р ИСО 20776-1-2010 «Клинические лабораторные исследования и диагностические тест-системы in vitro», использовался для опытов in vitro по определению антимикробной активности «Фотодитазина» и его минимальной подавляющей концентрации;

- ГОСТ Р 50396.0-92 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты птицы. Методы

отбора проб и подготовка к микробиологическим исследованиям» и ГОСТ 31468-2012 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Метод выявления сальмонелл» использовались для отбора проб и проведения бактериологических исследований в опыте по определению минимальной концентрации «Фотодитазина», необходимой для санации птицеводческой продукции от бактерий рода *Salmonella*;

- ГОСТ 31470-2012 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований» использовался при постановке бензидинового теста на активность пероксидазы;

- ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов» и СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» использовались для определения общей микробной обсемененности исследуемых образцов и оценки результатов данных исследований.

А также выбор питательных сред для подтверждения видовой принадлежности подопытных культур микроорганизмов *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis* и *Salmonella gallinarum* основывался на следующих нормативных документах: ГОСТ 28566-90 «Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества энтерококков», ГОСТ 31746-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*» и МУ 4.2.2723-10 «Лабораторная диагностика сальмонеллез, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды» соответственно.

Для выявления антимикробной активности действующего вещества «Фотодитазина», хлорина Е6, с определением его минимальной подавляющей концентрации использовались последовательные десятикратные разведения действующего вещества данного препарата, хлорина Е6, в концентрациях его от  $1 \text{ mg}$  до  $1 \times 10^{-8} \text{ mg}$  в 0,5 мл. Для определения минимальной подавляющей концентрации для бактерий видов *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* и *Salmonella enteritidis* использовались музейные штаммы. Из пробирок, содержащих посеvy с музейными штаммами на полужидкой агаризованной среде, были сделаны посеvy на плотные питательные среды с дифференциально-диагностическими свойствами для каждого штамма: на агар Сланец-Бартли для штамма *Enterococcus faecalis*, на агар Байрда-Паркера для штамма *Staphylococcus aureus* и на агар Рамбах для штамма *Salmonella enteritidis* соответственно. Через сутки культивирования в термостате при  $37^\circ\text{C}$  выросшие на данных плотных средах колонии были просмотрены на проявление типичных ферментативных свойств для

соответствующих видов микроорганизмов и на гомогенность выросших колоний для подтверждения чистоты подопытных культур. После перечисленных опытов для подтверждения видовой принадлежности был сделан посев колоний с плотных питательных сред в мясо-пептонный бульон. Пробирки с данными посевами микроорганизмов каждого вида инкубировались в течение суток при  $37^\circ\text{C}$  для получения суточной культуральной суспензии для дальнейших опытов. Полученные суточные культуральные суспензии микроорганизмов каждого вида были доведены до 0,5 стандарта МакФарланда стерильным физиологическим раствором и добавлены к предварительно разведенным в концентрациях  $1 \text{ mg}$  до  $1 \times 10^{-8} \text{ mg}$  в 0,5 мл растворам хлорина Е6 из расчета 0,5 мл суспензии, соответствующей 0,5 стандарту МакФарланда, к 0,5 мл раствора препарата. После этого полученные смеси бактериальных суспензий микроорганизмов каждого вида и растворов хлорина Е6 инкубировались в течение суток при  $37^\circ\text{C}$ . После инкубации отсутствие роста оценивалось визуально, а также из полученных подопытных смесей был сделан рассев на мясопептонный агар для подтверждения предположения, что исследуемая концентрация раствора хлорина Е6 приводит к лизису вегетативных форм подопытных микроорганизмов.

Для определения эффективности применения «Фотодитазина» в качестве профилактического препарата для домашней птицы использовались цыплята бройлеры 9-суточного возраста в количестве 12 особей. Для определения эффективности применения «Фотодитазина» в качестве профилактического препарата для домашней птицы он выпаивался подопытным цыплятам аналогично методике, предусмотренной для выпаивания птице антибиотиков в профилактических целях в предписанной фармакологической дозировке 0,2 мл препарата на 1 кг массы тела. Исследования проводились на 4 группах, по 3 цыпленка в каждой:

- 1-я группа получала каждый день раствор антибиотика широкого спектра действия «Фурацилин»;

- 2-я группа получала каждый день раствор активированного фотосенсибилизатора «Фотодитазин»;

- 3-я группа получала каждый день раствор неактивированного фотосенсибилизатора «Фотодитазин»;

- 4-я группа использовалась для контроля.

Откорм всех вышеперечисленных цыплят проводился в течение 21 суток с ежедневным взвешиванием для определения среднесуточных приростов массы, после чего был проведен убой для получения проб мяса для дальнейших исследований.

Для определения влияния «Фотодитазина» на созревание мяса был использован бензидиновый тест на активность пероксидазы.

В пробирку были налиты по 2 мл мясной вытяжки от одной тушки из каждой из 4 подопытных групп в соотношении 1:4, были прилиты по 5 капель 0,2%-ного раствора бензидина, после чего каждую пробу взболтали и добавили 2 капли 1%-ного раствора перекиси водорода.

Мясо считали свежим, если вытяжка приобретала сине-зеленый цвет, переходящий в течение 1-2 минут в буро-коричневый. В этом случае бензидиновый тест на пероксидазу считался положительным.

Если вытяжка не приобретала в течение 1-2 минут специфического сине-зеленого окрашивания либо сразу появлялось буро-коричневое окрашивание, то это являлось бы признаком несвежего мяса, это означает, что бензидиновый тест на пероксидазу - отрицательный.

Для определения общей микробной обсемененности тушек цыплят из подопытных групп методом подсчета КМАФАнМ были приготовлены серийные десятикратные разведения из взвеси, полученной из мяса исследуемых тушек. Перед посевом каждую пробу освобождали от видимой соединительной и жировой ткани, погружали в спирт и обжигали поверхность. Затем ножницами из глубины каждого образца вырезали кусочки размером 2,5x1,5x2,5 см, взвешивали и помещали в стерильную ступку и добавляли физиологический раствор. Ножницами измельчали до получения кашицеобразной массы, в которой исследуемый материал находился в соотношении к общему количеству  $1 \times 10^{-1}$ . Полученную взвесь отстаивали не менее 10 минут, затем готовили ряд десятикратных разведений.

Для этого в пробирку с 9 см<sup>3</sup> стерильного физиологического раствора было внесено 1 см<sup>3</sup> взвеси. После перемешивания получено разведение  $1 \times 10^{-2}$ . Из полученного разведения после переноса

1 см<sup>3</sup> в следующую пробирку с физиологическим раствором получается разведение  $1 \times 10^{-3}$  и т.д. Для каждого разведения бралась отдельная стерильная пипетка. Из второго, третьего и четвертого десятикратного разведения было внесено по 1 см<sup>3</sup> содержимого в стерильные чашки Петри, после чего в них были залиты 12-15 см<sup>3</sup> расплавленного и охлажденного до 45°C - 46°C МПА. Путем осторожного вращения чашек по поверхности стола содержимое было смешано. После застывания агара чашки Петри были перевернуты вверх дном и помещены в термостат на 24 часа при температуре 37°C.

По истечении трех суток при температуре 37°C подсчитывали число выросших колоний в глубине и на поверхности агара с помощью прибора для подсчета колоний, перевернув чашку вверх дном. Результаты учитывали только на тех чашках, где выросло от 10 до 300 колоний. Число выросших колоний умножали на соответствующее разведение, чтобы определить величину КМАФАнМ в 1 г продукта.

В качестве контроля в термостат при 37°C на 3 суток были помещены 2 пробирки с используемым физиологическим раствором и 2 чашки с используемым МПА для подтверждения отсутствия в них сопутствующей микрофлоры.

**Результаты.** Исходя из результатов проведенных исследований по выявлению антимикробной активности действующего вещества «Фотодитазина», хлорина Е6, с определением его минимальной подавляющей концентрации основной компонент фотосенсибилизатора, был сделан вывод, что хлорин Е6, обладает антимикробной активностью.

Результаты определения минимальной подавляющей концентрации хлорина Е6 представлены в таблице 1.

Таблица 1

**МИНИМАЛЬНАЯ ПОДАВЛЯЮЩАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ХЛОРИНА Е6 ПО ОТНОШЕНИЮ К  
БАКТЕРИЯМ ВИДОВ ENTEROCOCCUS FAECALIS, STAPHYLOCOCCUS AUREUS,  
SALMONELLA ENTERITIDIS**

Вид микроорганизма	Enterococcus faecalis	Staphylococcus aureus	Salmonella enteritidis
Концентрация хлорина Е6 в 0,5 мл, мг			
1	Роста нет	Роста нет	Роста нет
$1 \times 10^{-1}$	Роста нет	Роста нет	Роста нет
$1 \times 10^{-2}$	Роста нет	Роста нет	Роста нет
$1 \times 10^{-3}$	Роста нет	Роста нет	Роста нет
$1 \times 10^{-4}$	Роста нет	Роста нет	Роста нет
$1 \times 10^{-5}$	Роста нет	Роста нет	Роста нет
$1 \times 10^{-6}$	Роста нет	Рост есть	Рост есть
$1 \times 10^{-7}$	Рост есть	Рост есть	Рост есть
$1 \times 10^{-8}$	Рост есть	Рост есть	Рост есть

Как видно из таблицы 1, наиболее эффективная для получения бактерицидного эффекта минимальная концентрация хлорина Е6

составляет  $1 \times 10^{-5}$  мг препарата в 0,5 мл раствора. Следует также отметить, что в данном опыте отсутствие роста отмечалось лишь при отсутствии

роста на мясопептонном агаре при пересеве из подопытных смесей исследуемых растворов хлорина Е6 с соответствующими бактериальными суспензиями, что также свидетельствует о лизисе вегетативных форм использованных микроорганизмов и может косвенно указывать на отсутствие у них L-трансформации в данных условиях.

По результатам подсчета абсолютных приростов массы исследуемых групп цыплят были вычислены следующие средние абсолютные приросты массы исследуемых групп:

1) Группа, получавшая активированный «Фотодитазин»- 74 г;

2) Группа, получавшая неактивированный «Фотодитазин»- 63 г;

3) Группа, получавшая антибиотик- 45 г;

4) Контрольная группа с обычным кормлением- 33 г.

В результате проведенного бензидинового теста на активность пероксидазы было выяснено, что применение «Фотодитазина» не влияет на созревание мяса.

Для образцов мяса, отобранных от цыплят подопытных групп, получавших «Фотодитазин» в активированной и неактивированной форме бензидиновый тест на пероксидазу был положительным, как и для образцов, отобранных от цыплят, получавших антибиотик, и от контрольной группы

Показатели общей микробной обсемененности исследуемых проб мяса представлены в таблице 2.

Таблица 2

### ПОКАЗАТЕЛИ ОБЩЕЙ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ПРОБ МЯСА

Наименование образца	КМАФАнМ, КОЕ/г
СанПиН2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов	$1 \times 10^5$
Проба мяса из группы, получавшей активированный «Фотодитазин»	$2,7 \times 10^4$
Проба мяса из группы, получавшей неактивированный «Фотодитазин»	$1,4 \times 10^6$
Проба мяса из группы, получавшей антибиотик	$0,9 \times 10^6$
Контроль, проба мяса из группы, выращиваемой с обычным кормлением	$2 \times 10^6$

**Заключение и выводы.** Наблюдения в опытах, проведенных *in vitro*, показали, что фотосенсибилизаторы проявляют бактерицидные свойства, причем наилучшим образом они действуют на грамположительные бактерии, имеющие в клеточной стенке большое количество пептидогликанов.

На основании опытов, проделанных на подопытных группах цыплят, было выяснено, что птица, получавшая раствор активированного фотосенсибилизатора «Фотодитазин» обладала наибольшими привесами из всех подопытных групп, кроме того введение в откорм антибиотика широкого спектра «Фурацилин» в первые дни его дачи привело к диспепсии у подопытной группы, получавшей его, с дальнейшей частой и жидкой дефекацией и снижения аппетита. Как показали микробиологические исследования тушек из каждой подопытной группы, «Фотодитазин» не оказывает отрицательного эффекта на органолептические и физико-химические показатели мяса убойных животных, не вызывает пороков продукта, а бактериальная обсемененность мяса, обработанного фотосенсибилизатором, ниже, чем у мяса, не подвергшегося обработке. Кроме того при выпаивании фотосенсибилизатора «Фотодитазина» подопытным цыплятам-бройлерам на протяжении всего опыта у цыплят не было обнаружено каких-либо отклонений - кожа была ровная и гладкая, без признаков аллопедий, перьевой покров соответствовал физиологической норме, пигментация не была нарушена, поведенческая активность оставалась неизменной, температура тела не превышала физиологической нормы, вид отходов был без изменений.

Фотосенсибилизации не наблюдалось ни при воздействии солнечного света, ни при облучении кожи подопытных цыплят лазером с длиной волны 662 нм в течение 5 минут. Таким образом в проведенных на подопытных группах цыплят опытах было выяснено, что качество мяса, полученного от птицы, получавшей активированный фотосенсибилизатор «Фотодитазин», не уступает по качеству мясу птицы, получавшей антибиотика широкого спектра, а привесы птицы, получающей фотосенсибилизатор превосходят привесы птицы, получающей антибиотик, что может быть обусловлено пагубным влиянием антибиотиков на естественную микрофлору организма, а также введение антибиотиков на ранних этапах развития птицы может быть стресс-фактором для организма, так как, чем моложе птица, тем менее установившийся у нее гомеостаз. Кроме этого у большинства микробов при длительном применении антибиотиков возникает антибиотикорезистентность, которая обуславливается такими факторами, как: превращением активной формы антибиотика в неактивную форму путем ферментативной инактивации и модификации; утратой проницаемости клеточной стенки для определенного химиотерапевтического препарата; нарушениями в системе специфического транспорта данного препарата в бактериальную клетку; возникновением у микроорганизмов альтернативного пути образования жизненно важного метаболита, заменяющего основной путь, блокированный препаратом.

В итоге можно сделать следующие выводы:



1. Минимальная бактерицидная концентрация действующего вещества, хлорина Е6, фотосенсибилизатора «Фотодитазина» в отношении санитарно-показательных микроорганизмов и сальмонелл составляет  $1 \times 10^{-5}$  мг на 0,5 мл раствора. Кроме того сам препарат «Фотодитазин» вызывает бактерицидный эффект при поверхностной обработке опытных образцов продукции птицеводства даже при разведении препарата в 10 раз.

2. При пероральном введении фотосенсибилизатора «Фотодитазин» однократно каждые сутки в дозировке 0,2 мл на 1 кг массы проявляется антибактериальный эффект препарата – аналога антибиотиков. При этом, приросты массы у птиц, получавших фотосенсибилизатор в профилактических целях против сальмонеллеза, выше на 20,9 %, чем у птиц, получавших кормовые антибиотики.

3. Продукты убоя от птиц, получавших фотосенсибилизатор, по составу и качеству не отличаются от контрольных, не подвергавшихся обработке.

4. Бактериальная обсемененность мяса птиц, получавших фотосенсибилизатор, на 45,4 % ниже, чем у птиц контрольной группы.

5. Фотосенсибилизаторы обладают бактерицидной активностью и являются перспективными препаратами для санации продукции птицеводства и профилактики сальмонеллеза птиц.

#### Список литературы

1. Бондаренко В.М., Коновалова Г.Н., Николаева Е.В. и др. Эффект фотодинамического воздействия металлокомплексов производных хлорина Е6 на условно-патогенные бактерии с

использованием сверхъярких светодиодов холодного белого света. Лазерная медицина 2008 12(2): 26-30

2. Гейниц А.В., Сорокатый А.Е., Ягудаев Д.М., Трухманов Р.С. Фотодинамическая терапия. История создания метода и ее механизмы

3. ГОСТ Р ИСО 20776-1-2010 «Клинические лабораторные исследования и диагностические тест-системы in vitro»

4. ГОСТ Р 50396.0-92 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты птичьих. Методы отбора проб и подготовка к микробиологическим исследованиям»

5. ГОСТ 31468-2012 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Метод выявления сальмонелл»

6. ГОСТ 31470-2012 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований»

7. ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов»

8. ГОСТ 28566-90 «Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества энтерококков»

9. ГОСТ 31746-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*»

10. Основные направления фотодинамической терапии в медицине / Р. М. Салмин [и др.] // Новости хирургии. – 2008. – № 3. – С. 155-162.

11. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

*Ilkhom Urazbaev*

*Phd student*

*of the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers*

*Gulnora Akhmedjanova*

*assistant*

*of the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers*

## THE SUBSTANTIATION OF WAYS OF REDUCING THE DEGREE OF SALINIZATION AND INCREASE SOIL FERTILITY IN THE LOWER REACHES OF THE AMU DARYA

**Annotation.** The land resources of General economic importance include not only fertile soils, which are actively used in agriculture, but also soils containing easily soluble mineral salts harmful to plants and therefore unsuitable for growing useful crops. Saline soils make up about 20 % of all developed lands in the world.

**Keywords:** *Land resources, agriculture, saline soils, land reclamation, biomelirant plants, irrigation, water loss, tillage, cultivators*

### Introduction

The Republic of Uzbekistan is located in the center of the Aral sea based and belongs to the zone with arid climate by natural and climatic characteristics. The main factors of desertification and salinization of agricultural land are: wind and water erosion, secondary salinization, as well as, improper selection of irrigation. For the development of saline lands can be applied plant - biomeliorants that can generate high yields. It is also necessary to properly organize the operation of the irrigated area, that is, to choose the optimal irrigation regime and, first of all, irrigation norms that do not allow waterlogging, combating water losses in canals and planned water use - the most important measures to prevent soil salinization. Of great importance are measures to reduce the evaporation of moisture from the soil: the creation of soil structure, thickened and re-sown, correct and timely tillage, the layout of the field surface.

### Materials and methods

The process of salt accumulation in soils can occur in a natural way (weathering of minerals or the flow of

substances from the atmosphere), and artificial (reclamation work associated with irrigation or drainage of land).

The aim of the research is the substantiation and development of technology of cultivation of plant - biomeliorants as culture - reclaiming salinized irrigated lands of semi-arid areas, which provides reclamation effect and increase the fertility of the soil.

To achieve this goal it was necessary to solve the following tasks:

- justify the need for biomeliorative techniques to prevent degradation;
- determine the role of crop and root crop residues in crop rotation as a source of organic matter in the soil;
- to study the influence of organic matter entering the soil with post-harvest residues on its agrophysical and agrochemical properties;
- investigate the role of perennial grasses as phytomeliorants;
- identify the relationship of organic matter

Table 1

### STRUCTURE OF LAND RESOURCES IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN, THOUSAND HA

Region	Gross area	Potentially suitable for irrigation			Pastures, hayfields
		Whole	irrigated area		
			Gross	Net	
Andijan	430,3	372,5	357,3	272,1	57,8
Namangan	717,5	415,9	37,1	277,8	301,8
Fergana	715,3	556,3	508,2	356,9	159,0
Sirdaria	427,6	359,6	357,9	293,	68,0
Dzizak	2117,8	9510,4	413,0	300,5	1166,4
Tashkent	1513,2	590,5	470,9	390,9	922,7
Samarkand	1677,4	115,5	529,0	373,0	561,9
Bukhara	4193,7	978,0	454,3	273,6	3215,7
Navoi	10937,4	1416,9	152,0	124,7	9520,5
Surkhandaria	2009,9	763,6	438,4	328,2	1246,3
Kashkhandaria	2856,8	1840,7	775,3	504,6	1016,1
Xorezm	681,6	335,8	288,4	275,3	345,8
Karakalpakstan	16100,6	2100,5	708,8	500,9	14000,1
Tashkent	32,2			5,4	
Total	44410,3	11797,2	5856,7	4277,6	32613,1

In Uzbekistan, saline lands account for 50.7 % (2170.7 thousand hectares) of irrigation area, slightly saline - 31.4 %, medium saline -15.5 %, strongly saline - 3.8 %. The area of pastures is 20.8 million hectares, of which 18.7 million hectares are flooded, 1.6 million hectares are subject to degression, more than 15.1 million hectares of land are not used in farms (slopes, talus, landfills, Sands, landfills, etc.). From 20 to 40 % of irrigated land is subject to deflation, 2.8 million hectares of pastures need watering, more than 160 thousand hectares are subject to man-made impact. Of the total number of mudflows occurring in Central Asia, 75 % is accounted for by Uzbekistan

Salinization is a serious problem in Uzbekistan's agriculture. The latter occurs due to the evaporation of groundwater containing salt, which due to the capillary effect come to the earth's surface. The output of groundwater occurs as a result of excessive irrigation, insufficient alignment of fields, reducing the efficiency of the drainage system.

From crops these properties are alfalfa, barley, millet, sorghum, Guinea corn, millet, Sudan grass, sunflowers, wheat, beets, licorice, sweet sorghum, maize varieties with a strong root system and tall aerial parts. And if in the first joint sowing the share of alfalfa should not exceed 30 %, then in each next crop rotation it will gradually increase by 20 % until it reaches 100 %. Thus it will be possible to obtain areas fully occupied by forage crops. Taking into account the reclamation properties of these plants, it will be possible to achieve complete soil desalination within 4 – 5 years (with average salinity areas) or 6 – 7 years (with a strong degree of salinity) [1].

#### Conclusion

Thus, the restoration of fertility of saline areas with the help of biomeliorants is a very effective and promising way to remove easily soluble mineral salts from the soil, unfavorable for cultivated plants. This technology makes it possible to increase the

productivity of agricultural land through the use of new territories and to obtain higher yields when growing products on recultivated lands.

At the same time, it is necessary to analyze the impact of complex melioration on improving the fertility of secondary saline lands of arid territories, the role of phytomeliorants in improving the agrochemical and agrophysical properties of soils; selection of crops-saline irrigated lands; study the impact of salinization on yield and studied the water consumption of plants - biomeliorants in the phases of development with and without feeding groundwater.

#### References

1. Askarova G. sh., Orynbekov D. D., Asanova G. Zh. Phytoremediation of saline soil of Kyzylorda region using sugar beet // international journal of applied and fundamental research. – 2017. – № 6-1. – P. 79-82;
2. Jensen N. P Carty D. J., Martin R., Rudder K., Shamsutdinov Z., Shamsutdinov N. On the use of halophytes for the rehabilitation of lands of hydrochloric pollution and feed production // Agricultural biology. 2010. No. 6. P. 78-91.
3. Shamsutdinov N. Z., Shamsutdinov Z. sh. Principles and methods of phytomelioration of degraded agricultural lands in arid regions of Russia // Melioration and water. households. 2009. No. 5. C. 21-24.
4. Shamsutdinov Z. Sh., Savchenko I. V., Shamsutdinov N. Z. The halophytes of Russia: their environmental assessment and use. M.: Edel-M publishing house, 2001. 399 PP.
5. Shamsutdinov Z. Sh., Shamsutdinov N. Z. Halophytic plant growing (ecological and biological bases). M., 2005. 404 p.
6. Agro story Plants against soil salinization. Access 14.05.2018

**Khamidov Mukhamadkhan  
Isabaev Kasim  
Urazbaev Ilkhom  
Islamov Utkir**

*Tashkent institute of irrigation ang agricultural mechanization engineers,  
Tashkent, Uzbekistan*

### GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR HYDROMODULAR ZONING OF IRRIGATED LANDS OF THE KHOREZM REGION AND REGIMES OF COTTON IRRIGATION.

**Annotation:** Changes in the hydromodul zoning of the irrigated lands of the Khorezm oasis in the case of water shortages, the distribution of irrigated lands by the hydromodul regions, and the determination of scientifically justified irrigation practices for the major hydromodul regions in the Khorezm region.

**Keywords.** *Hydromodul zoning, scientifically justified irrigation systems of cotton, irrigated land; irrigation period of cotton; agricultural engineering; water shortages; water-saving technologies; irrigation standards; seasonal irrigation rates; limited field moisture capacity, water and soil mineralization; irrigation equipment; mineral fertilizers; vegetation periods.*

The issue of global warming becomes a subject not only due to the increase in the average annual temperature of the earth, but also due to changes in the whole global technological system, the rise of the oceans of the earth, the melting of ice and permanent

glaciers, the increase in rainfall, the congestion of river flows and climate instability and other changes.

Due to global warming, melting glaciers in mountainous regions, the decline will cause a 25-30% decrease in the flow of rivers, especially a part of

Amudarya, Syrdarya and Zarafshan rivers, over the next 20 years, which will cause serious problems in the region and reduce the mineralization of annual water in the lower Amudarya can increase by 1.5 times.

Observing the regime of temperature dynamics in Uzbekistan over the past 50 years, the maximum growth rate of temperature is 0.22 degrees celsius, the minimum is 0.36 degree celsius. Therefore, in 20 years, the average annual temperature in the north of the Republic increases by 2-3 degrees, in the south by 1 degree.

Climate change is caused by 10-15% more water and 10-20% more water consumption at the surface due to the increased rate of transpiration and irrigation of plants. The result is an average 18% increase in non-renewable water consumption. Of course, this will further complicate the growth of agricultural production.

Over the years of independence, our water system has changed dramatically. In early September, the Khorezm oasis stopped the water supply in the rivers, checked and repaired the canal and drainage networks before the flooding began. At present, the irrigation network works without interruption throughout the year with the use of a cotton-winter mill rotating system.

The load on the collector-drain network is overloaded. This also affects the process of soil formation in the Khorezm oasis, which increases the area of aqueous soil. Therefore, the scientific research of the 1980s aims at the determination of the hydrological zoning of the irrigation area of the Khorezm Oasis, the distribution of irrigation land by the hydraulic module area, and the scientifically justified irrigation method for the cotton in each hydroelectric module area. This is associated with an increase in water shortages.

Guido all zoning of irrigated land is the division of territory into classification units, which is the purpose of rational use of land and water resources, the application of science-based irrigation procedures, and crop yields.

Basic principles of hydromodule zoning: Central Asia was developed by Legostaev V.M., Konkov B.S. and Gelzer G.P. in 1932-1951 and is based on the mechanical composition of the soil and the location of groundwater. {3}

In 1948-1957, Ryzhov S.N., Fedorov B.V. and Yermenko V.E. improved the basic principles of zoning and divided Central Asian land into 10 hydroelectric zones.

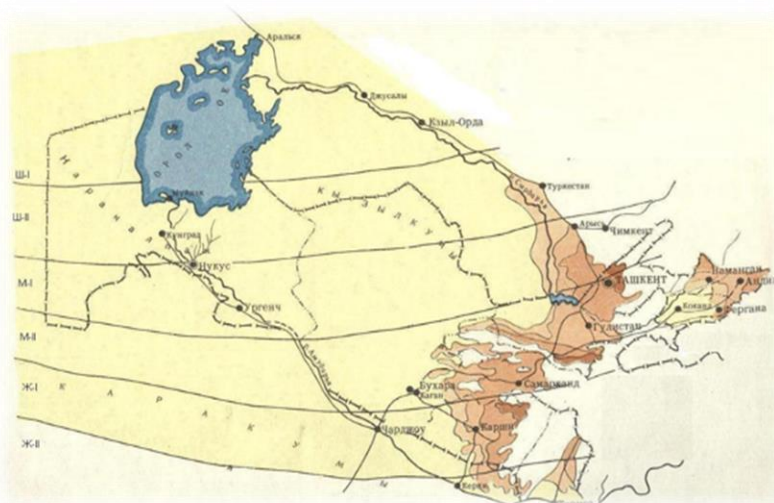
Table 1

Number of hydromodul area	Mechanical composition of the soil	Groundwater level, m
1	Lightweight	Deeper from 3-4
2	middle	->-
3	Heavyweight	->-
4	Lightweight	From 2 to 3
5	middle	->-
6	Heavyweight	->-
7	Lightweight	From 1 to 2
8	middle	->-
9	Heavyweight	->-
10	Other	From 0 to 1

**Hydro module zoning. Latitude area**

In 1968 further improvements were made by the former “Sredazgiprovodkhlpok” (UZGIP MCHJ)

institute (Shreder and oth.). Apart from the above, hydrologic geology and land clearing areas have been identified.



These are:  
 -Deep groundwater has a good flow rate and does not participate in soil formation (groundwater penetration area).  
 -Groundwater close to the surface, well-drained but difficult to discharge soil formation (groundwater flooding area);  
 -No permanent groundwater tables, but areas that are difficult to flow to the outside depending on the natural conditions of the area (groundwater distribution zone).

Shreder and oht. (1968) argue that the surface irrigation and soil mechanical composition are the same, but different hydrogeological and land clearing areas have different irrigation regimes. {3}

The Hydromodul area is part of the soil improvement area and is closely related to the factors that determine the thickness of the soil layer, its mechanical composition, its location in the air zone, the location of its water-physical properties, groundwater level and irrigation order, norms and fluid dynamics. It is characterized by its proximity.

Table 2

**CHART OF HYDRO MODULE ZONING**

Number of hydro modul area	Soil condition	Groundwater level,m
I II III IV V VI VII VIII IX	Automorph soils Sand loam and thick sandy loam on sandy loam.	>3,0
	Light loam located in mid-level loam and thick sandy loam and sandy loam	->-
	Thick medium to heavy sand and mud	->-
	Semi-automorph soil	2-3
	Chunks, medium and low thickness of clay and clay	->-
	.Light and medium loam, heavy sand loam with one layer . Heavy loam stacked with the same layer and other	->-
	mechanical contents.	
	hydromorphic soil	1-2
	Sandy and Romi, sand and sand less than medium thick	->-
Lightweight and medium loam, single layer, heavy loam. Heavy loam and clay are stacked in the same layer with different mechanical contents.	->-	

According to this zoning, the irrigation areas of the Khorezm region and the southern part of the Republic of Karakalpakstan belong to one soil climate zone-desert zone, three soil improvement zones within this zone.

These are:

-Pore soil with a groundwater depth of 3 meters;

-Semi-aqueous soil of 2-3 meters of groundwater;  
 -Amorphous soil of 1-2 meters of groundwater.

Currently, irrigation lands in the Khorezm region and southern regions of the Republic of Karakalpakstan can be divided into six types: IV, V, VI, VII, VIII and IX, depending on the thickness, mechanical composition, location and groundwater level.

**IRRIGATION LAND DISTRIBUTION IN SOME AREAS OF KHOREZM OASIS  
BY HYDROMODUL REGION**

Region	Irrigation area, ming ga	Hydro module area					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Khorezm region							
Gurlan	30.36	-	5,5	8,6	14,3	45,8	25,8
Shovot	28.98	-	10,3	9,2	15,9	43,7	20,9
Urganch	28.95	2,2	11,6	7,3	20,1	35,7	14,1
Yangibazar	23.77	2,5	5,6	5,4	17,3	46,1	22,1
Republic Karakalpakstan							
Beruniy	29.83	0,15	0,10	0,15	39,8	24,9	34,9

The irrigation areas of the Khorezm region and the southern part of the Republic of Karakalpakstan belong to three hydraulic zones: VII, VIII and IX under these conditions, field studies were carried out based on the PSUEAITI method for determining scientifically justified irrigation procedures for cotton.

Scientific research carried out in Shovot district farm of (Ergash Ruzimov) in IX hydromodul region's heavy sandy (Experiment 1) in Khorezm region, Beruniy district farm of (Reimbay Bashlik) in VIII

hydromodul region's medium sandy (Experiment 2), Gurlan district farm of (Tulkin Mirzabek Aslbek) in VII hydromodul region's light sand of irrigation land (Experiment 3). Collector-drain networks are installed on all farmland, and irrigation systems are engineered. For agricultural irrigation, the fields are fed with horns and ditches, and the crops are irrigated with furrows. The soil on the farm is weak and moderately saline.

**Field experiments were performed on the following systems.**

Table 4

**FIELD EXPERIMENT IMPLEMENTATION SYSTEM**

№	soil moisture before irrigation, LFMC in relation to %	Irrigation standards , m <sup>3</sup> /ra
1	Production Management	Real measurement
2	70-70-60	70-100-70 cm due to lack of moisture
3	70-80-60	70-100-70 cm due to lack of moisture
4	70-80-60	he lack of moisture in the 70-100-70 cm layer increased by 30%.

**Soil volume weight in the experimental field.**

One of the main indicators that determine the structure of the soil layer is volume weight.

According to the results obtained in the experimental field for the soil volume of Experiment 1, when vegetation begins, the soil volume at the beginning of the growing season is 1.37 g/cm<sup>3</sup> in the 0-30 cm layer, 1.43 g/cm<sup>3</sup> (30-50 cm) in the underground soil It was. 1.41 g/cm<sup>3</sup> per 100 cm layer.

In Experiment 2, the volume of soil at the beginning of the growing season is 1.36 g/cm<sup>3</sup> in the 0-30 cm layer of plowed soil, 1.38 g/cm<sup>3</sup> in the soil soil (30-50 cm), 1.38 g/cm<sup>3</sup> in the 0-100 cm layer It was. He did.

In Experiment 3, the volume of soil at the beginning of the growing season was 1.32 g/cm<sup>3</sup> at 0-30 cm layer of plowed soil, 1.35 g/cm<sup>3</sup> at ground surface (30-50 cm), 1.33 g/cm<sup>3</sup> at 0-100 cm layer. He did.

Limited field moisture capacity in the experimental field. The limited field moisture capacity of the soil is the ability to absorb and retain a certain amount of water. Depending on the moisture storage conditions, strength and conditions in the soil, the water capacity is the maximum adsorption water capacity, the maximum molecular, capillary, full length and full water capacity.

According to field experiments, Experimental **Experiment 1** has a field moisture content limited to 22.4% of dry soil weight in 0-50 cm layers and 22.5% of soil moisture content in 0-100 cm layers. **In Experiment 2**, 21.1% in 0-50 cm layer, 21.4% in 0-100 cm layer, 19.6% in 0-50 cm layer, 19.3% in 0-100 cm layer. Formed.

Permeability of soil at experimental site. Permeability is one of the most important water-physical properties of the soil, which describes the soil's ability to absorb and transfer water to the bottom, which is called filtration. Permeability depends on the

mechanical composition, structure, humus content and salinity of the soil. Soil permeability depends on the mechanical composition and water-physical properties of the soil, its structural state, density, porosity, humidity and moisture duration. The examined pasture soil showed average permeability according to Astapov S.V and its value varied with strain according to different irrigation procedures.

According to the results of soil moisture permeability in the experimental field, in Experiment 1, the soil moisture permeability at the beginning of vegetation was 996 m<sup>3</sup>/ha or 0.277 mm/min for 6 hours.

At the beginning of vegetation in Experiment 2, the soil moisture permeability was 1292 m<sup>3</sup>/ha or 0.359 mm/min for 6 hours.

At the beginning of the vegetation of Experiment 3, the soil moisture permeability was 1501 m<sup>3</sup>/ha or 0.417 mm/min for 6 hours.

Irrigation of cotton. When growing crops, it is necessary to provide conditions for irrigation under certain climatic conditions and maintain a water system for each plant species. Crops respond differently to the biological conditions of cotton in terms of water

availability. But in general, all plants have maximum yields if the water demand is constantly met throughout the growth and development period.

**The irrigation rate is calculated by the formula:**

$$m = 100 \cdot h \cdot J \cdot (W_{LFMC} - W_{rh}) + K \quad m^3/h$$

LFMC-soil weight-limited field moisture capacity,%;

rh- Real humidity before irrigation,% of soil weight;

J-volume soil weight, g/cm<sup>3</sup>;

the value of the h-calculation layer, m;

water consumption for k-irrigation evaporation, m<sup>3</sup>/ha (10% of insufficient moisture in the computed layer)

In the experimental field, the sprinkled noodles were irrigated according to the moisture content. During the growing season, the irrigation, timing and water supply differed considerably for each strain of cotton.

Table 5

**IRRIGATION PROCEDURE OF COTTON IN THE EXPERIMENTAL FIELD**

	Variants	Irrigation	1	2	3	4	5		Seasonal irrigation limit, m <sup>3</sup> /h
1-experiment	1	term	08.07	03.08	30.08				3866
		limit	1345	1297	1224				
	2	term	07.07	30.07	23.08				3257
		limit	1101	1086	1070				
	3	term	08.07	26.07	17.08				2234
		limit	745	760	729				
	4	term	08.07	04.08	29.08				2905
		limit	988	969	948				
2-experiment	1	term	18.06	13.07	08.08	3.09			4678
		limit	1247	1126	1164	1141			
	2	term	20.06	14.07	06.08	03.09			3205
		limit	650	891	921	743			
	3	term	19.06	07.07	24.07	17.08			2854
		limit	643	663	693	855			
	4	term	18.06	08.07	30.07	25.08			3731
		limit	823	883	901	1124			
3-experiment	1	term	15.06	06.07	28.07	16.08	05.09		5222
		limit	1131	1012	1027	1034	1018		
	2	term	15.06	02.07	19.07	05.08	28.08		3832
		limit	620	813	827	820	752		
	3	term	17.06	01.07	14.07	28.07	12.08	02.09	3756
		limit	620	609	595	600	590	742	
	4	term	17.06	06.07	26.07	14.08	05.09		4116
		limit	792	774	792	780	978		

In recent years, the transition from paper to paper-based digital mapping is rapidly evolving with computer-based mapping technology using graphical

information systems. Over time, if you frequently change many types of data, it is difficult to use simple

paper cards. Today's automated systems can guarantee the reception and relevance of emergency information.

In this regard, modern GIS is an automated system that can transform spatial data into mapping, conclusions and monitoring, combine model and computational functions with a large number of graphical and topical databases, and work on them.

Computer literacy has grown considerably today. Cards made with GIS are different from simple paper cards with computer format, unimaginable accuracy and many other advantages.

You can change cards, add new content and paint, add diagrams and other information, delete them, and more.

This card making technology is a universal process today, the first, fairly universal, and second, it develops very quickly, covering human activities in all areas. Today, manufacturers and organizations are working hard to transfer cards and plans from paper to digital.

ARC GIS software is responsible for converting cards from paper to digital. We recommend that you use geographic information technology to create cards

and plans using the following information. Plans including e-cards and ARC GIS:

-preparation. Initial data collection from electronic flowmeters and GRS devices, image processing tools, digital retrieval data, author sources, existing stock cards, etc;

-mapping and mapping of stock materials, raster images and placement in computer memory;

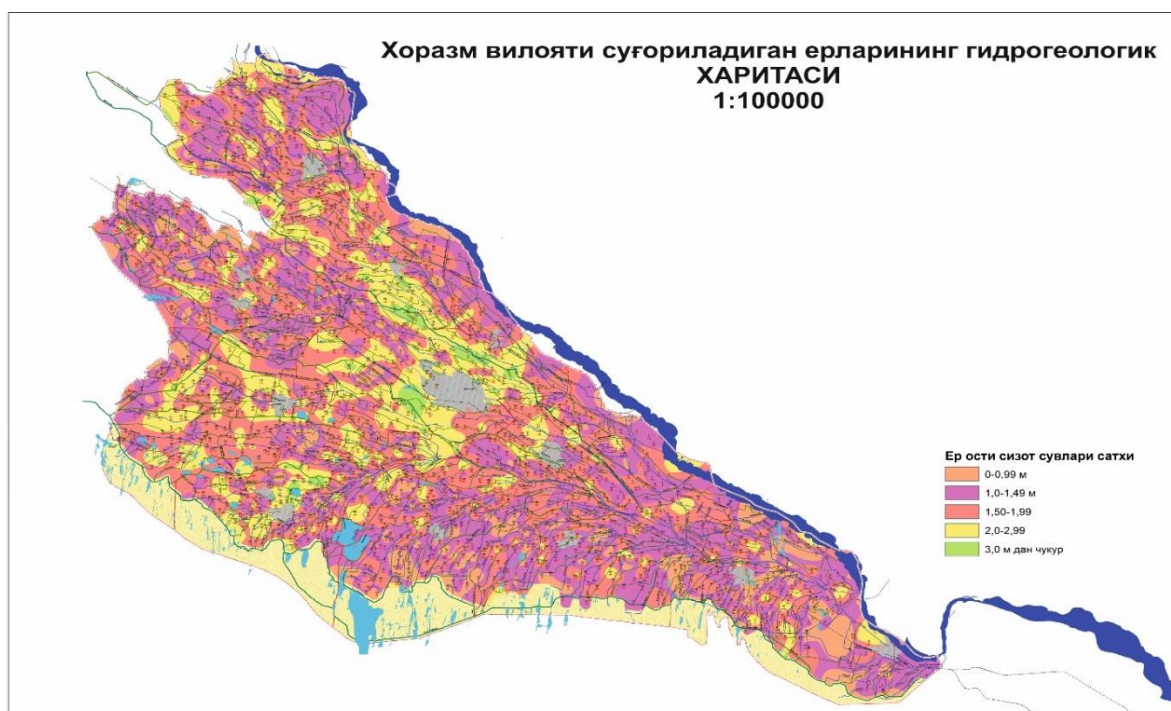
-To enter into the computer memory the scanned maps from GPS devices and plans of agricultural areas, raster images, aerial photos and survey results;

-Development and analysis of the subject layers, tables of cards to be created;

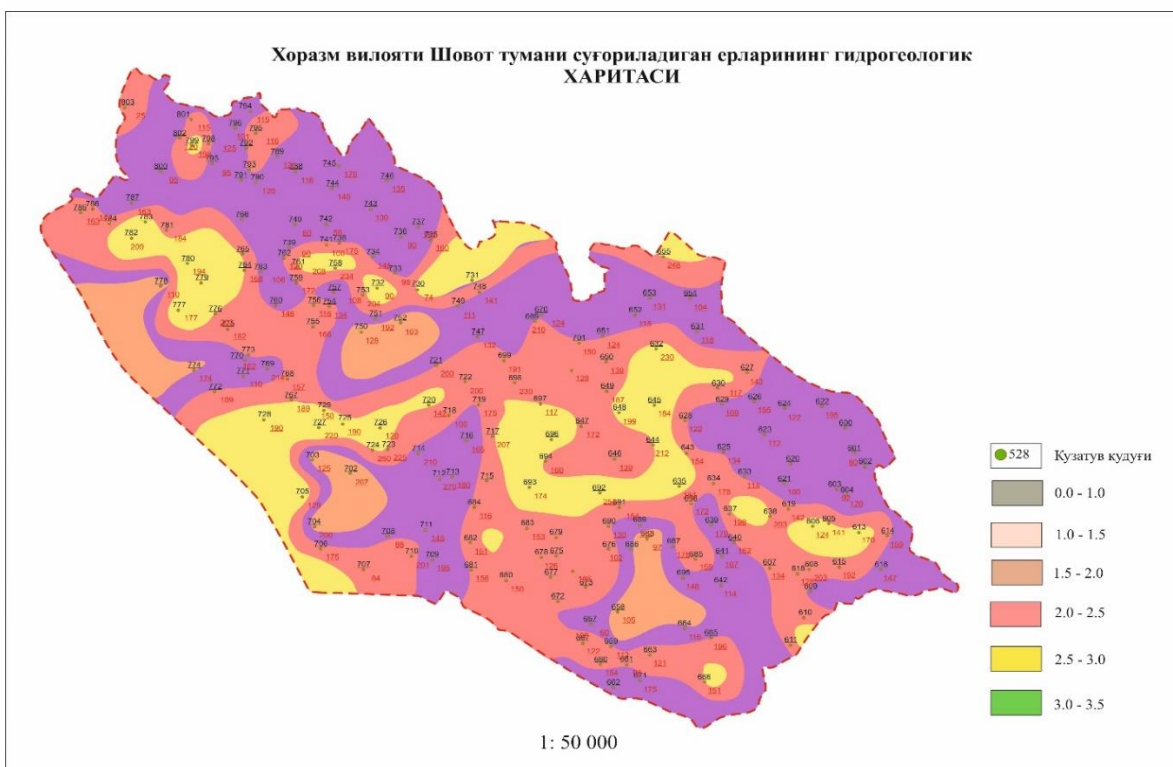
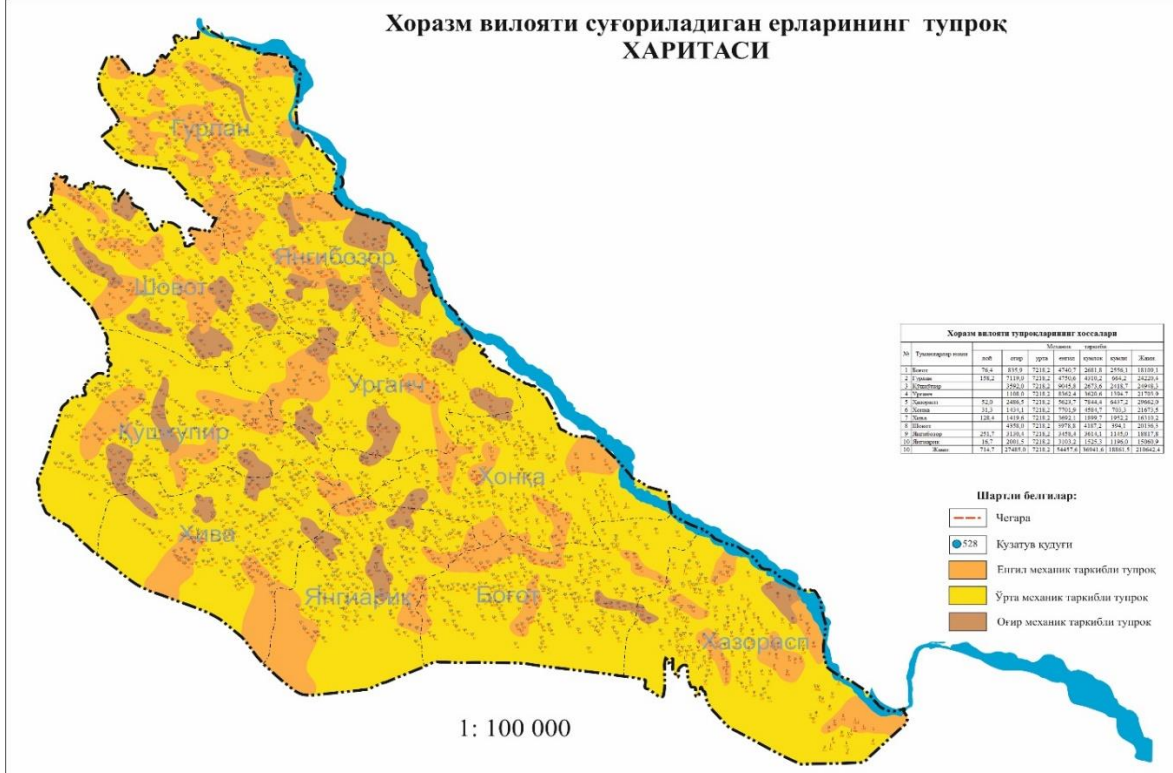
-Insert table (property) and text data into computer memory using database-generated object classification. Development and introduction of symbol systems;

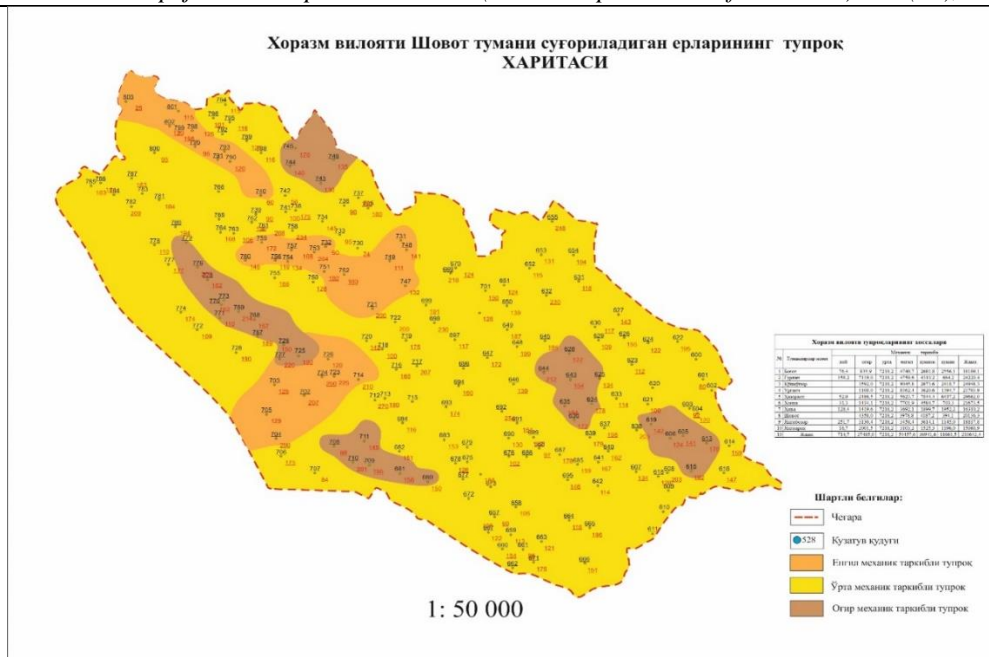
-Include an overview map, borders of the farm, and information about the farm (year of farm establishment, point number, direction, etc.).

Electronic digital cards and plans can be used to study soil, groundwater resources, soil conditions in WUA, determine the order of irrigation of agricultural crops, and determine saline soils. You can also monitor your irrigation land using electronic maps and plans.









*Picture 1 Hydrological geology and soil map of Khorezm region and Shovot region drawn from modern program*

**Conclusion:** In the study of the development of a scientifically justified cotton irrigation system in the alluvial soil of the ancient Correslem oasis, the following conclusions can be drawn:

1. Irrigation lands in the Khor Lam area and the southern part of the Republic of Karakalpakstan, according to the primary hydro module zone, are associated with three soil mitigation zones, one soil climate zone-desert zone. In the irrigation land of the Khorezm region and in the southern part of the Republic of Karakalpakstan, there are six areas of IV, V, VI, VII, VIII and IX, depending on the thickness, mechanical composition, location and level of groundwater in the aeration layer. VIII and IX are hydro module regions.

2. In Experiment 1, cotton 3 irrigation moisture was 70-80-60% more than LFMC in case 3, and cotton was irrigated three times during the flowering period of the 0-3-0 scheme at 729-760 m<sup>3</sup> / ha. Seasonal irrigation rates were 2234 m<sup>3</sup> / ha or the highest cotton yield was used, 1632 m<sup>3</sup> / ha less water than the control.

In Experiment 2, in the case of cotton irrigation, the soil moisture before irrigation was 70-80-60% compared to LFMC in case 3, and during the flowering period the cotton was irrigated to 643 m<sup>3</sup> / ha; Cotton was irrigated twice with an irrigation standard and harvested once with 855 m<sup>3</sup> / ha irrigation during the ripening period. Seasonal irrigation rates saved 3205 m<sup>3</sup> / ha or 1473 m<sup>3</sup> / ha rivers and showed higher cotton production than the control strain.

In Experiment 3, the moisture content before cotton 3 irrigation was 70-80-60% higher than that of LFMC in Case 3, with 620m<sup>3</sup> / ha during flowering and 590-609m<sup>3</sup> / ha during flowering. Cotton was irrigated 4 times with an irrigation standard and 1 time with 742 m<sup>3</sup> / ha during ripening. Seasonal irrigation rates were 3756 m<sup>3</sup> / ha or 4,666 m<sup>3</sup> / ha compared to the control strain, showing higher yields and higher cotton yields.

3. In Case 1 of cotton irrigation, soil moisture pre-irrigation shows a higher yield of 40.3 c / ha than option C, which is 70-80-60% higher than LFMC. This is 4.1 c / ha more than the control option, and the lowest water consumption of 1 cent: 55.4 m<sup>3</sup> of river water.

In Experiment 2, the best results came from Option 3. Productivity is 38.2 t / ha, 3.8 c / c higher than the control, the minimum water consumption is 74.7 m<sup>3</sup> per cent.

In Experiment 3, cotton irrigation had a yield of 35.5 centners per hectare, which was 3.9 cents more than the control and kept the soil moisture content before irrigation to 70-80-60% for LFMC while maintaining a minimum yield for 1 cent of cotton. Keep it. : 105.8 m<sup>3</sup> of river water has been discharged.

## REFERENCES

1. "Action strategies on Five Priorities for the Development of the Republic of Uzbekistan in 2017-2021" Tashkent "Adolat" 2017
2. On June 17, 2019, the Presidential Decree of the Republic of Uzbekistan said, "On the effective use of land and water resources in agriculture".
3. Decree of the Republic of Uzbekistan dated 27 November 2017 № 3405 "The state program on development of melioration and improvement of irrigating lands in irrigation for 2018-2019".
4. Project KX-A-QX-2018-297 "Quarterly Report of Research on Hydromodul Zoning (Khorezm Region and Southern Republic of Kazakhstan) for Irrigation of Khorezm oasis".
5. Rakhimbaev F.M. Hamidov Vespallor F.A. Agricultural crop irrigation characteristics of Amu Darya sheep. -T.: Science, 1992.-167 p.
6. E.Yu.Safarov, I.Musaev, H.Abdurakhimov. Geographic Information Systems and Technologies Tashkent TIIM, 2009, p. 160.

# ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

UDC 543. 546. 881

*Nazarova R.Z.**Baku Engineering University  
Khirdalan, Hasan Aliyev str., 120 AZ0102, Azerbaijan  
PhD in Chemistry, Lecturer**Gasanova M.B.**Azerbaijan State Oil and Industry University  
Baku, Azadlig avenue 16/21, Azerbaijan**Afandieva N.T.**Baku State University,  
Baku, Z.Khalilov 23, AZ 1148, Azerbaijan  
Postgraduate**Chyragov F.M.**Baku State University,  
Baku, Z.Khalilov 23, AZ 1148, Azerbaijan  
Professor, Head of the Department*

## SORPTION OF VANADIUM (V) IONS BY CHEMICALLY MODIFIED CHELATING ADSORBENT BASED ON MALEIC ANHYDRIDE STYRENE COPOLYMER AND ITS APPLICATION TO INDUSTRIAL WATER SAMPLES

**Abstract.** A new chelating polymeric sorbent has been synthesized on the basis of styrene maleic anhydride copolymer by the chemically modification with hydrazide of maloney acid. The synthesized sorbent and its complex with metal has been investigated by IR spectroscopy and its sorption characteristics toward vanadium (V) ions have been studied. Synthesized sorbent has been applied for investigation of pre-concentration of V (V) ions in liquid phase. The optimal sorption conditions such as effect of pH, ionic strength, effect of initial metal ion concentration and time to reaching chemical equilibrium on sorption have been established. The synthesized sorbent was selective to vanadium ions within better response time of 120 min. In static state adsorption was found to be pH dependent with maximum removal efficiency at 4. The removal efficiency of vanadium (V) increased by increasing of initial vanadium (V) concentration. The maximum adsorption capacity of vanadium (V) onto this adsorbent has been established and found to be  $183.6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ . The proposed method has been successfully applied to the determination of micro amount of vanadium in industrial water samples. Also desorption of vanadium ions with mineral acids of the different concentrations has been studied. Results of desorption have been represented in this work.

*Keywords: vanadium (V) ion, desorption, polymeric sorbent, sorption isotherm, sorption capacity.*

### «INTRODUCTION»

Vanadium - a very spread and heavy transition metal and is among the 20 most abundant elements in the Earth's crust: the content in the crust is 0.0015% (mass) [1]. The world's vanadium production volume has been growing steadily. Vanadium compounds have been widely used in the chemical industry, as catalysts in organic synthesis, in the manufacture of polymeric materials. In the chemical industry vanadium has been used for production of rechargeable batteries and as a catalyst for the production of sulfuric acid, acetic acid, and many others. The use of vanadium in steels continues to be very significant to this day. One of the main sources of contamination of natural waters vanadium is also oil and products of its processing. Increasing concentrations of toxicant-metals such as vanadium in the surface waters of lakes may result from acid rain. Vanadium pollution can cause potential harmful effects on ecological systems, and lead to animal poisoning and human disease [2].

In recent years, increasingly there are various materials on the impact of heavy metals on human health. Soluble form of vanadium compound is a part

of the water and sewage also in the waste and intermediate products of some industrial productions which represent a serious environmental hazard for human's life. Vanadium is a toxic element and its determination is advisably from analytic and ecologic point of view.

Compounds of vanadium- vanadates are generally very soluble and its compounds, eventually, fall into water. This is because their determination in water represented a big interest for many years. It is known that with increasing degree of valence vanadium toxicity increases when finding it in the form of an anion and a cation. The workplace exposure limit for vanadium pentoxide is according to the Health and Safety Executive (HSE)  $0.05 \text{ mg m}^{-3}/8\text{h}$  [3]. Elevated concentrations of vanadium are harmful to human health.

Determination of vanadium carried out by using of atomic absorption spectroscopy, ion chromatography and flow injection method [4-6]. Preconcentration and separation of inorganic ions occupy a leading position in the chemical analysis. The ions of toxic elements, such as vanadium (V)-are the common component of

waste water. To separate these ions synthetic polymeric sorbents had been widely used for many years.

Spectrophotometric methods are quite fast, sensitive and objective; this is their advantage over many chemical methods. Well known that spectrophotometric methods of analysis are characterized by high accuracy and are not inferior in accuracy to classical methods of analysis and used in the checking in analytical methods and reference materials.

Polymeric chelating sorbents have been widely used in industry to recover the heavy metals [7]. Therefore there is a need to find new sorbents differing high selectivity for metal ions. For this experiment, have been used synthetic sorbents, as is well known, exchange capacity of synthetic sorbents is substantially higher than that of the inorganic. There are many novels in literature about sorption determination of vanadium [8-14]. The authors used both synthetic [8-12] and natural [13-15] adsorbents. The proposed method of sorption concentration of vanadium from solutions allows analyzing of small sample volumes. In general, solving the problems of concentration and separation of heavy elements in last years has been carried out by using sorption process. The method is particularly effective in determining them in complex materials. Besides the use of sorption concentrating process has its advantages, such as low cost equipment, high absorption capacity of adsorbents. The separation and pre-concentration process is also necessary for improving the sensitivity of the analytical detection method and for providing low detection limits. Therefore, pre-concentration and separation of heavy metals by synthetic sorbents followed by the instrumental determination used as one of the main step in determining the elements.

The aim of this work is grafting to the polymer matrix chelating functional groups, synthesis of new sorbent and studying its adsorption properties. The styrene maleic anhydride copolymer has been used as a polymer matrix for pre-concentration of vanadium (V) ions. Copolymer of hydrazide of maloney acid has been chosen as sorbent due to its reasonable cost and ease of regeneration.

## «EXPERIMENTAL PART»

### Apparatus

Optical density of solutions was measured on spectrophotometer «Lambda 40» (PERKIN ELMER) and photocolorimeter KFK-2 in a ditch with thickness of a layer  $\ell = 1\text{ cm}$ . pH value of solutions was checked up by the ionomer I-130 with a glass electrode. The solutions were mixing using thermomixer ORBITAL SHAKER TS-1. The sorbent was dried on evaporator Zymark TurboVap LV. Identification of sorbent has been carried out by IR spectroscopy on LUMOS FTIR microscope, and its thermal stability has been investigated by thermo gravimetric analysis on Derivatograph – Simultaneous Thermal Analyzer (STA) 6000.

### Reagents

All using reagents were of analytical grade. For the preparation of the metal solution of V (V) has been used it chemically pure salt  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ . The vanadium solution was prepared by the following procedure. Certain amounts of ammonium metavanadate was placed in a heat-resistant glass, and then add water and  $\text{H}_2\text{SO}_4$  in a 1:1 ratio. Then the resulting mixture is heated in an oven at a temperature of 60-70 until it evaporates. After the end of the evaporation and cooling process, the contents of the glass are poured into a flask and diluted to the mark with distilled water. It was identified ion equilibrium concentration of V (V) in a solution by photometric method - using a  $10^{-3}\text{ M}$  solution of the reagent 2, 2', 3, 4-tetrahydroxy-3'-sulfo-5'-nitrobenzene.

For photometric and sorption studies have been used  $10^{-3}$  and  $10^{-2}\text{ M}$  metal solutions accordingly. To create the desired value of the solution ionic strength of chemically pure KCl solution was used. Ammonia-acetate buffer solutions (pH 3-11) were used to create the desired value system pH. KOH solution used in desorption process was prepared from a chemically pure potassium hydroxide by dilution to a stock with distilled water.

The synthesis of the sorbent was performed by known method [15]. Schematic representation of polycondensation process is the following:

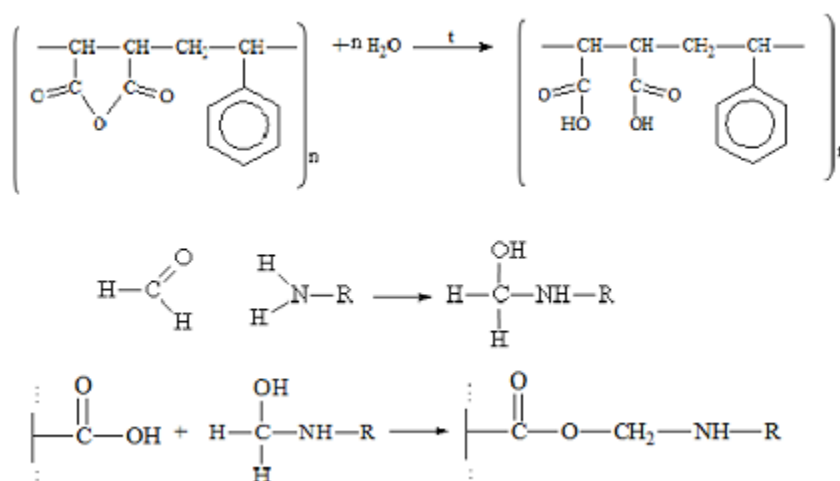


Fig 1. Amine fragment crosslinked styrene maleic anhydride.

«RESULTS AND DISCUSSIONS»

Thermogravimetric analysis

The detailed data of TG curve are shown in Figure 1. The thermogram shows that the decay temperature of

the sorbent with the sorbed vanadium ion higher than the decay temperature of the sorbent.

In the TG curve observed a certain flexure. At the same time the exo and endo effects in DTA by temperature different from each other.

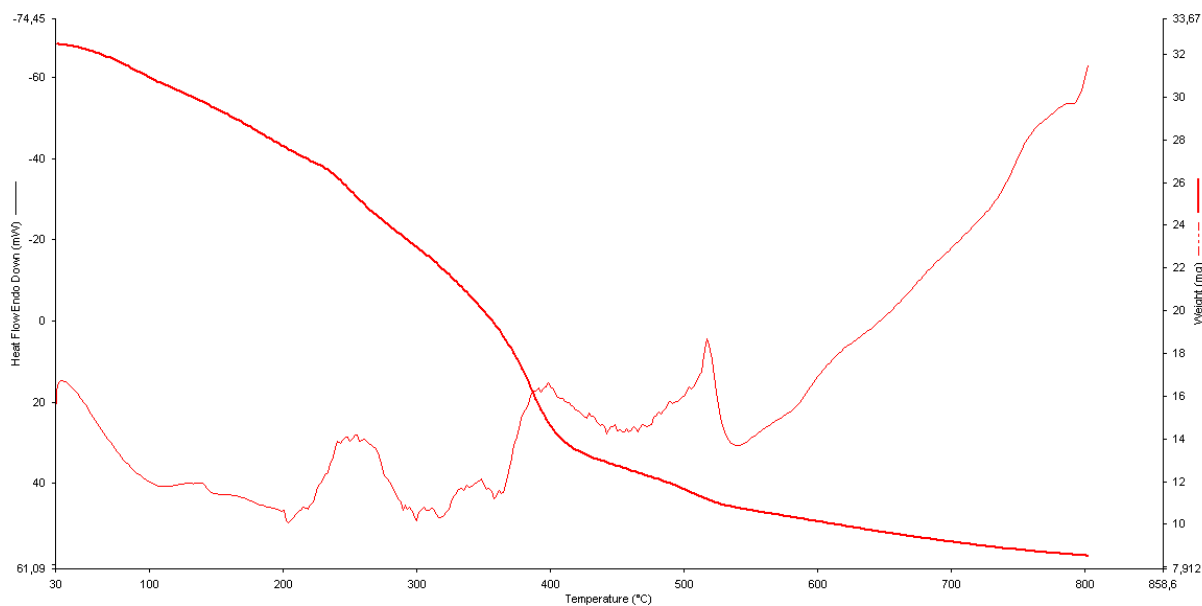


Fig.2. TG curve before sorption process

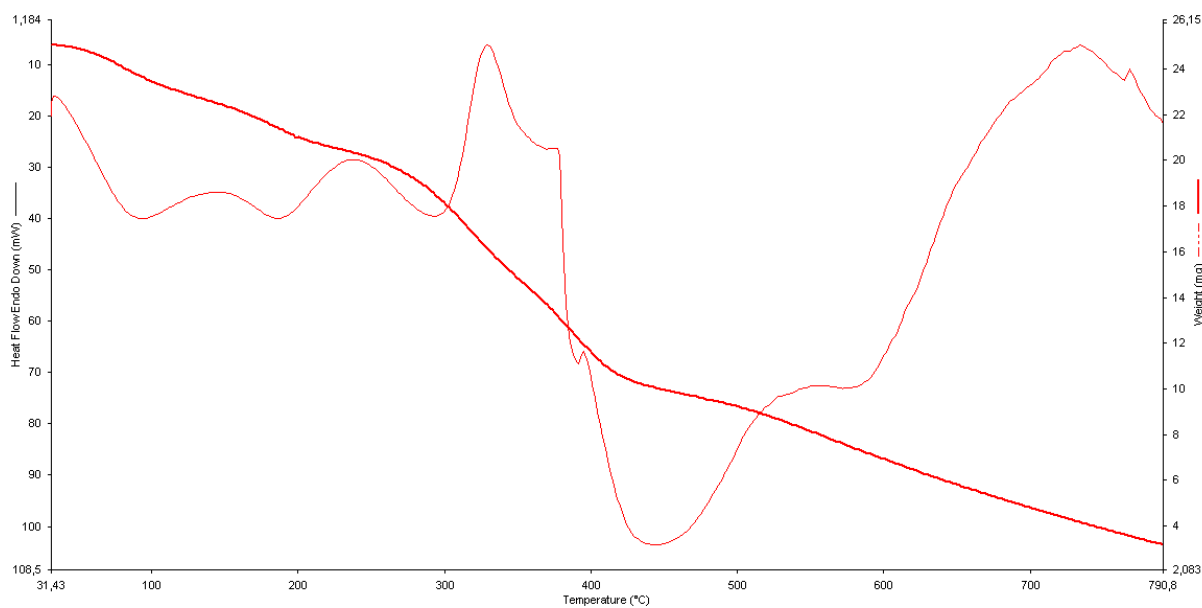


Fig.3. TG curve after sorption process

Infrared spectroscopy.

Certain shifts are shown in the spectra. The IR spectra of the samples were recorded on an infrared

Fourier microscope LUMOS (BRUKER Germany) in a wave frequency range of 600-4000  $\text{cm}^{-1}$ .

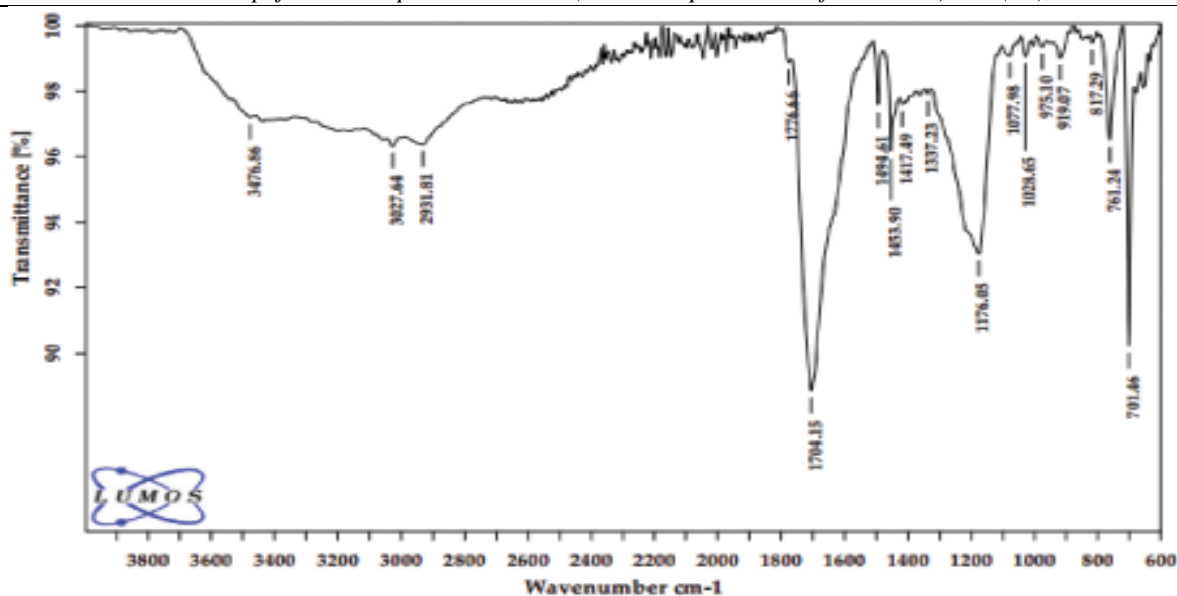


Fig.4. IR spectra of the sorbent before sorption process

The following absorption bands are observed on the IR spectrum (fig.5) of the sorbent: deformation (701, 761, 1494  $\text{cm}^{-1}$ ) and valence (3027  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C-H bond of the substituted benzene ring; deformation (1453  $\text{cm}^{-1}$ ) and valence (2931  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the CH bond of the CH and  $\text{CH}_2$  group;

valence (1704  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C = O group of the acid; valence (1176  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C-O bond of the acid; valence (1776  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C = O ester group; valence (1028, 1077  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C-O bond of the ester; valence (1337  $\text{cm}^{-1}$ ) oscillations of the Sar-N bond.

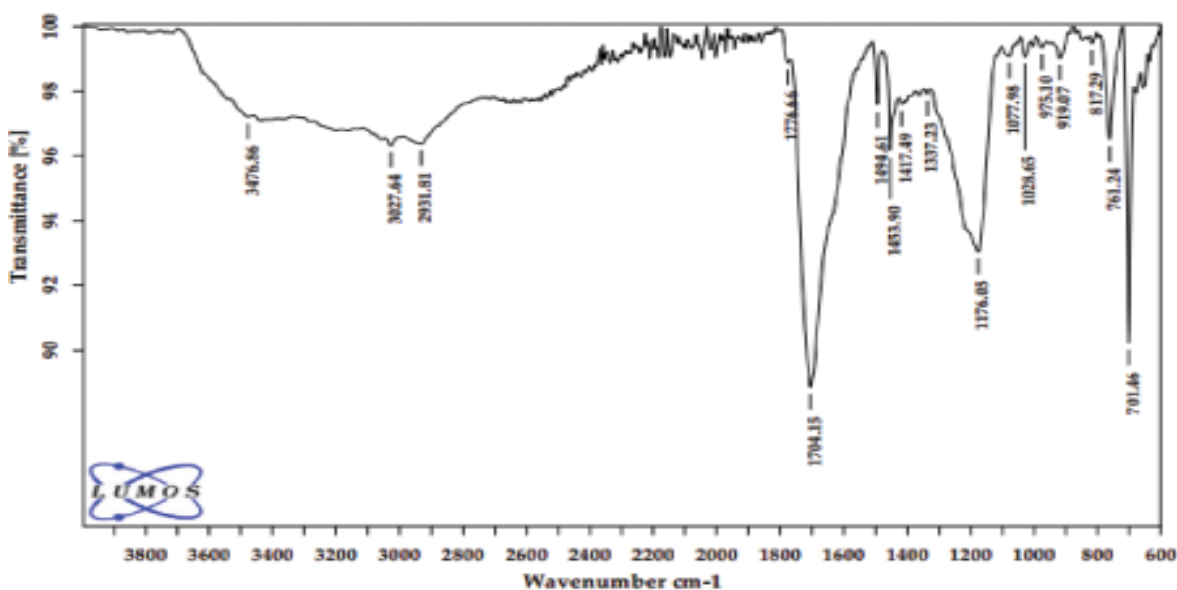


Fig.5. IR spectra of the chelate after sorption process

The following absorption bands are observed on the IR spectrum (fig.6) of the chelate: deformation (701, 761, 1494  $\text{cm}^{-1}$ ) and valence (3029  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C-H bond of the substituted benzene ring; deformation (1453  $\text{cm}^{-1}$ ) and valence (2936  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the CH bond of the CH and  $\text{CH}_2$  group; valence (1702  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C = O group of the acid; valence (1176  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C-O bond of the acid; valence (1776  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C = O ester group; valence (1029, 1079  $\text{cm}^{-1}$ ) vibrations of the C-O bond of the ester.

There are no absorption bands characteristics of nitrogen-containing bonds in the spectrum.

Comparison of the IR spectra of the sorbent and the chelate allows us to conclude that the metal atoms coordinated by the  $-\text{NH}_2$  group.

#### Determination of the static sorption capacity of sorbent

To determine the dependence of the sorption process from the ionic strength and static sorption capacity of sorbent have been taken 8 clean flasks, to each of which add 30 mg of sorbent, weighted on an analytical scale, 2 ml  $10^{-2}$  M solution of a metal, a certain number of optimal pH and 2M KCl. The summary amount of pH and 2M KCl should be 18 ml.

Solutions were mixing by using thermomixer ORBITAL SHAKER TS-1.

In 25 ml flask add the appropriate amount of metal and the optimal amount of reagent of 2,2,3,4-tetrahydroxy-3-sulpho-5 nitroazobenzene (1.5 ml) and diluted with optimal photometric pH=4 up to the mark. The background is the optimal amount of reagent diluted to the mark with optimal photometric pH = 4. Photometric determination is carried out in a cell with thickness of 1 cm at a wavelength of 490 nm.

*Effect of pH on the retention of V (V).*

One of the main characteristics of synthetic sorbents is the dependence of sorption of metal ions from the medium acidity. Sorption investigation of vanadium has been carried out from buffer solutions in the range of pH from 3 to 8.0. To determine the optimal range of pH values sorption equilibrium solution pH effect has been studied on the distribution of vanadium ions in the aqueous system - sorbent. The equilibrium pH was measured and the vanadium (V) concentration determined spectrophotometrically by using the 2, 2', 3, 4-tetrahydroxy-3'-sulpho-5'-nitroazobenzene at 490 nm. The maximal sorption capacity observed at pH 4. The obtained data were used to calculate the sorption capacity in mg g<sup>-1</sup>. With decreasing the acidity of the solution at pH = 3 ÷ 6 sorption of ions increases, reaches a maximum at a pH 4 and then decreases. At pH 4 the surface of the sorbent is fully saturated with vanadium(V) ions. Then at acidity of environment pH=5-8 the concentration of metal ions decreases on the surface of the sorbent.

*Adsorption Balance Time*

The complete sorption equilibrium or time to reaching adsorption balance has been established. The

experiment has been performed under static conditions at an optimum pH value, a constant ionic strength and at various time intervals. From the liquid phase has been taken aliquot to determine the metal ion concentration in solution. The total volume of the liquid phase was constant. Experience has been shown that the time at which the full sorption equilibrium established is 2 hours.

*Effect of Preconcentration Factor on V (V) Adsorption*

For practical study sorption process according static sorption has been conducted experience at different concentrations of the metal ion at a constant value of optimal pH and ionic strength without changing the total volume of the liquid phase. On the basis of the results get in any metal ion concentrations observed maximum sorption capacity of the sorbent. Experience shows that the maximum adsorption capacity observed in the value of concentration 60 10<sup>-3</sup> mol L<sup>-1</sup>.

*The Saturation Capacity of Adsorption*

The saturation capacity *Q* was calculated by the following equation:

$$Q = \frac{(C_0 - C)m}{V}$$

where, *Q* -is adsorption capacity of the sorbent, *V*- is the volume of solution (L), *C*<sub>0</sub> - is the initial concentration of vanadium (V) ion (mg L<sup>-1</sup>), *C* - the concentration of vanadium ion after adsorption process (mg L<sup>-1</sup>) and *m*-the mass of the sorbent (mg).

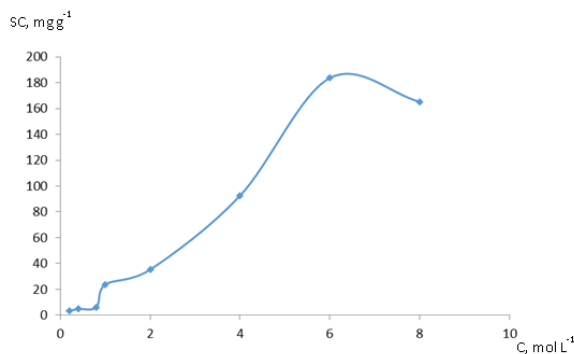


Fig.6. The effect of initial concentration of vanadium ions on vanadium adsorption by hydrazide of maloney acid *C*<sub>v(V)</sub> = 10<sup>-2</sup> mol L<sup>-1</sup>, contact time = 120 min., pH=4

The quantities of sorption capacity of sorbent for vanadium ions constitute 3.6 10<sup>-3</sup> mol g<sup>-1</sup>, which corresponds to a degree of extraction 90%. These

results indicate a good equilibrium and kinetic properties of the sorbent.

Table 1

REMOVAL EFFICIENCY PERCENTAGE OF V(V) IONS BY THE CHELATING SORBENT								
<i>C</i> <sub>me</sub> , 10 <sup>-3</sup> , mol L <sup>-1</sup>	0.2	0.4	0.8	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0
Sorp. cap., mg g <sup>-1</sup>	3.4	4.76	6.12	23.8	35.36	92.48	183.6	165.24
R, %	50	35	22.5	70	52	68	90	60.75

*Effect of ionic strength*

It has also been studied the influence of ionic strength to the sorption process. Ionic strength of solution has a significant impact to the selectivity of ion exchange and experimentally has been established that it observes at 0.6. The desired ionic strength achieved by adding to the buffer solution calculated amounts of KCl.

*Desorption process*

In order to extract the absorbed solutes of metal by adsorbent has been used desorption process. This process has been carried out by using mineral acids: HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH with different (0.5; 1.0; 1.5; 2.0 mol L<sup>-1</sup>) concentration. HNO<sub>3</sub>. Experiments show that solutions of 1 mol L<sup>-1</sup> HNO<sub>3</sub> possess the best desorbing ability to the vanadium ion. The most desorption relative error of the experiments was calculated on the basis of equilibrium in which each point represents the mean of three parallel experiments. It was also found that the adsorption capacity of the adsorbent was not significantly changed after regeneration.

*Effects of coexistent ions.*

The effect of coexistent ions on the vanadium(V) adsorption by hydrazide of maloney acid have been studied. The presence of coexistent ions in wastewater might affect the adsorption behavior of hidrazide of

maloney acid. The results show that no influences were observed from ions of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>, i.e. they did not interfere to the adsorption process. Pd<sup>2+</sup> ion is slightly interfere to the sorption process, but UO<sub>2</sub><sup>2+</sup> prevents to proceeding the process

*Sample analysis*

Vanadium is one of the environmentally hazardous heavy metals in water. The extraction of vanadium in the waste water of Sumgayit Technological Park (a complex of factories) of Azerbaijan Republic was studied and compared with the results of extraction of vanadium from real water sample.

To a portion of the water sample, add 2-3 ml of dilute (1:1) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The solution is filtered, the excess acid is neutralized with 0.1 M KOH to a pH of 4. 0.03 g of maloney acid hydrazide sorbent is introduced into the solution and the optimum pH for the sorption have been established. The mixture is stirred with a magnetic stirrer for 100-120 minutes at the room temperature. Then the sorbent is filtered through filter paper, washed 2-3 times with distilled water with a total volume of 20 ml. The elements are desorbed by washing the sorbent on the filter with 20ml of a solution of 1 M HNO<sub>3</sub>. The results of analysis were checked up by addition method. The results of the work are presented in table 2.

Table 2

**DETERMINATION OF V(V) IN REAL WATER AND WASTE WATER SAMPLES**

Aliquots	Found (µg L <sup>-1</sup> )	Added (µg L <sup>-1</sup> )
Real water sample	2.48 ± 0.07	2.52 ± 0.09
Waste water sample <sup>1</sup>	29.8 ± 0.15	29.5 ± 0.13
Waste water sample <sup>2</sup>	32.5±0.17	31.7±0.11

The comparative study of sorption of vanadium with different sorbents known in literature is shown in following table:

Table 3

**COMPARATIVE STUDY OF MAXIMUM ADSORPTION CAPACITY FOR V(V) ONTO DIFFERENT ADSORBENTS**

Sorbent	Sorption capacity	References
Hidrazide of maloney acid	183.6 mg g <sup>-1</sup>	Present work
<b>Chitosan derivatives</b>	148.15 and 171.82 mg g <sup>-1</sup>	[16]
Pine sawdust	130 mg g <sup>-1</sup>	[17]
Metal sludge	24.8 mg g <sup>-1</sup>	[18]

**«CONCLUSION»**

According to the results, studied the optimal sorption conditions, dependence sorption process from the pH of the solution, the initial concentration of the metal, the effect of ionic strength, determined time required to achieve complete sorption equilibrium and at the final stage of the process was carried out desorption of vanadium by using of mineral acids with different concentration. The experiments carried out by static method. In assessing the effectiveness of sorbents are important value of sorption capacity and the time to reach equilibrium sorption. According to the results,

physic-chemical and analytical properties of the complexation sorbents depend both to the nature of the functional-analytical group of sorbent so and metal. Based on these results it can be concluded that chelating polymeric sorbent have sufficiently high sorption capacity to the vanadium ions and that the resulting sorbent can be used to concentrate the ions V (V) in natural and industrial facilities.



«REFERENCES»

- Larsson M.A. Vanadium in Soils. Diss. PhD. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2014. 60 p.
- Yanguo T., Shijun N., Chengjiang Z., Jinsheng W., Xueyu L., Yi H. Environmental geochemistry and ecological risk of vanadium pollution in Panzhihua mining and smelting area // Chinese Journal of Geochemistry. 2006. V. 25. № 4. P. 379.
- Cooper R.G. Vanadium pentoxide inhalation // Indian J Occup Environ Med. 2007. V. 11. № 3. P. 97.
- López-García I., Vinas P., Romero-Romero R., Hernández-Córdoba M. Ion-exchange preconcentration and determination of vanadium in milk samples by electrothermal atomic absorption spectrometry // Talanta. 2009. V. 78. № 4-5. P. 1458.
- Huang C.Y., Lee N.M., Lin S.Y., Liu C.Y. Determination of vanadium, molybdenum and tungsten in complex matrix samples by chelation ion chromatography and on-line detection with inductively coupled plasma mass spectrometry // Analytica Chimica Acta. 2002. V. 466. № 1. P. 161.
- Wuilloud R.G., Salonia J.A., Olsina R.A., Martinez L.D. Determination of vanadium(V) in drinking water by flow injection and pre-concentration in a knotted reactor by inductively coupled plasma optical emission spectrometry with ultrasonic nebulization // Spectrochimica Acta Part B: Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. 2000. V. 55. № 6. P. 671.
- Barakat M.A. New trends in removing heavy metals from industrial wastewater // Arabian Journal of Chemistry. 2011. V. 4. № 4. P. 361.
- Pyrzyńska K., Wierzbicki T. Pre-concentration and separation of vanadium on Amberlite IRA-904 resin functionalized with porphyrin ligands // Analytica Chimica Acta. 2005. V. 540. № 1. P. 91.
- Filik H., Berker K.I., Balkis N., Apak R. Simultaneous preconcentration of vanadium(V/IV) species with palmitoyl quinolin-8-ol bonded to amberlite XAD 2 and their separate spectrophotometric determination with 4-(2-pyridylazo)-resorcinol using CDTA as masking agent // Analytica Chimica Acta. 2004. V. 518. № 6. P. 173.
- Dogan C. E., Köklü Ü. Sorption and Preconcentration of Vanadium, Chromium, Manganese, and Lead on Silica Gel Modified with (3-Mercaptopropyl) Trimethoxysilane // Instrumentation Science & Technology. 2006. V. 34. № 3. P. 359.
- Yadamari T., Yakkala K., Gurijala R. N. Determination and Quantification of Vanadium(V) in Environmental Samples Using Chemically Modified Chitosan Sorbent // Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences. 2014. V. 4. № 2. P. 53.
- Mthombeni N.H., Mbakop S., Onyango M. Magnetic Zeolite-Polymer Composite as an Adsorbent for the Remediation of Wastewaters Containing Vanadium // S. International Journal of Environmental Science and Development. 2015. V. 6. № 8. P. 602.
- Luo X., Yu L., Wang C., Yin X., Mosa A., Lv J., Sun H. Sorption of vanadium (V) onto natural soil colloids under various solution pH and ionic strength conditions // Chemosphere. 2017. V. 169. P. 609.
- Chaudhari U.E. Vanadium Removal by Adsorption on Coconut Shell // Jr. of Industrial Pollution Control. 2007. V. 23. № 2. P. 345.
- Cutter, L.A., Nunn, R.E., Making styrene/maleic anhydride copolymers by suspension polymerization. US Patent 4145375 A.
- V.M. Abdul Mujeeb, P. Alikutty, K. Muraleedharan, Journal of Water Process Engineering. 4(2014)143.
- T. Leiviskä, A. Keränen, N. Vainionpää, J. A. Amir, O. Hormi, J. Tanskanen, Water Science Technology. 72(2015)437.
- A. Bhatnagar, A. K. Minochaa, D. Pudasainee, H.-K. Chung, S.-H. Kim, H.-S. Kim, G. Lee, B. Min, B.-H. Jeon, Chemical Engineering Journal. 144(2008)197.

*Тухтаев Х.Р.,  
Чулпонов К. А.,  
Аминов С. Н.,  
Хазраткулова С. М.*

**СИНТЕЗ МОНОМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ОКСИКИСЛОТЫ**

**ВВЕДЕНИЕ**

В последние годы особый интерес представляют водорастворимые и водонабухающие полимеры, поведение которых в водных средах существенно зависит от природы растворителя, pH среды, присутствия различных веществ, температуры и других факторов. Такие полимеры перспективны для применения в медицине, биотехнологии, электронике (для создания датчиков и сенсоров), для решения экологических задач и т.д.

Одним из методов получения таких полимеров является радикальная полимеризация мономеров

содержащих в боковой цепи различные функциональные группы.

В данной работе приведены результаты исследования по синтезу и радикальной полимеризации нового мономера на основе винной кислоты - акриламидо- N-метилвинной кислоты (AA-N-МВК) и акриламидо- N-метилмолочной кислоты (AA-N-ММК). Выбор данного объекта исследования обусловлен тем, что полимеры и сополимеры, полученные поликонденсацией винной кислот, из-за своей безвредности находят широкое применение в биотехнологии и медицине.

К тому же, ранее проведенные исследования, по синтезу мономеров и карбоцепных полимеров на основе другой природной оксикислоты – винной, показали их перспективность. Полимеры, синтезированные на основе ненасыщенных производных винной кислоты проявляли рН – чувствительные свойства и обладали малой токсичностью и были не аллергены.

#### Экспериментальная часть

**Синтез акриламида-N-метиленвинной кислоты.** В двухголовую колбу с мешалкой помещали 15 гр (0,21 моль) акриламида, 20 мл 40% раствора формальдегида (0,27 моль), 50 мл 40% водного раствора винной кислоты (0,22 моль) и 0,03 гр гидрохинона. Смесь перемешивали при температуре 323К 3 часа. Воду упаривали в вакууме, мономер сушили над хлористым кальцием, промывали сначала хлороформом, потом ацетоном. Чистоту мономера определяли с помощью метода тонкослойной хроматографии. Для этого хроматографию проводили на UV-254 Силуфоле, используя разделительную систему этиловый спирт : ацетон в соотношении 2 :1. Мономер проявлялся в виде одного пятна с  $R_f=0,56$ . Полученный мономер представляет собой желтоватую, вязкую жидкость, растворяющуюся в воде, спирте, но не растворяющийся в хлороформе, ацетоне и неполярных растворителях.

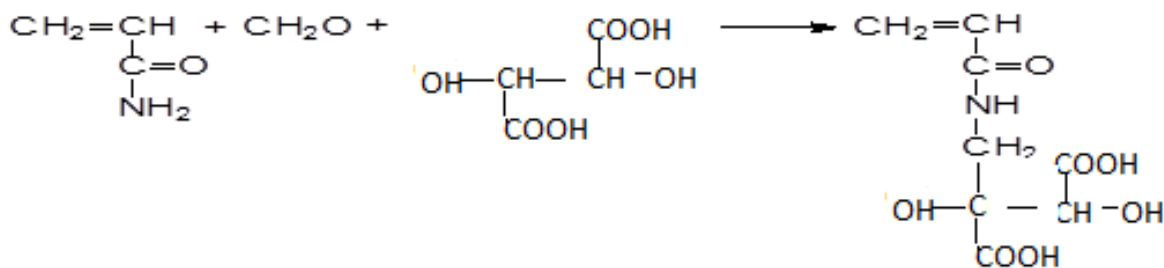
**Синтез акриламида-N-метиленмолочной кислоты.** В двухгорлую колбу с мешалкой помещали 7,1 г (0,1 моль) акриламида, 9г (0,1 моль) молочной кислоты и 0,03 гр (0,002 моль)

гидрохинона. Смесь перемешивали при температуре 333К 3 часа. Из полученного продукта выпаривали воду с помощью водоструйного насоса при температуре 333К. Целевой продукт очищали от непрореагировавших компонентов последовательной экстракцией четырёххлористым углеродом и хлороформом. Выход продукта составил 77%.

**Физико-химические исследования мономеров и синтезированных полимеров** ИК-спектры регистрировали спектрометре Specord IR-75 в области  $4000 - 400 \text{ см}^{-1}$  (KBr). ПМР-регистрировали спектрометре UNITY Plus 400 (Varian), 0 – ГМДС. Плотность мономеров и полимеров определяли пикнометрическим методом. Кинетику радикальной полимеризации изучали dilatометрическим методом. Для расчётов конверсии мономера в полимер использовали коэффициент контракции равный 0,16. Потенциометрическое титрование мономера и полимера проводили в термостатируемых ячейках на универсальном иономере ЭВ-74, который предварительно калибровали по стандартным буферным растворам.

#### Результаты и их обсуждение:

При синтезе AA-N-MBK и AA-N-MMK была использована реакция Манниха. В данной реакции происходит взаимодействия акриламида с формальдегидом с образованием метилоакриламида, последний конденсируясь с молочной кислотой, образует AA-N-MBK по следующей схеме:

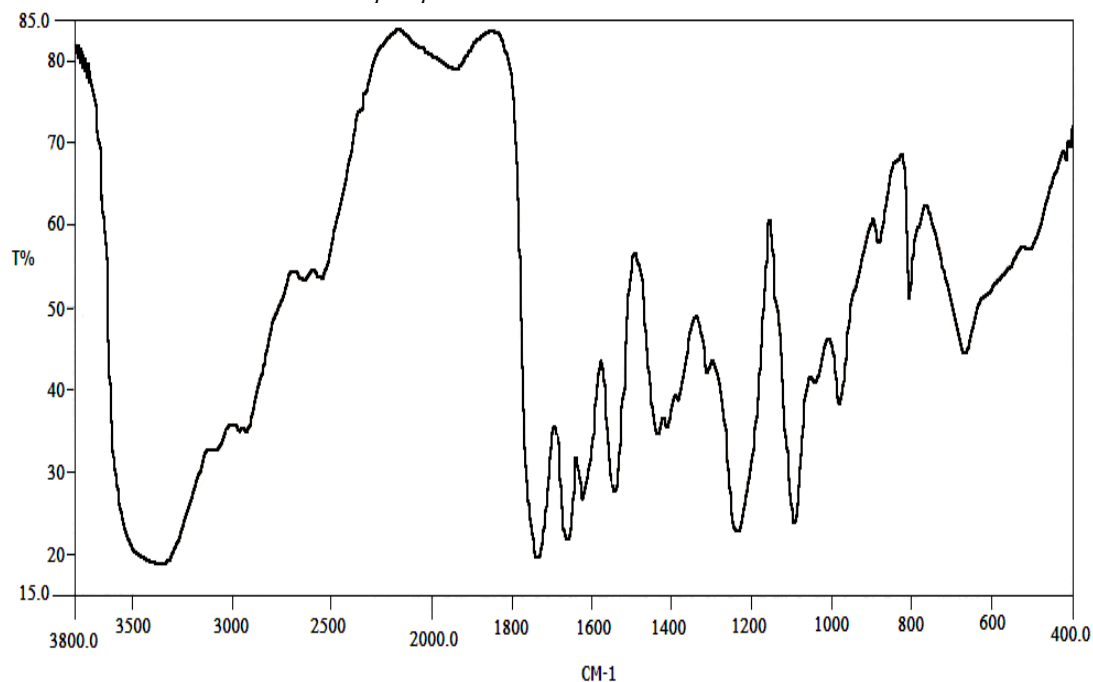


*акриламида -N-метиленвинная кислота*

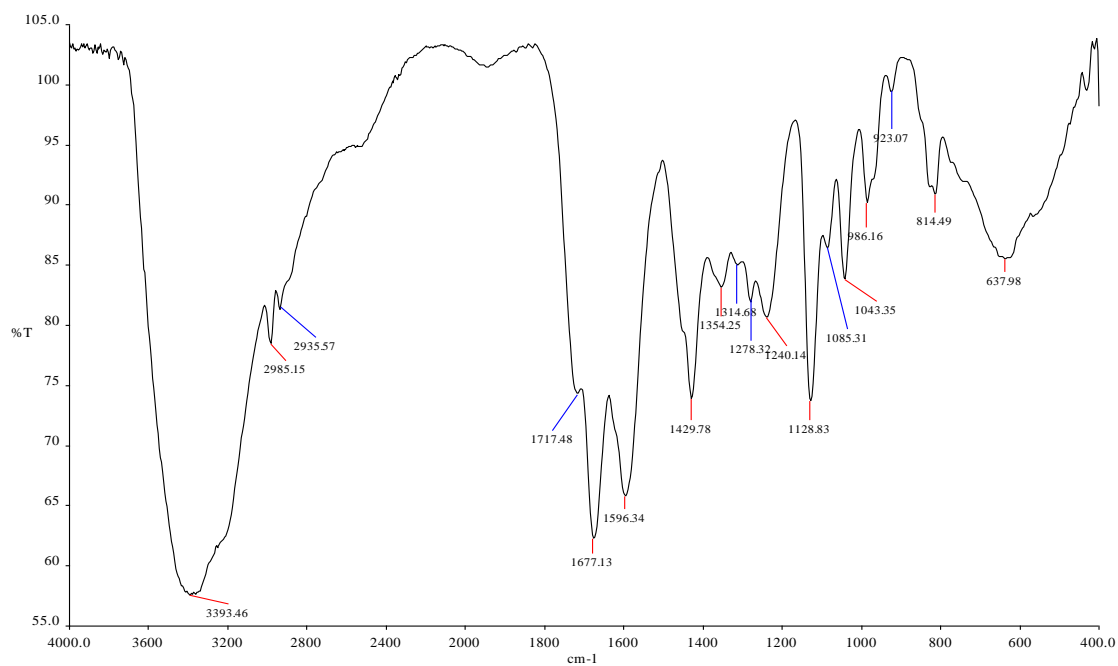
При изучении зависимости выхода мономера от соотношения исходных реагентов установлено, что наибольший выход ( $\approx 62\%$ ) AA-N-MBK и ( $\approx 70\%$ ) AA-N-MMK наблюдается практически при эквимолярных соотношениях исходных компонентов. Наиболее приемлемым методом синтеза AA-N-MBK и AA-N-MMK является одновременная загрузка исходных компонентов и нагревание реакционной смеси при  $60^\circ\text{C}$  в течении 3 часов при постоянном перемешивании. Химическое строение синтезированного мономера идентифицировали с помощью ИК- и ПМР-спектров, расчетами молекулярной рефракции и определением кислотного числа.

ИК-спектры мономера характеризуется полосами поглощения в области  $3500-3000 \text{ см}^{-1}$ , соответствующим как валентным колебаниям –ОН, так и амидных групп, что затрудняет точную их идентификацию. Полоса поглощения, обусловленная карбонильной группы карбоксила проявляется вблизи  $1750 \text{ см}^{-1}$ , для деформационных колебаний NH-группы характерна полоса поглощения в области  $1500 \text{ см}^{-1}$ , полоса поглощения вблизи  $1690 \text{ см}^{-1}$  характеризует валентные колебания  $-\text{C}=\text{C}-$  связи, сопряжённой с  $\text{C}=\text{O}$  группой.

ИК-спектр акриламида-N-метиленвинной кислоты



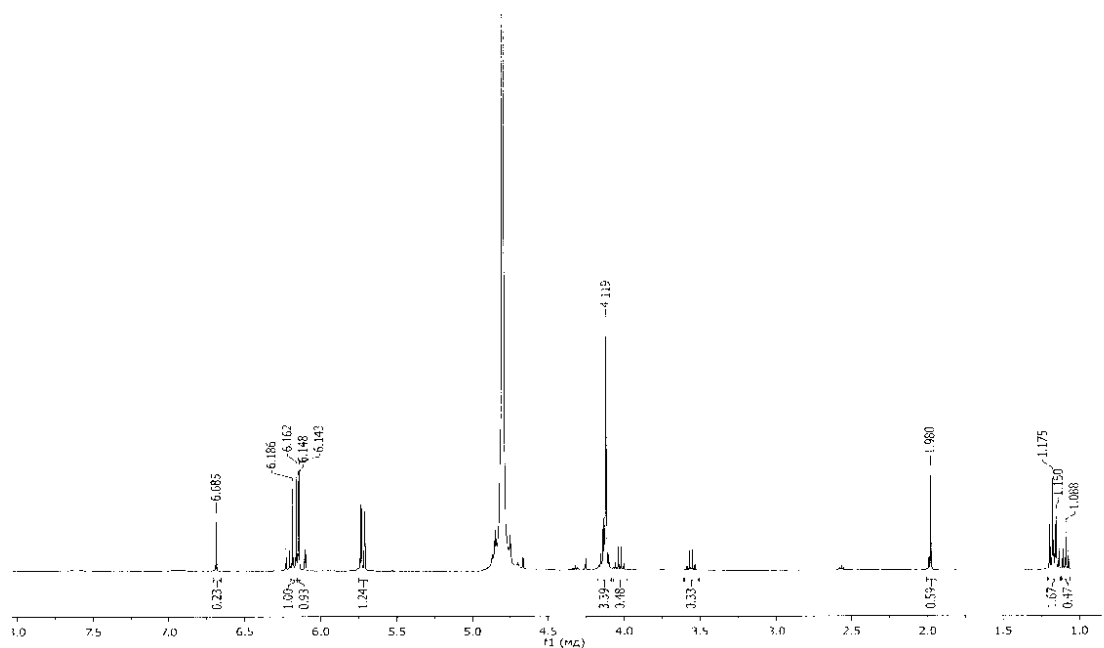
ИК-спектр акриламида-N-молочной кислоты



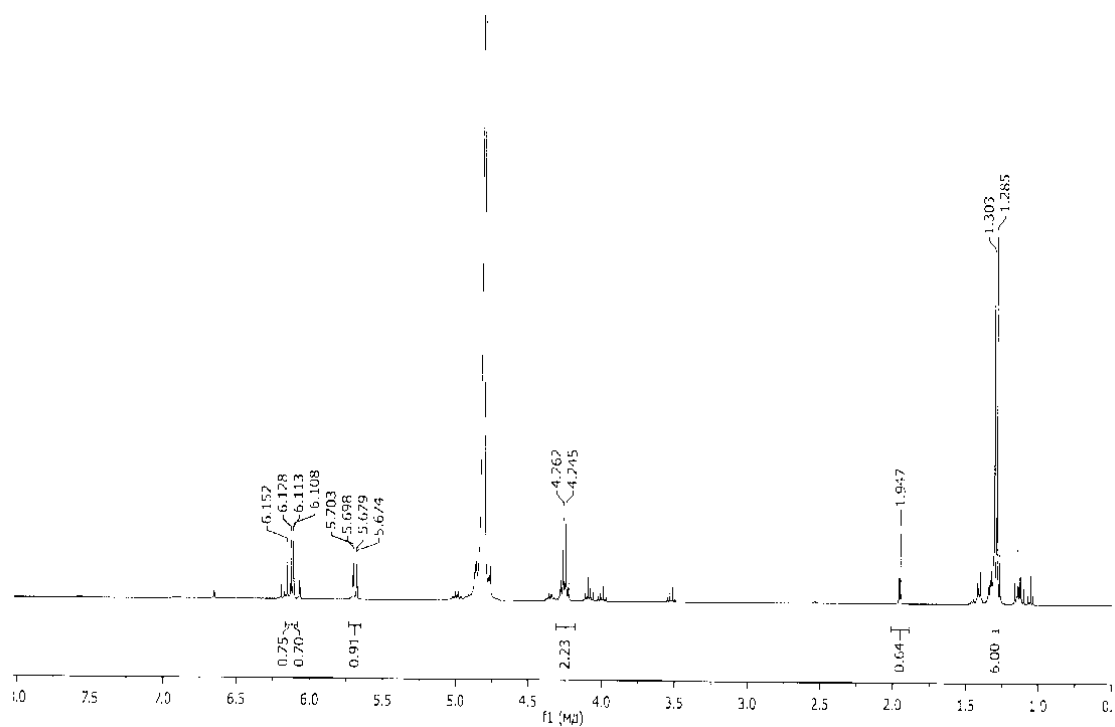
В ПМР - спектрах мономера наблюдаются группы сигналов акрилового фрагмента при 6,15 м.д. (2 Н) и 5,875 м.д. (1 Н) и два эквивалентных дублета с расщеплением 14 Гц, принадлежащих протонам группы  $\text{NCH}_2$  с центрами при 2,9 м.д.

(экваториальный 1Н) и 2,75 м.д. (аксиальный 1Н). сигнал при 4,88 м.д. принадлежит протонам группы  $\text{NH}$ ,  $\text{OH}$ . Так же наблюдается присутствие триплета от протонов группы  $\text{CH}_3$  при 1,4 м.д. двух кватрето с разной интенсивностью в области 4,3 м.д.

ПМР-спектр акриламидо-N-метиленвинной кислоты

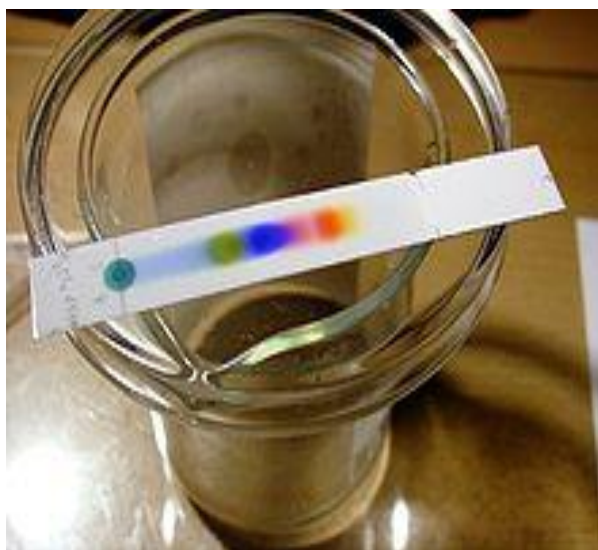


ПМР-спектр акриламидо-N-метиленмолочной кислоты



С целью получения акриламидных производных природных оксикислот были синтезированы мономеры - акриламидо-N-гликолевая и молочная кислоты (AA-N-MVK, AA-N-MMK). Синтез мономеров проводили по методике приведённой в работе. Синтез мономера проводили в водной среде взаимодействием акриламида с соответствующими природными оксикислотами. Для исключения взаимодействия акриламида с карбоксильной группой оксикислот среду подщелачивали до pH=8 добавлением

карбоната натрия. Реагирующие компоненты смешивали при эквимольном соотношении мономеров. Реакцию проводили в течении 5-10 часов при температуре 40-45<sup>0</sup>C. Затем реакцию смесь подкисляли соляной кислотой и оставляли охлаждаться в холодильнике. Полученные мономеры выпадали в виде белых кристаллов. Их отфильтровывали, сушили в вакууме. Для получения чистых мономеров использовали метод колоночной хроматографии. Стекланную колонку заполняли Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

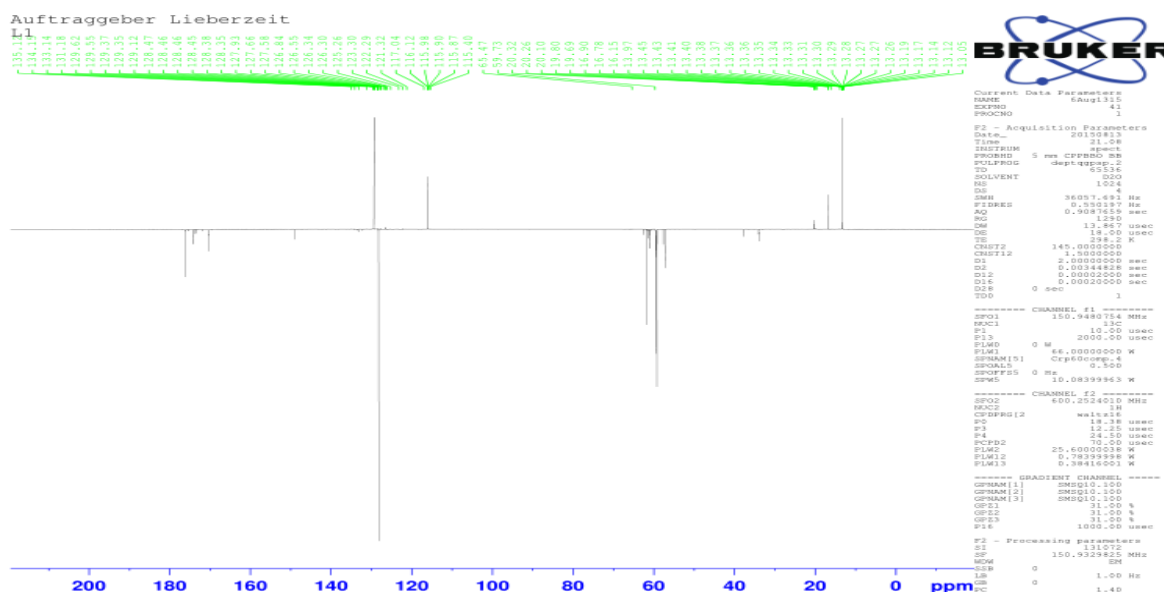


В качестве элюирующей системы использовали смесь растворителей этилацетат:спирт в соотношении 7:3. Выделившиеся фракции анализировали методом тонкослойной хроматографии на силифоле. Значение  $R_f=0,783$  для AA-N-ММК;  $R_f=0,79$  для AA-N-МТК.

Химическое строение синтезированных мономеров идентифицировали с помощью ИК-спектров, определением кислотного числа методом потенциометрического титрования. ИК -спектры AA-N-МК приведены на рис.2.2.1. Как видно из рис.2.2.1 в ИК -спектре AA-N-МК наблюдаются полосы поглощения в области  $1596\text{ см}^{-1}$ , соответствующие двойной связи и  $1677\text{ см}^{-1}$  валентным колебаниям  $-\text{CONH}-$  группы мономера.

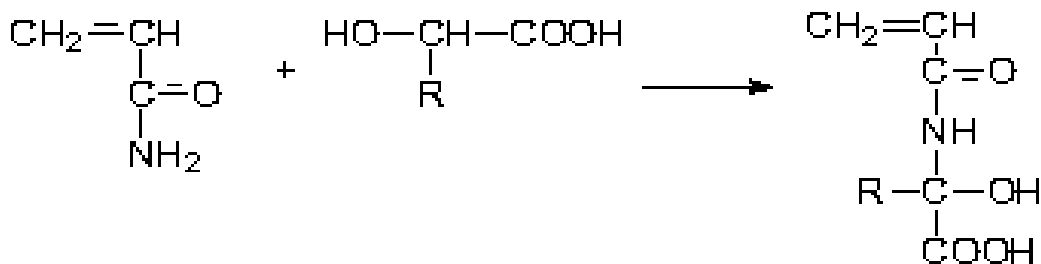
Интенсивная полоса поглощения в области  $1354\text{ см}^{-1}$  соответствует  $-\text{OH}$  карбоксильной группе, а  $1717\text{ см}^{-1}$  карбонилу карбоксильной группы оксикислоты. При  $3753\text{ см}^{-1}$  наблюдается полоса поглощения соответствующая гидроксильным группам связанным водородными связями, которая свидетельствует о димеризованном состоянии мономера.

ЯМР-спектр акриламидо - N-гликолевой кислоты



Строение полученных мономеров доказывали так же методами ЯМР-спектроскопии. В спектрах ПМР имеются сигналы протонов двойной связи 6,2-6,5 м.д., сигналы протонов  $\text{CH}_2$  и  $\text{CH}$  групп с различными заместителями (углерод, азот, кислород) в интервале 3,5-4,5 м.д. В ЯМР -спектрах  $^{13}\text{C}$  соединений 20 м.д. сигналы атома углерода метильной группы, 60 м.д. сигналы атомов углерода гидроксильной группы. 100-110 м.д. сигналы атомов углерода двойной связи. Сигналы

атомов углерода карбоксильной группы при 180 м.д. Наличие карбоксильных групп в мономерах так же подтверждали потенциометрическим титрованием. Исходя из литературных данных, ЯМР - спектроскопии и потенциометрического титрования реакцию взаимодействия акриламида с оксикислотами можно представить следующей схемой: где  $\text{R}=\text{H}$  – для производного гликолевой,  $\text{R}=\text{CH}_3$  – для производного молочной кислот

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Fong Liu, Marek W, Urban. // Progress in polymer science, №35, 2010, p. 3-23
- 2 M.Motornov, Yuri Roiter, Sergey Minko. // Progress in polymer science, N 35, 2010, p. 174-211.

- 3 Hyung -il Lee, Joanna Peetrosik, Sergeis S. Sheiko. // Progress in polymer science, №35, 2010, p. 24-44.

**Cheltonov M.M.**

*Head of Group for advanced technologies  
of energy materials and products  
of Research-Development Institute  
of High-Energy Materials  
of State Enterprise Research-Industrial Complex  
"Pavlograd Chemical Plant",  
Pavlograd, Ukraine*

**Kyrychenko A.L.**

*Candidate of Engineering Science,  
Chief Technologist  
of State Enterprise Research-Industrial Complex  
"Pavlograd Chemical Plant",  
Pavlograd, Ukraine*

**RESEARCH OF PROPERTIES OF WAVEGUIDES OF NON-ELECTRIC INITIATION SYSTEMS  
WITH STABLE SHOCK WAVE CHARACTERISTICS**

**Челтонов Максим Михайлович**

*руководитель группы по перспективным технологиям  
энергетических материалов и изделий  
Научно-исследовательского института высокоэнергетических материалов  
«Государственного предприятия  
«научно-производственного объединения  
«Павлоградский химический завод»,  
г. Павлоград, Украина*

**Кириченко Алексей Леонидович**

*кандидат технических наук,  
главный технолог  
«Государственного предприятия  
«научно-производственного объединения  
«Павлоградский химический завод»,  
г. Павлоград, Украина*

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВОЛНОВОДОВ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
ИНИЦИИРОВАНИЯ СО СТАБИЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ УДАРНОЙ ВОЛНЫ**

**Summary.** Currently, the organization of the production of non-electric initiation systems based on the domestic raw material base is relevant for Ukraine. The main component that is a component of non-electric initiation systems is the so-called active substance, consisting of a mixture of nitramine (octogen or hexogen) and aluminum. The solution of the deficiency of these nitramines is possible due to the use of resource-saving technologies for the disposal of solid propellants and ammunition unsuitable for further use for its intended purpose. However, when using these technologies, nitramine extracted from solid propellants and ammunition does not correspond to the quality presented to a marketable product for the production of non-electric initiation

systems. The purpose of this research is to establish the laws governing the preparation of an active substance suitable for use in the manufacture of waveguides of non-electric initiation systems.

**Аннотация.** В настоящее время актуальным для Украины является организация производства неэлектрических систем инициирования на основе отечественной сырьевой базы. Основным компонентом, который является составляющей неэлектрических систем инициирования, является так называемое активное вещество, состоящее из смеси нитрамина (октогена или гексогена) и алюминия. Решение дефицита указанных нитраминов, возможно за счёт применения ресурсозвратных технологий утилизации твёрдого ракетного топлива и боеприпасов, непригодных для дальнейшего применения по прямому назначению. Однако, при использовании указанных технологий, извлечённый из твёрдого ракетного топлива и боеприпасов нитрамин не соответствует качеству, предъявляемому к товарному продукту для производства неэлектрических систем инициирования. Целью настоящих исследований является установление закономерностей получения активного вещества, пригодного для использования при изготовлении волноводов неэлектрических систем инициирования.

*Keywords: solid propellants, octogen, non-electric initiation systems, dimethyl sulfoxide*

*Ключевые слова: твёрдое ракетное топливо, октоген, неэлектрические системы инициирования, диметилсульфоксид*

**Постановка проблемы.** В настоящее время в условиях Украины при проведении взрывных работ, для создания разных схем взрывания зарядов промышленных взрывчатых веществ (ВВ), используют неэлектрические системы инициирования (НСИ). Эффективность применения НСИ обусловлена высокой безопасностью в обращении и возможностью создания схем взрывания различной сложности с практически неограниченным по временным интервалам замедлением.

Основным преимуществом НСИ является возможность управлять замедлением, как между взрывами отдельных зарядов, так и внутри самого заряда ВВ, что позволяет регулировать интенсивность нагружения горных пород. Эти свойства НСИ позволяют эффективно управлять качеством дробления пород и одновременно снижать негативное ударно-волновое и сейсмическое воздействие взрыва.

В собранном виде НСИ состоит из волновода, комплектующего капсюля-детонатора (КД), герметично соединенного с волноводом пластикового коннектора, в который установлен КД.

Одними из основных компонентов в составе НСИ, является нитрамин (октоген). В настоящий момент, как правило, используется импортный нитрамин как в составе капсюлей-детонаторов, так и в волноводах в составе активного вещества.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Решение дефицита нитрамина возможно за счёт создания соответствующего производства по синтезу нитрамина, либо согласно литературным источникам [1-2] за счёт применения

ресурсозвратных технологий утилизации твёрдого ракетного топлива (ТРТ), боеприпасов с истёкшим сроком хранения. При этом использование сырья, полученного с применением ресурсозвратных технологий, позволяет снизить себестоимость этих изделий (КД, НСИ).

На ГП «НПО «ПХЗ» (г. Павлоград) были проведены работы по модификации нитрамина [2], извлечённого из ТРТ с истёкшим сроком хранения.

**Выделение нерешённых ранее частей общей проблемы.** Однако приготовленное НСИ из активного вещества на основе модифицированного нитрамина хотя и удовлетворяет требованиям нормативной документации на НСИ, но не обеспечивает стабильную скорость ударной волны  $1900 \pm 200$  м/с и составляет 1729-1824 м/с.

**Формулирование целей статьи** настоящих исследований является установление закономерностей получения активного вещества, пригодного для использования при изготовлении волноводов неэлектрических систем инициирования.

**Изложение основного материала.** Для проведения исследований использовался нитрамин, полученный в результате конверсии полимерной крошки ТРТ с применением ДМСО [2]. Для определения характеристики термической стабильности исходного нитрамина и сравнения с аналогичной характеристикой нитрамина товарного качества применялся метод дифференциально-термического анализа (ДТА). Термограммы ДТА, полученные на дифференциально-термическом анализаторе L81 Lenseis исходного и товарного нитрамина приведены на рис. 1-2 соответственно.

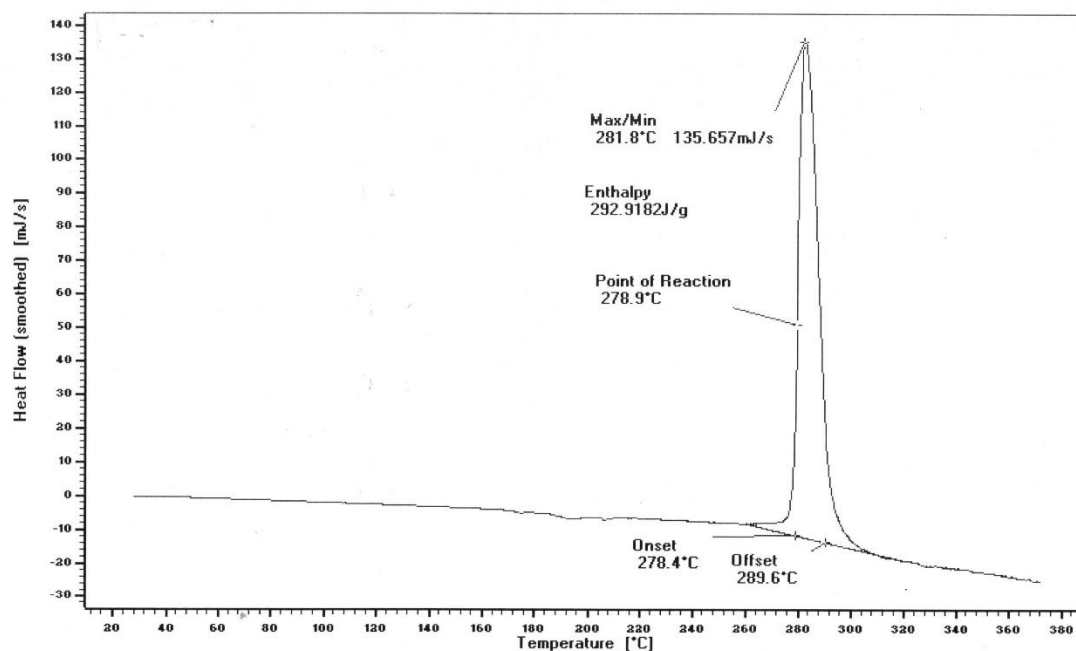


Рисунок 1. - Термограмма ДТА исходный нитрамина (скорость нагрева 10°C/мин)

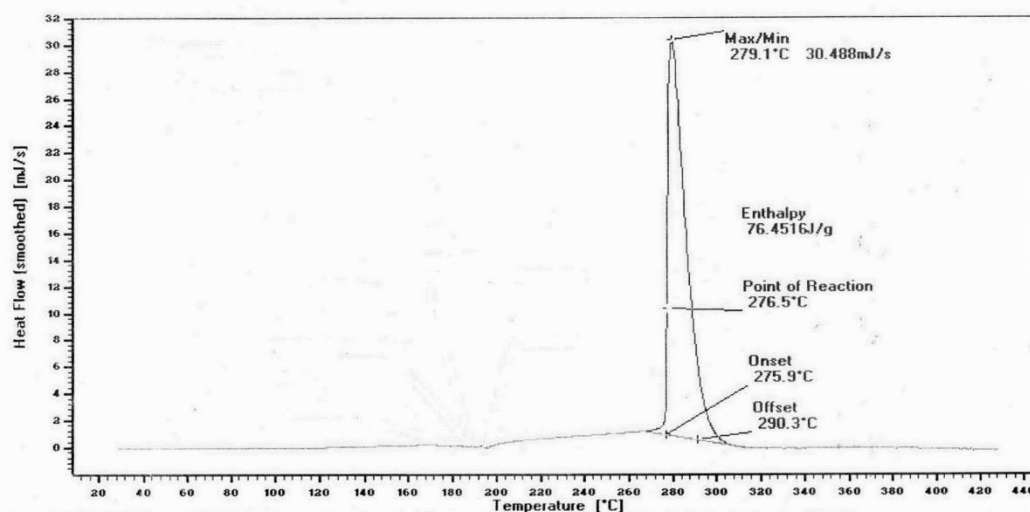


Рисунок 2. - Термограмма ДТА товарного нитрамина (скорость нагрева 10°C/мин)

Из данных приведенных на рис. 1-2 следует, что исходный нитрамин, извлеченный из полимерной крошки ТРТ (диапазон разложения 278,4-289,6 °С с максимумом при температуре 281,8 °С) имеет сходные теплофизические параметры с товарным нитрамином (диапазон разложения 275,9-290,3 °С с максимумом при температуре 279,1 °С).

Нитрамин после извлечения из ТРТ был предварительно модифицирован по следующей методике: приготовили раствор извлечённого нитрамина в диметилсульфоксиде (ДМСО) в

соотношении 1 : 5. После фильтрования в полученный раствор при перемешивании механической мешалкой добавили воду с температурой 5 °С (частота вращения механической мешалки при этом составляла 25 - 30 с<sup>-1</sup>) после перемешивания в течение 10 мин выпавший нитрамин отфильтровался, сушился и взвешивался. Из полученного нитрамина и были изготовлено активное вещество для опытных партий волоноводов НСИ. Краткая характеристика исходного нитрамина для приготовления активного вещества представлена в табл. 1.



**КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО НИТРАМИНА  
ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА**

Наименование показателя	Величина
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,88-1,91
Содержание влаги, % не более	0,05
Содержание частиц 25 мкм и менее, %	90- 98
Содержание частиц 50 мкм и более, %	1-2

Внешний вид исходных компонентов: нитрамина и алюминия применяемых для приготовления активного вещества представлен на рис. 3 и 4 соответственно.

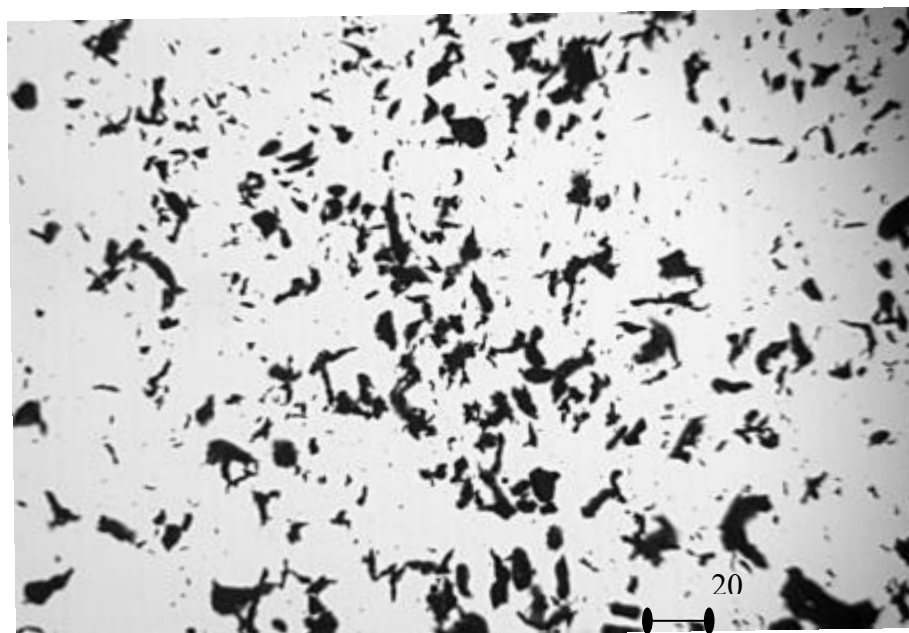


Рисунок 3. - Внешний вид исходного нитрамина, применяемого для приготовления активного вещества

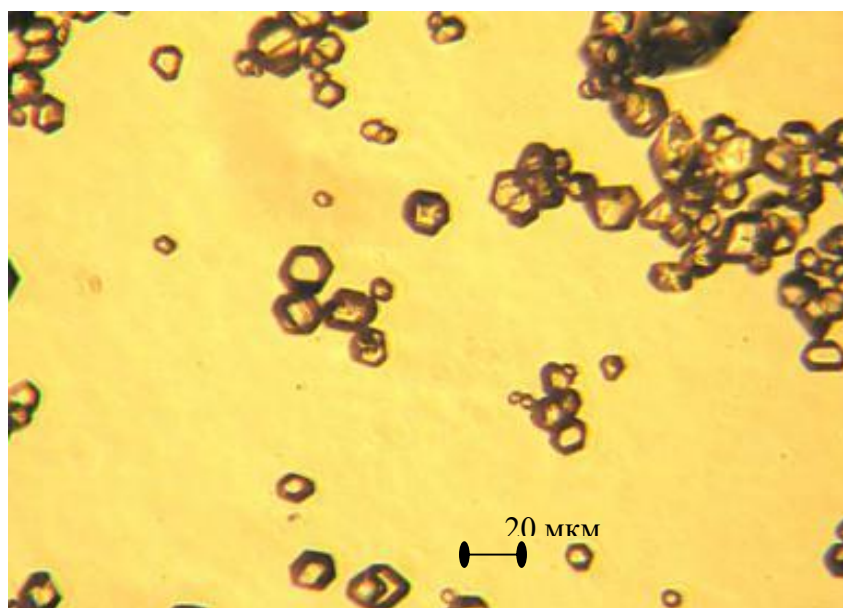


Рисунок 4. - Внешний вид исходного алюминиевого порошка, применяемого для приготовления активного вещества

**Экспериментальная часть.** Загрузили в смеситель гравитационного типа нитрамин модифицированный и алюминий в соотношении 92% : 8%. Приготовление активного вещества выполняли буковыми шарами с отбором проб полученного активного вещества через 2, 4, 6, 8, 10 часов соответственно. Проводили испытания отобранных проб по показателям:

- форма частиц (под микроскопом Leica DM1LM);

- фракционный состав (на установке SALD-301V).

Из отобранных проб активного вещества были изготовлены образцы волноводов СИН с определением скорости ударной волны.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных работ, было получено активное вещество с различным фракционным составом.

На рис. 5 представлен внешний вид частиц активного вещества после 2 часов приготовления.

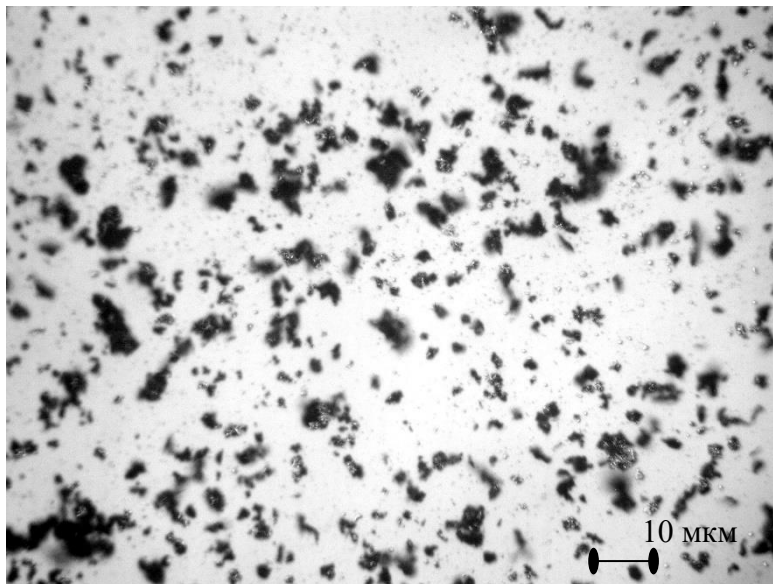


Рисунок 5. - Внешний вид частиц активного вещества после 2 часов приготовления

Как видно из рис. 3 исходный нитрамин имеет изометрическую орторомбическую  $\beta$  форму. Согласно рис. 5 уже через 2 часа приготовления активного вещества его частицы приобретают неправильную форму, в частности кристаллы

нитрамина, так как наряду с перемешиванием происходит измельчение частиц нитрамина и алюминиевого порошка. В таблице 2 представлено изменение гранулометрического состава активного вещества в ходе его приготовления.

Таблица 2

#### ИЗМЕНЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА В ХОДЕ ЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Гранулометрический состав, мкм	Массовая доля каждой фракции, %					
	до перевешивания	через 2 часа	через 4 часа	через 6 часов	через 8 часов	через 10 часов
-111,66+94,85	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-94,85+80,56	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-80,56+68,43	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-68,43+58,13	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-58,13+49,37	0,268	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002
-49,37+41,94	0,661	0,006	0,000	0,000	0,000	0,002
-41,94+35,62	0,668	0,013	0,000	0,002	0,002	0,003
-35,62+30,26	0,414	0,021	0,003	0,002	0,002	0,004
-30,26+25,70	0,084	0,030	0,004	0,003	0,003	0,005
-25,70+21,83	0,000	0,039	0,006	0,004	0,004	0,007
-21,83+18,54	1,242	0,052	0,010	0,006	0,007	0,010
-18,54+15,75	6,462	0,070	0,015	0,009	0,011	0,015

Гранулометрический состав, мкм	Массовая доля каждой фракции, %					
	до перевешивания	через 2 часа	через 4 часа	через 6 часов	через 8 часов	через 10 часов
-15,75+13,38	18,813	0,093	0,021	0,014	0,021	0,019
-13,38+11,37	28,914	0,131	0,028	0,021	0,030	0,019
-11,37+9,65	27,442	0,174	0,035	0,023	0,035	0,017
-9,65+8,20	12,455	0,218	0,044	0,021	0,039	0,027
-8,20+6,96	2,418	0,223	0,056	0,022	0,055	0,058
-6,96+5,92	0,000	0,438	0,098	0,055	0,108	0,115
-5,92+5,03	0,000	0,834	0,172	0,114	0,191	0,200
-5,03+4,27	0,000	1,313	0,274	0,189	0,281	0,341
-4,27+3,63	0,000	1,629	0,441	0,255	0,402	0,546
-3,63+3,08	0,000	2,443	0,705	0,371	0,610	0,815
-3,08+2,62	0,000	4,134	1,088	0,577	0,933	1,083
-2,62+2,22	0,000	6,258	1,549	0,879	1,265	1,395
-2,22+1,89	0,000	7,268	2,155	1,195	1,609	1,787
-1,89+1,60	0,000	7,180	2,902	1,519	2,020	2,400
-1,60+1,36	0,000	7,142	3,799	1,920	2,716	2,578
-1,36+1,16	0,000	5,270	4,330	1,999	2,940	2,621
-1,16+0,98	0,000	3,169	4,968	2,150	3,118	2,885
-0,98+0,84	0,000	2,381	6,192	2,819	3,717	6,877
-0,84+0,71	0,000	7,718	10,385	7,413	8,364	13,852
-0,71+0,60	0,000	13,305	15,285	14,772	15,105	21,182
-0,60+0,51	0,000	15,791	18,616	22,094	21,111	21,277
-0,51+0,43	0,000	9,818	15,191	21,634	19,172	14,445
-0,43+0,37	0,000	2,836	8,916	14,514	12,093	5,416
-0,37+0,31	0,000	0,000	2,710	5,404	4,035	0,000
-0,31	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Как видно из результатов определения гранулометрического состава активного вещества в ходе его приготовления происходит его измельчение в ходе перемешивания. Через 2 часа измельчения за счёт истирания и соударения частицы активного вещества с основным фракционным составом от 21,83 мкм до 6,96 мкм (что составляет 97,75% от общей массы активного вещества) измельчаются до фракционного состава от 5,03 мкм до 0,37 мкм (что составляет 97,66% от общей массы активного вещества). При дальнейшем приготовлении активного вещества от 4 до 10 часов измельчение частиц проходит не так значительно, основные фракции частиц составляют 3,08 — 0,31 мкм и 3,08 — 0,37 мкм соответственно. Более наглядно это может быть представлено

изменением среднего размера частиц активного вещества в ходе его приготовления.

Средний размер частиц отобранных проб через 2, 4, 6, 8, 10 часов активного вещества рассчитывался по следующей формуле [3]:

$$d_{cp} = \sum_{i=1}^N m_i d_i \quad (1)$$

где  $m_i$  и  $d_i$  — весовые доли каждой фракции и средний размер кристаллов этой фракции соответственно.

На рис. 6 представлена зависимость среднего размера частиц отобранных проб активного вещества без измельчения и через 2, 4, 6, 8, 10 часов измельчения соответственно.

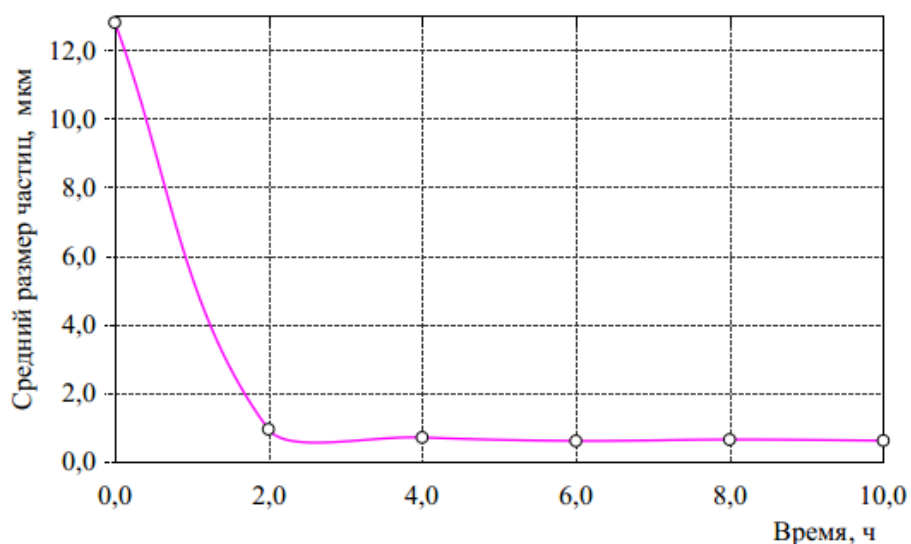


Рисунок 6. - Зависимость среднего размера частиц отобранных проб активного вещества без измельчения и через 2, 4, 6, 8, 10 часов измельчения

Из приведённых на рис. 6 данных следует, что в ходе приготовления активного вещества происходит дополнительным его измельчение до среднего размера частиц 1 - 0,6 мкм. Основная часть активного вещества измельчается в первые 2 часа его приготовления.

В последующее время приготовления активного вещества (4 - 10 ч) средний размер частиц практически не изменялся (0,7- 0,6 мкм).

Для анализа влияния дисперсности активного вещества на характеристики опытных партий волноводов НСИ выполнили оценку изменения скорости ударной волны волноводов НСИ от времени приготовления активного вещества. На рис. 7 представлена зависимость скорости ударной волны волноводов НСИ от времени измельчения активного вещества.

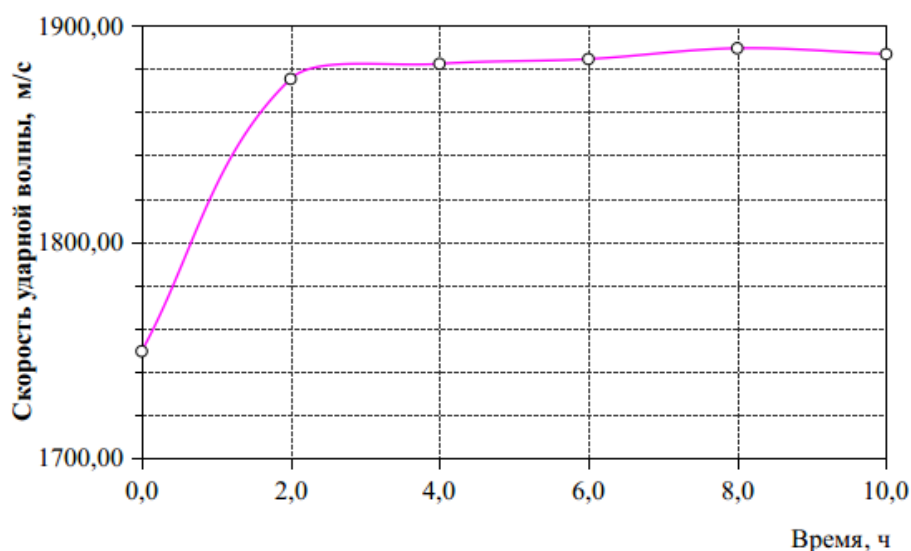


Рисунок 7. - Зависимость скорости ударной волны от времени измельчения активного вещества.

Полученные данные (рис. 7) свидетельствуют о том, что скорость ударной волны СИН, изготовленного из активного вещества после 2 часов измельчения увеличивается ~7,2 % и при дальнейшем измельчении 4 - 6 часов достигает 1882,3 — 1884,5 м/с. При последующем измельчении до 8 - 10 часов скорость ударной волны изменяется незначительно (~0,3%). Таким

образом оптимальным временем измельчения активного вещества для изготовления НСИ с устойчивыми результатами скорости ударной волны составляет 4 - 6 часов.

**Выводы из данного исследования и перспективы.** Получены закономерности приготовления активного вещества на основе нитрамина, извлечённого из ТРТ, используемого

при изготовлении волноводов неэлектрических систем инициирования, со стабильными характеристиками ударной волны.

Установлено, что наиболее приемлемым временем приготовления активного вещества для получения стабильных характеристик скорости ударной волны волноводов НСИ составляет 4 - 6 часов.

Получены исходные данные для разработки регламента технологического процесса производства волноводов неэлектрических систем инициирования для серийного производства.

#### **Литература.**

1. Забелин Л.В. Основы промышленной технологии утилизации крупногабаритных твёрдотопливных зарядов / Р.В. Гафиятулин, А.Н. Поник, В.Ю. Мелешко — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. - 226 с.

2. Безопасность процессов производства и применения эмульсионных взрывчатых веществ с компонентами утилизируемых вооружений. Монография. // Шиман Л.Н. Устименко Е.Б., Голинько В.И., Соболев В.В. – Днепропетровск: «Лира», 2013. – 526 с.

3. Матусевич Л.Н. Кристаллизация в присутствии затравочных кристаллов. - Журнал прикладной химии, 1961, т.34, №5 с. 986-993.

#10 (50), 2019 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)**

#10 (50), 2019 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 Dzedzic (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](mailto:info@eesa-journal.com) ,

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

**Igor Dzedzic (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](mailto:info@eesa-journal.com) ,

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