



International periodic scientific journal

—*ONLINE*

www.moderntechno.de

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 84.35)



MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Issue №12

Part 5

June 2020

Published by:
Sergeieva&Co
Karlsruhe, Germany

ISSN 2567-5273
DOI 10.30890/2567-5273

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *candidate of technical sciences*

Editorial board: More than 160 doctors of science. Full list on pages 4

UDC 08
LBC 94
DOI: 10.30890/2567-5273.2020-12-05

Published by:
Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe, Germany
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de

The publisher is not responsible for the validity of the information or for any outcomes resulting from reliance thereon.

Copyright
© Authors, 2020



About the journal

The International Scientific Periodical Journal "Modern Technology and Innovative Technologies" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: Quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English. The journal is registered in INDEXCOPERNICUS.

Sections of the Journal:

Library of Congress Classification Outline	Sections
Subclass TJ / TJ1-1570	Mechanical engineering and machinery
Subclass TK / TK1-9971	Electrical engineering.
Subclass TA / TA165	Engineering instruments, meters, etc. Industrial instrumentation
Subclass TK / TK5101-6720	Telecommunication
Subclass TK / TK1-9971	Electrical engineering. Electronics. Nuclear engineering
Subclass TN / TN1-997	Mining engineering. Metallurgy
Subclass TS / TS1950-1982, TS2120-2159	Animal products., Cereals and grain. Milling industry
Subclass TS / TS1300-1865	Textile industries
Subclass TK / TK7800-8360	Electronics
Subclass T / T55.4-60.8	Industrial engineering. Management engineering
Subclass T / T351-385	Mechanical drawing. Engineering graphics
Subclass TA / TA1001-1280, Subclass TL / TL1-484, Subclass TE / TE1-450, Subclass TF / TF1-1620	Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles, Highway engineering. Roads and pavements, Railroad engineering and operation
Subclass TH / TH1-9745	Building construction
Subclass T / T55-55.3	Industrial safety. Industrial accident prevention
Additional sections	Innovative economics and management, Innovations in pedagogy, Innovative approaches in jurisprudence, Innovative philosophical views

Requirements for articles

Articles should correspond to the thematic profile of the journal, meet international standards of scientific publications and be formalized in accordance with established rules. They should also be a presentation of the results of the original author's scientific research, be inscribed in the context of domestic and foreign research on this topic, reflect the author's ability to freely navigate in the existing bibliographic context on the problems involved and adequately apply the generally accepted methodology of setting and solving scientific problems.

All texts should be written in literary language, edited and conform to the scientific style of speech. Incorrect selection and unreliability of the facts, quotations, statistical and sociological data, names of own, geographical names and other information cited by the authors can cause the rejection of the submitted material (including at the registration stage).

All tables and figures in the article should be numbered, have headings and links in the text. If the data is borrowed from another source, a bibliographic reference should be given to it in the form of a note.

The title of the article, the full names of authors, educational institutions (except the main text language) should be presented in English.

Articles should be accompanied by an annotation and key words in the language of the main text and must be in English. The abstract should be made in the form of a short text that reveals the purpose and objectives of the work, its structure and main findings. The abstract is an independent analytical text and should give an adequate idea of the research conducted without the need to refer to the article. Abstract in English (Abstract) should be written in a competent academic language.

The presence of UDC, BBK

Acceptance of the material for consideration is not a guarantee of its publication. Registered articles are reviewed by the editorial staff and, when formally and in substance, the requirements of the journal are sent to peer review, including through an open discussion using the web resource www.sworld.education

Only previously unpublished materials can be posted in the journal.

Regulations on the ethics of publication of scientific data and its violations

The editors of the journal are aware of the fact that in the academic community there are quite widespread cases of violation of the ethics of the publication of scientific research. As the most notable and egregious, one can single out plagiarism, the posting of previously published materials, the misappropriation of the results of foreign scientific research, and falsification of data. We oppose such practices.

The editors are convinced that violations of copyrights and moral norms are not only ethically unacceptable, but also serve as a barrier to the development of scientific knowledge. Therefore, we believe that the fight against these phenomena should become the goal and the result of joint efforts of our authors, editors, reviewers, readers and the entire academic community. We encourage all stakeholders to cooperate and participate in the exchange of information in order to combat the violation of the ethics of publication of scientific research.

For its part, the editors are ready to make every effort to identify and suppress such unacceptable practices. We promise to take appropriate measures, as well as pay close attention to any information provided to us, which will indicate unethical behavior of one or another author.

Detection of ethical violations entails refusal to publish. If it is revealed that the article contains outright slander, violates the law or copyright rules, the editorial board considers itself obliged to remove it from the web resource and from the citation bases. Such extreme measures can be applied only with maximum openness and publicity.



Editorial board

- Bukharina Irina Leonidovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Grebneva Nadezhda Nikolayevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Gritsenko Svetlana Anatol'yevna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Russia
 Kalenik Tat'yana Kuz'minichna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Knyazeva Ol'ga Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Russia
 Kukhar Yelena Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Kazakhstan
 Moiseykina Lyudmila Guchayevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Nefed'yeva Yelena Eduardovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Russia
 Sentyabrev Nikolay Nikolayevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Starodubtsev Vladimir Mikhaylovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Ukraine
 Testov Boris Viktorovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Tungushbayeva Zina Baybagusovna, Doctor of Biological Sciences, Kazakhstan
 Fateyeva Nadezhda Mikhaylovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Akhmadiev Gabdulakhat Malikovich, Doctor of Veterinary Science, Professor, Russia
 Shevchenko Larisa Vasil'yevna, Doctor of Veterinary Science, Professor, Ukraine
 Animitsa Yevgeniy Georgiyevich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Russia
 Sukhova Mariya Gennad'yevna, Doctor of Geographical Sciences, assistant professor, Russia
 Irzhi Khakhula, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Czech Republic
 Fedorishin Dmitro Dmitrovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ukraine
 Kokebayeva Gul'zhaukhar Kakenovna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Kazakhstan
 Otepova Gul'fira Yelubayevna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Kazakhstan
 Trigub Petr Nikitovich, Doctor of Historical Sciences, Professor, Ukraine
 Elezovich M. Dalibor, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, Serbia
 Vizir Vadim Anatol'yevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
 Fedyanina Lyudmila Nikolayevna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russia
 Orlov Nikolay Mikhaylovich, Doctor of Science in Public Administration, assistant professor, Ukraine
 Velichko Stepan Petrovich, doctor of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
 Gavrilenko Nataliya Nikolayevna, doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Russia
 Gilev Gennadiy Andreyevich, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Dorofeyev Andrey Viktorovich, doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Russia
 Karpova Nataliya Konstantinovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Mishenina Tat'yana Mikhaylovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
 Nikolayeva Alla Dmitriyevna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Rastrygina Alla Nikolayevna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
 Sidorovich Marina Mikhaylovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
 Smirnov Yevgeniy Ivanovich, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Fatykhova Aleytina Leon'tyevna, doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Russia
 Fedotova Galina Aleksandrovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Khodakova Nina Pavlovna, doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Russia
 Chigirinskaya Natal'ya Vyacheslavovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Churekova Tat'yana Mikhaylovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Latygina Natal'ya Anatol'yevna, Doctor of Political Sciences, Professor, Ukraine
 Sirota Naum Mikhaylovich, Doctor of Political Sciences, Professor, Russia
 Khebrina Svetlana Vladimirovna, Doctor of Psychology, Professor, Russia
 Vozhegova Raisa Anatol'yevna, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Denisov Sergey Aleksandrovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Russia
 Zhoitnong Ol'ga Igorevna, doctor of agricultural sciences, Ukraine
 Kostenko Vasil'y Ivanovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Kotlyarov Vladimir Vladislavovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Russia
 Morozov Aleksey Vladimirovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Patyka Nikolay Vladimirovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Rebezov Maksim Borisovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Russia
 Tarariko Yuriy Aleksandrovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Mal'tseva Anna Vasil'yevna, Doctor of Sociology, assistant professor, Russia
 Stegny Vasil'y Nikolayevich, Doctor of Sociology, Professor, Russia
 Tarasenko Larisa Viktorovna, Doctor of Sociology, Professor, Russia
 Avershenkov Vladimir Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Antonov Valeriy Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Bykov Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Goncharuk Sergey Mironovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Zakharov Oleg Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Kalayda Vladimir Timofeyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Kapitanov Vasil'y Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Kirillova Yelena Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ukraine
 Kovalenko Petr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Kopey Bogdan Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Kosenko Nadezhda Fedorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
 Kruglov Valeriy Mikhaylovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Kuderin Marat Krykbaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakhstan
 Lebedev Anatoliy Timofeyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Lomoto Denis Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Makarova Irina Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Morozova Tat'yana Yur'yevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Pavlenko Anatoliy Mikhaylovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Parunakyan Vaag Emil'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Pachurin German Vasil'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Pershin Vladimir Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Piganov Mikhail Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Polyakov Andrey Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Popov Viktor Sergeyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Rokochinskiy Anatoliy Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Romashchenko Mikhail Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Sementsov Georgiy Nikiforovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Sukhenko Yuriy Grigor'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Ustenko Sergey Anatol'yevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ukraine
 Khabibullin Rifat Gabdulkhakovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Chervonny Ivan Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Shayko-Shaykovskiy Aleksandr Gennad'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Shibayev Aleksandr Grigor'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Scherban' Igor' Vasil'yevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
 Bushuyeva Inna Vladimirovna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Volokh Dmitriy Stepanovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Georgiyevskiy Gennadiy Viktorovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Senior Researcher, Ukraine
 Gudzenko Aleksandr Pavlovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Tikhonov Aleksandr Ivanovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Shapovalov Valeriy Vladimirovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Shapovalova Viktoriya Alekseyevna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Blatov Igor' Anatol'yevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Russia
 Kondratov Dmitriy Vyacheslavovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor, Russia
 Lya'l'kina Galina Borisovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Russia
 Malakhov A.V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ukraine
 Vorozhitova Aleksandra Anatol'yevna, doctor of philology, Professor, Russia
 Lytkina Larisa Vladimirovna, doctor of philology, assistant professor, Russia
 Popova Taisiya Georgiyevna, doctor of philology, Professor, Russia
 Kovalenko Yelena Mikhaylovna, doctor of philosophical science, Professor, Russia
 Lipich Tamara Ivanovna, doctor of philosophical science, assistant professor, Russia
 Maydanyuk Irina Zinoviyevna, doctor of philosophical science, assistant professor, Ukraine
 Svetlov Viktor Aleksandrovich, doctor of philosophical science, Professor, Russia
 Stovpets A.V., doctor of philosophical science, assistant professor, Ukraine
 Antrapteva Nadezhda Mikhaylovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Ukraine
 Bazheva Rima Chamalovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Russia
 Grizodub Aleksandr Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Ukraine
 Yermagambet Bolat Toleukhanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kazakhstan
 Maksin Viktor Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Ukraine
 Angelova Polya Georgiyevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Bulgaria
 Bezdenezhnykh Tat'yana Ivanovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Burda Aleksey Grigor'yevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Granovskaya Lyudmila Nikolayevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine
 Dorokhina Yelena Yur'yevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Klimova Natal'ya Vladimirovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Kochinev Yuriy Yur'yevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Kurmayev Petr Yur'yevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine
 Lapkina Inna Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine
 Mel'nik Alona Alekseyevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Ukraine
 Mil'yayeva Larisa Grigor'yevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Pakhomova Yelena Anatol'yevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Reznikov Andrey Valentinovich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Savel'yeva Nelli Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Sokolova Nadezhda Gennad'yevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Strel'tsova Yelena Dmitriyevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Batyrgareyeva Vladislava Stanislavovna, doctor of law, Ukraine
 Get'man Anatoliy Pavlovich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Kafarskiy Vladimir Ivanovich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Kirichenko Aleksandr Anatol'yevich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Stepenko Valeriy Yefremovich, doctor of law, assistant professor, Russia
 Tonkov Yevgeniy Yevgen'yevich, doctor of law, Professor, Russia
 Shepit'ko Valeriy Yur'yevich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Shishka Roman Bogdanovich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Yarovenko Vasil'y Vasil'yevich, doctor of law, Professor, Russia
 Kantarovich YU.L., Ph.D. in History of Arts, Ukraine
 Volgireva Galina Pavlovna, Candidate of Historical Sciences, assistant professor, Russia
 Tokareva Natal'ya Gennad'yevna, Candidate of Medical Sciences, assistant professor, Russia
 Demidova V.G., Candidate of Pedagogical Sciences, assistant professor, Ukraine
 Mogilevskaya I.M., Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Ukraine
 Lebedeva Larisa Aleksandrovna, Candidate of Psychological Sciences, assistant professor, Russia
 Yatsenko Olesksandr Volodymyrovych, Candidate of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Shapovalov Valentin Valer'yevich, Candidate of Pharmaceutical Sciences, assistant professor, Ukraine
 Stovpets V.G., Candidate of Philology, assistant professor, Ukraine
 Ruslan Zubkov, Doctor of Economics, Associate Professor, Ukraine
 Tolbatov Andrey Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor, Ukraine
 Sharagov Vasily Andreevich, Doctor of Chemistry, Associate Professor, Moldova



УДК [657.471+658.7]:504.5:621.039.58

COMPARATIVE ANALYSIS OF ESTIMATION OF MATERIAL COSTS FOR THE AUTOMATED RADIATION MONITORING SYSTEM (ARMS) AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF A RADIATION ACCIDENT AT A NUCLEAR FACILITY. PART 1

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА АСКРО И ЛИКВИДАЦИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ НА ОИАЭ. ЧАСТЬ 1

Elokhin A.P. / Елохин А.П.

Starodubtsev I.A. / Стародубцев И.А.

НИЯУ МИФИ, Москва

NRNU Moscow Engineering and Physics Institute, Moscow

Аннотация: На примере некоторой гипотетической аварии на объекте использования атомной энергии (ОИАЭ) представлен сценарий, определяющий последовательность работ, связанных с работой автоматизированных систем радиационной обстановки (АСКРО).

Представлены основные методы и средства, включая и беспилотные радиоуправляемые дозиметрические комплексы, позволяющие определить основные дозиметрические, спектрометрические и метеорологические параметры, характеризующие радиоактивное загрязнение окружающей среды.

Приводится математическая формулировка постановки задачи по оценке радиоактивного загрязнения окружающей среды и её решение в рамках модели приземного слоя атмосферы, что даёт возможность получить оценки не только дозовых нагрузок на персонал и население в условиях радиационной аварии, но и найти решение задачи по оценке необходимого и достаточного числа датчиков АСКРО, располагающихся вокруг ОИАЭ, а также решить задачу определения оптимального пути следования при эвакуации населения из загрязнённого района.

Ключевые слова: радиационная авария на объекте использования атомной энергии, регистрация ионизирующего излучения, факел радиоактивного выброса, оценка радиоактивного загрязнения воздушного бассейна и подстилающей поверхности, оценка дозовых нагрузок на персонал и население региона, выбор оптимального пути следования из загрязнённого района.

Развитие атомной промышленности в 20 веке сопровождалось значительными радиационными авариями, например, на химкомбинате НПО «Маяк» в СССР 29.09.1957; на заводе Селлафилд (Уиндскейл, Великобритания) 10.10.1957; на АЭС «Tree Mile Island» (штат Пенсильвания, США) 28.03.79; на Чернобыльской АЭС на Украине 26.04.86 [1], 06.04.1993 на радиохимическом заводе Сибирского химкомбината в Томске-7 [2] и пр., которые привели к значительному загрязнению окружающей среды. Подобная эстафета, к сожалению, продолжилась и в 21 веке на японской АЭС Фукусима-1. Эти примеры наглядно показывают, что увеличение числа производств, связанных с атомной промышленностью, ведет к росту вероятности возможных радиационных аварий, обусловленных, во многих случаях, человеческим фактором. Из последнего также следует, что дальнейшее развитие энергетической и других отраслей промышленности, как в развитых, так и в развивающихся странах, нуждающихся в электроэнергии, приведет к росту



строительства атомных электростанций*, поскольку альтернативные источники энергии либо маломощны, а их технологии недостаточно развиты для широкого промышленного использования (например, водородная энергетика [3, 4]), либо эти источники привязаны к географическим особенностям региона (энергоустановки на основе использования солнечной энергии, геотермальные, ветровые, приливные электростанции и др.) и могут служить лишь в качестве региональных источников энергии. Напротив, гидроэлектростанции могут достигать высокой мощности, но при создании водохранилищ возникает значительное количество отчуждаемых (затопляемых) земель, в том числе и плодородных сельскохозяйственных, что, несомненно, оказывает негативное влияние, как на сельское хозяйство в целом, так и на экологию наземных и водных экосистем.

С другой стороны, рост строительства атомных электростанций в соответствии с приведёнными вероятностными оценками может привести к росту радиационных аварий, связанных с выходом радиоактивных продуктов в окружающую среду. На это указывают такие факторы, как отсутствие соответствующего опыта по эксплуатации таких сложных производств как АЭС у специалистов «персонала АЭС» развивающихся стран, которое может повысить влияние «человеческого фактора» при возникновении и развитии радиационной аварии. Несомненно, что системы автоматизированного контроля радиационной обстановки окружающей среды, действующие на каждой из пускаемых даже в рамках физического пуска АЭС, оснащенные стандартным и нестандартным (беспилотными летательными радиоуправляемыми аппаратами дозиметрического контроля) позволят минимизировать последствия аварий, при которых радиоактивные продукты могут выйти в окружающую среду [5], но указанная процедура (минимизация последствий) не избавит от необходимости ликвидации этих последствий. Таким образом, после окончания активной фазы радиационной аварии встает задача оценки ущерба как окружающей среде загрязненного региона, так и населению, проживающему в этом регионе. Последняя задача частично рассматривалась в [6].

В настоящей работе (...ЧАСТЬ 1) наряду со сценарием, определяющим последовательность работ, связанных с регистрацией ионизирующего излучения, обусловленного выходом радиоактивной газоаэрозольной примеси в атмосферу, оценкой радиоактивного загрязнения воздушного бассейна и подстилающей поверхности при распространении последней по ветру, оценкой дозовых нагрузок на персонал и население региона, оказавшегося под факелом радиоактивного выброса, и ликвидацией последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды, приводится математическая формулировка постановки задачи и её решение, а во второй части статьи (...ЧАСТЬ 2) - оценка ущерба на примере гипотетической аварии на объекте использования атомной энергии (ОИАЭ).

* Электростанции, работающие на угле, не рассматриваются, поскольку при штатной работе АЭС оказывается значительно чище с экологической точки зрения. Электростанции, работающие на газе, наиболее экологичны, чем на угле, но спрос на газ, несмотря на энергетический кризис в мире, адекватен росту финансовых затрат на этот продукт, что эквивалентно использованию в качестве топлива денежных ассигнований.



Рассмотрим гипотетическую аварию с выбросом радиоактивных веществ в атмосферу, в виде радиоактивного облака. В соответствии со сказанным выше, будем считать, что система АСКРО, в рамках лаборатории внешней дозиметрии обеспечена соответствующими приборами и оборудованием, представленным на рис.1, которое предназначено для целей сбора и обработки информации по радиоактивному загрязнению окружающей среды, оценки дозовых нагрузок на персонал и население, передачи обработанной информации на центральный щит оператора и далее по инстанциям для принятия решений по минимизации последствий аварии.

Оборудование, представленное иконками 1-9, является составной частью системы АСКРО и служит для получения исходной информации, определяющей метеорологические характеристики атмосферы, в которой распространяется газоаэрозольная радиоактивная примесь, её радионуклидный состав, а также радиационные характеристики ионизирующего излучения, представленные на иконке 0.

Блок 10 состоит из специального оборудования, содержащего блок первичной обработки информации нижнего уровня, представляющего результаты показаний датчиков АСКРО, и блок верхнего уровня, содержащий специальное программное обеспечение, предназначенное для оценки и прогнозирования радиоактивного загрязнения окружающей среды в условиях радиационных аварий, позволяющего провести ряд расчетов, результаты которых представлены иконками 11-17.

Информация с приборов, описанных иконками 1-9, поступает в блок или систему блоков обработки данных. После первичной обработки данные представляют собой ряд параметров, которые определяют исходные данные для систем уравнений, описывающих перенос радиоактивной примеси в атмосфере, численное решение которых и является результатами прогноза, описывающего радиоактивное загрязнение воздушного бассейна и подстилающей поверхности, а также определяющего дозовые нагрузки на персонал и население в условиях радиационных аварий.

Автоматизированная система контроля радиационной обстановки позволяет определить уровни радиоактивного загрязнения в окружающей среде, дозовые нагрузки на персонал и население, а также предоставить в режиме реального времени текущую информацию по развитию радиационной аварии, как оперативной службе, так и руководству ОИАЭ, например, директору ОИАЭ, а при отсутствии последнего главному инженеру и далее по инстанциям, [7] для принятия решений относительно минимизации последствий аварии.

Ограничиваясь, для простоты, стационарным точечным¹ источником выбросов радио-активной примеси в атмосферу, и, полагая, что в указанных условиях сработали все датчики, предоставляя все необходимые (ранее указанные) параметры, определяющие граничные условия переноса

¹ Сравнительные характеристики выброса радиоактивной примеси от точечного (сосредоточенного) и объемного источников, а также особенности распределения объемной активности и мощности дозы внешнего облучения приведены в работе [5]



радиоактивной примеси в атмосфере, и необходимые характеристики, определяющие радионуклидный состав примеси, а также метеорологические характеристики атмосферы, определенные, например, в рамках модели ее приземного слоя [1,5,8-10], будем рассматривать в качестве субстанции объемную активность газоаэрозольной радиоактивной примеси, загрязняющей окружающую среду, $q(x, y, z)$ (Ки/м³). Метеопараметры атмосферы: $u(z)$ – продольную скорость воздушного потока (поперечную скорость полагаем равной нулю), $k(z)$ – коэффициент турбулентной диффузии и $b(z)$ – энергию турбулентных пульсаций, определяемые в рамках модели приземного слоя атмосферы, можно найти, используя математический аппарат работы [8].

Указанные зависимости могут быть успешно найдены, если воспользоваться физико-математическим аппаратом модели приземного слоя атмосферы, т.е. определить такие расчётно-экспериментальные параметры как величину динамической скорости v_* и масштаб приземного слоя атмосферы (масштаб Монина-Обухова) L_0 . Значения последних находят, используя методику градиентных наблюдений над скоростью ветра и температурой, с последующим расчётом указанных параметров [5, 8, 9]. Рассчитанные значения $u(z)$, $k(z)$ для двух случаев $L_0 > 0$, $L_0 < 0$ приводятся в виде графиков на рис. 2, 3. Система уравнений, описывающая перенос примеси в атмосфере, как в рамках приземного, так и пограничного слоёв атмосферы, наряду с градиентным методом оценки состояния устойчивости атмосферы хорошо известна и приведена в работах [5, 8, 9].

Зависимость осевого распределения объёмной активности $q(x, y, z)$ в приземном слое атмосферы при $z = 1,5$ м для устойчивого и неустойчивого состояний атмосферы (см. рис. 4), которая описывается формулами (1) и (2) при $y = 0$, а также поперечного распределения на различных расстояниях от источника выбросов (см. рис. 5), дают наглядное представление о характере распределений. Однако, точность такого рода распределений, к сожалению, не всегда бывает достаточно высокой, поскольку ряд параметров, определяющих функцию распределения $S(x, z)$ (2) и дисперсию $\sigma_y(x)$ в формуле (1), содержит данные, полученные экспериментально, т.е. с определенной погрешностью.

$$q(x, y, z) = \frac{S(x, z)}{\sqrt{2\pi}\sigma_y(x)} \exp(-y^2/2\sigma_y^2), \quad (1)$$

где $\sigma_y(x)$ – среднеквадратичное отклонение. Функция $S(x, z)$ определяется выражением

$$S(x, z) = \frac{M}{2} \exp\left(-\left[\frac{\sigma_0 x}{\bar{u}} + \frac{w^2 x}{4\bar{k}\bar{u}} + \frac{w(z - h_{эф})}{2\bar{k}}\right]\right) \left\{ \frac{\exp(-[z + h_{эф}]^2 \bar{u}/4\bar{k}x) + \exp(-[z - h_{эф}]^2 \bar{u}/4\bar{k}x)}{\sqrt{\pi\bar{k}\bar{u}x}} - \frac{(2\beta - w)}{\bar{k}\bar{u}} \exp\left[-\frac{(2\beta - w)(z + h_{эф})}{2\bar{k}} + \left(\frac{2\beta - w}{2\bar{k}}\right)^2 \frac{\bar{k}x}{\bar{u}}\right] \times \right. \\ \left. \times \operatorname{erfc}\left[\left(\frac{2\beta - w}{2\bar{k}}\right)\sqrt{\bar{k}x/\bar{u}} + \frac{(z + h_{эф})}{2\sqrt{\bar{k}x/\bar{u}}}\right] \right\}, \quad (2)$$

где $\bar{u}, \bar{k}, \bar{b}$ – продольная скорость, коэффициент турбулентной диффузии и



энергия турбулентных пульсаций приземного воздушного потока, усредненные по высоте приземного слоя атмосферы; M – мощность выброса (кг/с); $h_{\text{эф}}$ – эффективная высота выброса; σ – постоянная релаксации газоаэрозольной загрязняющей примеси, представляющая собой постоянную вымывания примеси из атмосферы σ_0 (с^{-1}), так что $\sigma = \sigma_0$; w – гравитационная скорость осаждения примеси; β – скорость сухого осаждения газоаэрозольной примеси на подстилающую поверхность. Наличие погрешности в указанных параметрах модели может привести к тому, что на расстояниях уже с 10 км от источника выбросов точность оценки будет превышать порядок величины [9]. Поэтому в условиях радиационных аварий, во-первых, необходимо, по возможности, уточнить состояние устойчивости атмосферы, определяемое с помощью приборов, представленных иконками 1 и 2, используя более надежные технологии измерения [5,8,9], и, во-вторых, использовать радиоуправляемые беспилотные средства дозиметрического контроля типа БДК 9 [11,12], позволяющие провести как дозиметрический, так и радиометрический контроль воздушного бассейна и подстилающей поверхности в режиме реального времени (on-line), а затем использовать известные транспортные средства 7 [13] для уточнения характеристик радиоактивного загрязнения окружающей среды. В заключение этого краткого обзора методов и средств радиационного контроля окружающей среды приведем (см. рис.5) результаты расчетов загрязнения подстилающей поверхности в зависимости от состояния устойчивости приземного слоя атмосферы, при найденных масштабах Монина-Обухова L и динамической скорости v^* , указанных на рис. 2, 3. На рис. 6 приведены результаты расчетов изолиний пространственного распределения радиоактивной примеси в приземном слое атмосферы (на высоте $z = 1,5$ м) для неустойчивого (а) и устойчивого (б) состояний атмосферы, соответствующих графикам а и б рис.4. Эти расчеты наглядно показывают, какую важную роль может играть состояние устойчивости атмосферы при оценке площади радиоактивного загрязнения, подстилающей поверхности и ущерба населенным пунктам, сельскохозяйственным угодьям и экологии окружающей среде в целом.

Из анализа характера осевого и поперечного распределений объемной активности, приведенных на рис. 4, 5, следует, что уровни одного значения поверхностного загрязнения, начиная с самого низкого, приведенные на рис. 6а и 6б, в зависимости от состояния устойчивости атмосферы будут начинаться на различных расстояниях от начала координат и существенно отличаются по ширине. Использование этого эффекта позволяет найти оптимальные значения необходимого N_n и достаточного N_d числа датчиков АСКРО для любого состояния устойчивости атмосферы, которым характеризуется тот или иной регион, в котором размещается АЭС. Метод оценки значений N_n и N_d иллюстрируется рис. 7, на котором на расстоянии δ от оси факела выбросов по графику определяют значение мощности дозы, соответствующее предельной чувствительности детектора, при различном состоянии устойчивости атмосферы. Определив δ , находят длину дуги l , равную, согласно рисунку, $l = R_0 \arctg(\delta/R_0)$, после чего находят значение $N_n = 2\pi R_0/2l$ и, окончательно:



$$[N_n] = \pi / \arctg(\delta/R_0), N_d = N_n + 1. \quad (3)$$

При малых значениях отношения $\delta/R_0 \ll 1$, которые характерны для устойчивого состояния атмосферы (см. рис. 6 б), вместо значения $[N_n]$, определяемого формулой (3), находят $[N_n] = \pi R_0/\delta$. Полагая, что при заданной минимальной чувствительности γ -детекторов они ещё будут регистрировать повышенный радиационный фон на расстоянии δ равном 400 м и 200 м соответственно для неустойчивого и устойчивого состояний атмосферы (см. рис. 6 а, б), необходимое количество датчиков $[N_n]$, вычисляемое по формуле (3), составит соответственно 12 и 23 для каждого из состояний, а достаточное – на единицу больше. Выбирая наихудший случай, получают окончательно $N_d = 24$. Датчики следует распределять равномерно по азимуту вокруг радиационно-опасного источника выбросов и на различных расстояниях от него [1,5,9,14,15]. Азимутальная равномерность распределения обусловлена консервативным условием – выброс и распространение радиоактивной примеси возможны при любом направлении ветра для наиболее худших условий, характерных для устойчивого состояния атмосферы, т.е. создающих наиболее узкий факел выбросов (см. рис. 5 б и 6 б). Требование размещения датчиков на различных расстояниях от источника выбросов – возможностью оценки среднеэффективной энергии γ -излучения радиоактивной примеси, распространяющейся по ветру, по показаниям γ -датчиков АСКРО при полном отсутствии информации о радионуклидном составе радиоактивной примеси, выброшенной в атмосферу при радиационной аварии. Подобная расстановка детекторов по сути дела представляет собой своеобразный пространственный спектрометр, в котором каждый детектор, установленный на определённом расстоянии от источника выбросов, измеряет мощность дозы, создаваемую более узким спектром γ -излучения (за счёт «выедания» низкоэнергетической части спектра), в отличие от полного спектра γ -излучения источника выбросов.

Величина объемной активности, определенная формулами (1), (2), позволяет найти расчётные оценки мощности дозы от объемного источника и поверхностное загрязнение подстилающей поверхности. Таким образом, если $q(x,y,z)$ – есть величина объёмной активности, создаваемой радиоактивной примесью, распространяющейся в атмосфере и Nu_α – некоторая совокупность радионуклидов в выбросе $\alpha = 1, 2, \dots, N$. Тогда, если E_α , η_α – энергия фотонного излучения какого-либо радионуклида и ее эффективный квантовый выход соответственно, λ_α , T_α – постоянная распада и период полураспада радионуклидов соответственно, а $Q_{0,\alpha}$ – их начальная активность, то величина мощности дозы внешнего облучения от каждого из радионуклидов, распространяющихся в факеле выбросов или радиоактивном облаке, в общем случае может быть оценена по формуле [16]

$$D'_\alpha(x_i, y_j, z_k) = 1,458 \cdot 10^3 \mu_\alpha(E_\alpha) E_\alpha \eta_\alpha \int_0^\infty dx \int_{-\infty}^{+\infty} dy \int_0^\infty q(x, y, z) [B(E_\alpha, R)/R^2] \exp(-\mu(E_\alpha)R) dz \text{ мЗв/ч}, \quad (4)$$

где $R = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_j)^2 + (z - z_k)^2}$; x_i, y_j, z_k – координаты точки наблюдения; x, y, z – текущие координаты; $\mu_\alpha(E_\alpha)$, $\mu(E_\alpha)$ – линейный коэффициент поглощения м^{-1}



и линейный коэффициент ослабления фотонного излучения м^{-1} в воздухе соответственно; $B(E_\alpha, R) = 1 + a(E_\alpha) \cdot \mu(E_\alpha) R \exp(b(E_\alpha) \mu(E_\alpha) R)$ – фактор накопления в воздухе, $a(E_\alpha)$, $b(E_\alpha)$ – известные функции энергии фотонного излучения [17]. Очевидно, что общая мощность дозы может быть получена суммированием по всем радионуклидам: $D'_{\text{tot}} = \sum_{\alpha=1}^N D'_\alpha$. При этом время,

необходимое для расчета мощности дозы от одного радионуклида на стандартном РС, может составить 30-60 сек, а для N радионуклидов в N раз больше. Понятно, что такой классический подход не может быть удовлетворителен, при использовании автоматизированной системы в режиме реального времени. Выход из положения находят с помощью следующих соображений [1,5]. Используют тот факт, что зависимость коэффициента поглощения от энергии фотонного излучения в диапазоне энергий фотонов $0,08 \leq E_\gamma \leq 3$ МэВ слабо выражена [17], а средняя энергия ионизации среды постоянна и составляет $\approx 33,85$ эВ. Это дает нам полное право воспользоваться понятием среднеэффективной энергией фотонного излучения и других характеристик радионуклидов, распространяющихся в атмосфере факелом выбросов [1, 5].

$$\bar{E}_v(t) = \sum_{i=1}^N E_i \eta_i Q_i(t) / \sum_{i=1}^N Q_i(t); Q_i(t) = Q_{0,i} \exp(-\lambda_i t); \lambda_i(t) = 0,693 / \bar{T}_v(t); \bar{T}_v(t) = \sum_{i=1}^N T_i Q_i / \sum_{i=1}^N Q_i, \quad (5)$$

где $E_v(t)$; $\lambda_v(t)$; $T_v(t)$ – среднеэффективные значения соответственно энергии, постоянной распада и периода полураспада фотонного излучения радиоактивной примеси объемного источника, представляющего собой облако или факел выбросов; $i = 1, 2, 3, \dots, N$; $Q_{0,i}$, λ_i , T_i – начальная активность, постоянная распада и период полураспада i -го радионуклида; t – текущее время. При таком подходе, очевидно, следует учитывать, что средняя энергия фотонного излучения, равно как и другие характеристики (постоянная распада, период полураспада) будут зависеть как от времени, так и от типа примеси, т.е. представляет ли собой радиоактивная примесь смесь ИРГ и аэрозолей или только аэрозолей. Последнее, очевидно, будет играть существенную роль для оценок мощности дозы внешнего облучения от подстилающей поверхности, загрязненной следом радиоактивных выбросов, а также для оценок дозы внутреннего облучения при ингаляции. Несомненно, подобный метод оценки радиационных характеристик радиоактивного загрязнения окружающей среды не совсем удобен, поскольку не связывается конкретно с каким-либо радионуклидом и его характеристиками, но это есть не что иное, как расплата за возможность проводить прогностические оценки радиоактивного загрязнения окружающей среды в режиме реального времени. Если эти особенности учтены, то величина мощности дозы внешнего облучения от облака или факела выбросов радиоактивной примеси, содержащей N нуклидов, может быть представ-лена в виде формулы (4), в которой в качестве энергии фотонного излучения i -го нуклида используется $\bar{E}_v$ из формулы (5).

$$D'_v(x_i, y_j, z_k) = 1,458 \cdot 10^3 \mu_a(\bar{E}_v) \bar{E}_v \eta_v \int_0^\infty dx \int_{-\infty}^{+\infty} dy \int_0^\infty q(x, y, z) [B(\bar{E}_v, R) / R^2] \exp(-\mu(\bar{E}_v) R) dz \text{ мЗв/ч.} \quad (6)$$



Поверхностное загрязнение подстилающей поверхности, согласно работам [1, 5], при длительности выброса t_d вычисляется по формуле

$$\chi(x, y) = \beta(x, y) \int_0^{t_d} \alpha(t') q(x, y, z_0, t') \exp \left[- \int_{t'}^{t_d} \lambda_s(t'') dt'' \right] dt' + \chi_0(x, y) \exp \left[- \int_{t'}^{t_d} \lambda_s(t') dt' \right], \quad (7)$$

где $\beta(x, y)$ – скорость сухого осаждения; $\alpha(t) = \sum_{i=1}^M Q_i / \sum_{i=1}^N Q_i$ – относительный вес радионуклидов радиоактивной примеси, определяющей загрязнение подстилающей поверхности; $\chi_0(x, y)$ – начальная поверхностная активность $\lambda_s(t)$ – эффективная постоянная распада этой части примеси $\lambda_s = 0,693/T_s(t)$; $\bar{T}_s(t) = \sum_{i=1}^M T_i Q_i / \sum_{i=1}^M Q_i$, $\bar{T}_s(t)$ – период полураспада радиоактивной примеси, осевшей на подстилающую поверхность. (M – количество радионуклидов, определяющих аэрозольную составляющую радиоактивной примеси, N – общее количество радионуклидов радиоактивной примеси, включающее и ИРГ, $M \leq N$).

Оценка величины объемной активности, измеряемой при использовании БДК, состоит в измерении величины мощности дозы фотонного излучения в точке наблюдения (расположении БДК) γ -датчиком и характеристик γ -излучения радионуклидов (энергии γ -излучения E_i , амплитуды $A_i(E_i)$ и ширины пика поглощения на полувысоте $\Delta(E_i)$). Измерение объемной активности воздушного бассейна осуществляется по представляемой ниже формуле, корректность использования которой требует равномерного распределения радиоактивной примеси в шаре радиусом $R \approx 1/\mu$ ($E_\gamma = 1$ МэВ), [1, 5]

$$q_R(x_0, y_0, z_0, E_i) = \frac{D'_R(x_0, y_0, z_0) \cdot p_i}{4\pi \cdot 1.458 \cdot 10^5 \sum_{i=1}^N \gamma(E_i) E_i \nu(E_i) \beta(E_i) p_i \left\{ \frac{(1 - \exp[-\mu_i R])}{\mu_i} + \frac{a_i \mu_i}{[\mu_i (b_i - 1)]^2} [1 - \exp(\mu_i R (b_i - 1))] + \frac{a_i R \cdot \exp[\mu_i R (b_i - 1)]}{(b_i - 1)} \right\}}, \quad (8)$$

где $D'_R(x_0, y_0, z_0)$ – значение мощности дозы, регистрируемой γ -детектором; x, y, z – координаты точки наблюдения; E_i – энергия фотонов; $\beta(E_i)$ – энергетическая чувствительность γ -детектора; $\mu(E_i)$, $\gamma(E_i)$ – коэффициенты линейного ослабления и передачи энергии фотонного излучения соответственно; $\nu(E_i)$ – квантовый выход фотонов с энергией E_i ; p_i – парциальный (весовой) вклад активности i -го радионуклида в общую объемную активность; a_i , b_i – безразмерные параметры формулы Бергера, зависящие от энергии γ -излучения и описывающей фактор накопления в гомогенной бесконечной среде (воздухе); R – радиус сферы равный пробегу γ -кванта с энергией $E_\gamma = 1,0$ МэВ в воздухе.

Метод определения поверхностной активности радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности в следе радиоактивного облака, не имеет принципиальных отличий от метода оценки объемной активности и также осуществляется БДК, но требует дополнительных технических средств, обеспечивающих измерения высоты сканирования, в виде лазерного дальномера, определения ее оптимальной величины и оценки эффективного радиуса сканирования. Эти вопросы были решены в работах [5, 11, 12], в которых было получено, что оптимальная высота сканирования составляет 60



м, а эффективная площадь сканирования определяется площадью круга, радиус которого определяется соотношением $R_{\text{эф}} \approx mh_D$, где h_D – высота сканирования (высота полета БДК); m – числовой параметр, устанавливающий связь между эффективным радиусом и высотой сканирования h_D . Величина поверхностной активности i -го радионуклида $\chi(p_i)$ подстилающей поверхности, загрязненной радиоактивными аэрозолями, может быть вычислена по формуле (см. ниже), в которой $m = 3$.

$$\chi(p_i) = \frac{D'_{\text{tot}}(x_0, y_0, h_D) \cdot p_i}{2\pi \cdot 1,458 \cdot 10^5 \sum_{i=1}^N \gamma(E_i) E_i \nu(E_i) \beta(E_i) \psi(E_i) p_i \left\{ E_1(\mu(E_i) h_D) - E_1(\mu(E_i) h_D \sqrt{m^2 + 1}) + \frac{a_i}{1-b_i} \exp[\mu(E_i) h_D (b_i - 1) \sqrt{m^2 + 1}] \right\}}, \quad (9)$$

где $D'_{\text{tot}}(x_0, y_0, h_D)$ – мощность дозы, создаваемая радиоактивными аэрозолями на подстилающей поверхности и измеряемая γ -детектором БДК; x_0, y_0 – координаты точки наблюдения; $E_1(\mu(E_i) h_D)$ – специальная функция; $\psi(E_i)$ – поправочная функция, определяемая экспериментально [5]; p_i – парциальный вклад активности i -го радионуклида. Из формул (7), (8) следует, что для оценки как объемной, так и поверхностной активности необходимы измерения мощности дозы γ -излучения, а также его спектрального состава. Для условий радиационных аварий необходимы γ -детекторы широкого диапазона от 0,01 мкЗв/час до 10^2 Зв/час. Для оценки спектрального состава целесообразно использовать спектрометрические датчики высокого разрешения, работающие в широком температурном диапазоне $-30 - 180$ °С, к которым относятся ксеноновый γ -спектрометр (КГД) высокого давления [18].

Применение численных или аналитических методов, позволяющих решить задачу переноса радиоактивной примеси в атмосфере, дает возможность получить численные оценки дозовой нагрузки на персонал и население вида (4), (6), а также рассчитать характер поверхностного радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности для тех или иных условий. Однако, точность такого рода оценок, как указывалось выше, может быть не высока, но их преимущество состоит в том, что эти оценки можно получить в любой точке из области определения функции распределения радиоактивной примеси в атмосфере. Поэтому, чтобы исключить этот досадный недостаток, целесообразно использовать результаты измерений либо подобных величин, предоставляемых либо γ -датчиками системы АСКРО, либо БДК, либо их усредненные характеристики. Для этого следует провести измерение той или иной величины, например, мощности дозы внешнего облучения от объемного источника или от подстилающей поверхности в выбранной точке с заданными координатами и получить численную оценку этой же величины в выбранной точке, затем сравнить данные, найти поправочный коэффициент, умножая который на расчетные данные, получить, наконец, результаты в любой точке из области определения функции с погрешностью не выше погрешности приборов измерения. Такой подход к решению подобных задач и определяет физический смысл гибридного мониторинга окружающей среды, а также даёт убедительный ответ на целесообразность расстановки постов АСКРО, указанным выше методом, и оценку оптимального их числа.

Приведенный метод оценки мощностей доз внешнего облучения от



объемного источника или подстилающей поверхности справедлив, если измерения или численные оценки указанных величин проводят вблизи источника или на значительном расстоянии от него, где радиоактивная примесь распределена в пространстве далеко не равномерно. Если же расстояние от источника таково, что выполняется условие лучевого равновесия, то оценка дозовых нагрузок фотонного излучения может быть получена значительно проще, используя концепцию лучевого равновесия, в рамках которой указанные оценки для различных радионуклидов могут быть найдены по известным формулам, приведённым в работе [19]. В этом случае значение эквивалентной дозы, дозы при ингаляции и дозы, получаемой пероральным путём выглядят, соответственно, следующим образом

$$H_{\text{экв}} = A_V B_{\alpha\gamma} t; H_{\text{инг}} = A_V B_a t; H_{\text{пер}} = A_V B_g t, \text{ Зв} \quad (10)$$

где $H_{\text{экв}}$ – эквивалентная доза; A_V – объемная активность радиоактивной примеси, [Бк/м³]; $B_{\alpha\gamma}$ – дозовый коэффициент, равный мощности эквивалентной дозы, создаваемой в ткани человека на открытой поверхности почвы при единичной концентрации радионуклида в атмосферном воздухе, [Зв·м³/(с·Бк)]; t – время облучения, с; $H_{\text{инг}}$ – доза при ингаляции; B_a – дозовый коэффициент, численно равный мощности эквивалентной дозы для определенного органа человека, создаваемой при единичной концентрации радионуклида во вдыхаемом воздухе (обычно применяется для условного человека); $H_{\text{пер}}$ – доза, получаемая пероральным путем; B_g – дозовый коэффициент, численно равный мощности эквивалентной дозы для определенного органа человека, создаваемой при единичной концентрации радионуклида, при заглатывании.

Полученная информация об уровнях радиоактивного загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на персонал и население в условиях радиационной аварии на ОИАЭ должна быть проанализирована в соответствии с критериями, которые определены нормативными документами: НРБ-99/2009 [20], СП АС-2003 [21], ОСПОРБ-99/2010 [22] и др. Выполнение требований этих документов в соответствии с Федеральным законом №3-ФЗ [23] определяет «План Мероприятий» [7], согласно которому на ОИАЭ в условиях радиационной аварии по согласованному с руководством ОИАЭ сценарию осуществляются определенные действия, направленные на минимизацию последствий аварии, порядок, последовательность и обязательность их выполнения, что, в конечном итоге, и позволит минимизировать последствия радиационной аварии. Результат указанных последовательных действий в рамках «Плана Мероприятий» [7] и «ПОЛОЖЕНИЯ О ПОРЯДКЕ ОБЪЯВЛЕНИЯ АВАРИЙНОЙ ОБСТАНОВКИ...» [24] будет играть существенную роль как при минимизации последствий радиационной аварии, так и при оценке ущерба окружающей среде и населению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Елохин А.П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды / А. П. Елохин – А. П. Елохин. Учебное пособие – М. НИЯУ МИФИ, 2012. – 316 с.
2. Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А. и др.



Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Под общей ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова - М.: ИздАТ, 2001. 752 с.

3. Легасов В. А. и др. «ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»: [в кн.: Атомно-водородная энергетика и технология], в. 1, М., 1978, с. 11-36.

4. Шпильрайн Э.Э., Малышенко С.П., Кулешов Г.Г.; Под ред. В. А. Легасова. Введение в водородную энергетику. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 264 с.

5. Елохин А.П. Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды: монография / А. П. Елохин; М-во образования и науки Российской Федерации, Нац. исслед. ядерный ун-т "МИФИ". – Москва: НИЯУ МИФИ, 2014. – 520 с.

6. Крышев И.И., Курындина Л.А., Линге И.И. Оценка ущерба окружающей среде при использовании атомной энергии. Атомная энергия. Том 117, вып.3, 2014, стр.159-163.

7. "ТИПОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ПЕРСОНАЛА В СЛУЧАЕ АВАРИИ НА АТОМНОЙ СТАНЦИИ" (НП - 015-12). ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 18 сентября 2012 г. № 518.

8. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы. Л.: Гидромет. изд-во, 1970, 340 с.

9. Елохин А.П., Жилина М.В. (НТЦ ЯРБ), Рау Д.Ф., Иванов Е.А. (ВНИИАЭС). Положение о повышении точности прогностических оценок радиационных характеристик радиоактивного загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на персонал и население. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ – 053 – 09. Утверждено приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 08.06.2010 г. № 465, 79 с.

10. Стародубцев И.А., Елохин А.П. К вопросу об использовании автоматизированных систем контроля экологической обстановки на территориях, прилегающих к предприятиям черной, цветной металлургической и атомной промышленности. ГЛОБАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, 2015, №4(17), С. 15–34.

11. Елохин А.П., Жилина М.В., Рау Д.Ф., Пархома П.А. Способ дистанционного измерения загрязнения радионуклидами подстилающей поверхности в следе радиоактивного выброса радиационно-опасных предприятий и система для его осуществления. Патент № 2388018, бюл. №12, от 27.04.2010. Приор. от 26.06.2009.

12. Елохин А.П., Жилина М.В., Пархома П.А. Особенности сканирования подстилающей поверхности при помощи беспилотного дозиметрического комплекса. //Атомная энергия, 2009. Т. 107. Вып. 2. С.103-112.

13. Мобильная лаборатория радиационного контроля "Мультирад ЭКО" [Электронный ресурс] / Информационный портал о контрольно-измерительных



приборах и их производителях pribory-si.ru - Каталог средств измерений, испытательного и лабораторного оборудования - 2016 - Режим доступа: <http://pribory-si.ru/catalog/4602/5219/> - 09.03.2016.

14. Елохин А.П. Принципы размещения датчиков мощности дозы вокруг АЭС. Атомная энергия, т. 76, вып. 3, 1994 с. 188 – 193.

15. By Alexander P. Elokhin and Iia A. Starodubtcev. On the Ecological Situation at the Territories Adjacent to Chemical and Metallurgical Industries. Subtitle: Using Sensors and an Automated Control System to Monitor Environmental Conditions. Environmantal Quality Management. 2017. Вып. 26, №2.

16. Метеорология и атомная энергия. /Пер. с англ. /Под ред. Н.Л. Бызовой и К.П. Махонько. Л.: Гидрометеиздат, 1971, 648 с.

17. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений. Справочник.-М: Энергоатомиздат, 1995.-496 с.

18. Улин С.Е., Дмитренко В.В., Грачев В.М., Утешев З.М., Власик К.Ф., Новиков А.С. Перспективы использования ксенонового γ -спектрометра для экологического мониторинга. // IV Международная конференция-выставка «Экологические системы, приборы и чистые технологии», Москва, 10-22 апреля 2010, №7, стр.3-10.

19. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1986. –224 с.

20. Санитарные правила и нормативы. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009).

21. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-2003/2010). СП 2.6.1.27-2000.

22. «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» (СП 2.6.1.2612-10).

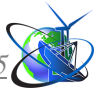
23. Федеральный Закон Российской Федерации «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 09.01.1996 г. (с изменениями на 19 июля 2011 года).

24. "ПОЛОЖЕНИЕ О ПОРЯДКЕ ОБЪЯВЛЕНИЯ АВАРИЙНОЙ ОБСТАНОВКИ, ОПЕРАТИВНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСТРЕННОЙ ПОМОЩИ АТОМНЫМ СТАНЦИЯМ В СЛУЧАЯХ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ" (НП - 005-16). ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 24.02.2016 № 68.

Abstract: The paper provides a scenario defining a sequence of actions related to the automated radiation monitoring systems operation (ARMS) with an example of a hypothetical accident at a nuclear facility.

The paper provides main techniques and means including unmanned radio-controlled dosimetry complexes which allow to define main dosimetry, spectrometry and meteorological parameters characterizing radioactive contamination of the environment.

The paper provides a mathematical formulation of a task set for assessment of radioactive contamination of the environment and its solution within the scope of the model of the atmosphere boundary layer. The latter allows to get assessment of not only dose burdens on the personnel and



environment under conditions of a radiation accident, but it also allows to find a solution for assessment of required and sufficient number of ARMS sensors around a nuclear facility and to solve a task of an optimal way for evacuation of the population from a contaminated area.

Key words: *radiation accident at a nuclear facility, registration of ionizing radiation, plume of radioactive release, assessment of radioactive contamination of the air basin and underlying surface, assessment of dose burden on the personnel and public in the area, selection of an optimal way out of a contaminated area.*

Статья подготовлена при финансовой поддержке и в рамках образовательной программы повышения конкурентноспособности НИЯУ МИФИ.



УДК [657.471+658.7]:504.5:621.039.58

COMPARATIVE ANALYSIS OF ESTIMATION OF MATERIAL COSTS FOR THE AUTOMATED RADIATION MONITORING SYSTEM (ARMS) AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF A RADIATION ACCIDENT AT A NUCLEAR FACILITY. PART 2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА АСКРО И ЛИКВИДАЦИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ НА ОИАЭ. ЧАСТЬ 2

Elokhin A.P. / Елохин А.П.

Starodubtsev I.A. / Стародубцев И.А.

НИЯУ МИФИ, Москва

NRNU Moscow Engineering and Physics Institute, Moscow

Аннотация: На примере некоторой гипотетической аварии на объекте использования атомной энергии (ОИАЭ) представлен сценарий, определяющий последовательность работ, связанных с ликвидацией последствий радиационной аварии, обусловленной выходом газоаэрозольной радиоактивной примеси в атмосферу.

Рассматривается оценка ущерба населению, оказавшемуся в зоне радиоактивного загрязнения, и окружающей среде, включающей населенные пункты, сельскохозяйственные угодья, парки, заповедники и естественные природные заказники; затраты на возмещение убытков и компенсацию ущерба при выполнении работ: - по дезактивации; - сносу зданий и сооружений; - очистке территории.

Приводится математическая формулировка задачи эвакуации населения из загрязнённого района и метод её решения, а также метод оценки материальных затрат, связанных с организацией эвакуации населения из загрязнённого района.

Приводятся сравнительные оценки материальных затрат на систему АСКРО и работ, связанных с ликвидацией последствий радиационной аварии на ОИАЭ.

Ключевые слова: радиационная авария на объекте использования атомной энергии, регистрация ионизирующего излучения, факел радиоактивного выброса, оценка радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности, оценка дозовых нагрузок на персонал и население региона, оценка ущерба окружающей среде.

В работе [1] (...ЧАСТЬ 1) авторы рассматривали сценарий, определяющий последовательность работ, связанных с работой АСКРО в рамках гипотетической аварии на объекте использования атомной энергии (ОИАЭ). В работе, в основном, уделялось внимание основным методам и средствам, включая и беспилотные радиоуправляемые, позволяющим определить основные дозиметрические, спектрометрические и метеорологические параметры, характеризующие радиоактивное загрязнение окружающей среды. В настоящей работе (...ЧАСТЬ 2) рассматриваются оценки ущерба окружающей среде и населению, связанного с ликвидацией последствий радиационной аварии и приводятся сравнительные оценки материальных затрат на систему АСКРО и ликвидацию последствий аварии на ОИАЭ.

Ликвидация радиационной аварии начинается с возобновлением управления источником, после чего ставится задача минимизации последствий аварии. При решении последней задачи руководствуются информацией, касающейся радионуклидного состава выброса, его длительности, особенности подстилающей поверхности, попавшей в зону радиоактивного загрязнения, её



площадью, численностью населения, проживающего в этой зоне. Для принятия решений о действиях, связанных с населением, руководствуются типом радионуклидов (α , β , γ), периодом их полураспада (короткоживущие, долгоживущие) и предотвращаемыми дозовыми нагрузками на население, которое оно может получить, находясь на загрязненной территории.

При радиоактивном загрязнении короткоживущими радионуклидами следует принимать ограничительные меры по перемещению населения на загрязненной территории, выжидая спада активности до приемлемого уровня, организовать подвоз чистой воды и продуктов питания первой необходимости.

При загрязнении территории долгоживущими радионуклидами, характер защитных мероприятий существенно изменяется и зависит от величины предотвращаемой эффективной дозы $D_{\text{пр}}$ (мЗв), которую может получить человек, находящийся на данной территории. Значение $D_{\text{пр}}$ определяется критериями: $D_{\text{пр}} < D_A$; $D_A < D_{\text{пр}} < D_B$; $D_{\text{пр}} \geq D_B$, где D_A , D_B – величины предотвращаемых эффективных доз, значения которых определяют соответствующие защитные мероприятия. Значения величин D_A , D_B закреплены нормативными документами РФ и представлены в табл. 6.4 работы [2].

Ограничительные меры, связанные с ограничением потребления загрязнённых продуктов питания имеют аналогичный характер, но в качестве критериев уровней А и Б выступает удельная активность радионуклида в пищевых продуктах кБк/кг, значения которых также приведены в табл. 6.5 работы [2].

Принятие решений о мерах защиты населения в случае запроектной радиационной аварии с радиоактивным загрязнением территории проводится аналогично. Критерии для принятия неотложных решений, включая и эвакуацию населения, в начальном периоде развития радиационной аварии, представлены в табл. 6.3 ранее указанной работы [2].

На поздних стадиях радиационной аварии, повлекшей за собой загрязнение обширных территорий долгоживущими радионуклидами, решения о защитных мероприятиях принимаются с учетом сложившейся радиационной обстановки и конкретных социально-экономических условий.

При эвакуации населения кроме спасения людей необходимо ещё найти экономическую оценку этой акции для того, чтобы оптимизировать затраты. Эти требования позволяют сформулировать задачу эвакуации населения из загрязнённого района, частично используя физико-математический аппарат модели приземного слоя атмосферы, следующим образом.

Пусть на регион, представленный городской инфраструктурой и сетью шоссейных дорог, ложится след радиоактивного облака, аппроксимируемый кривыми изодоз внешнего облучения, рис. 1 [3,4], в качестве которых можно использовать результаты расчёта объёмной активности (см. рис.6 и формулы (10) работы [1]) умноженной на дозовый коэффициент [5]. Требуется найти оптимальный путь выхода из населенного пункта «А» загрязненного региона в «чистый» пункт «В», минимальное число единиц автотранспорта, необходимого для транспортировки населения, количество водителей, осуществляющих эвакуацию населения, общее потребление горючего и другие



характеристики. Решение этой задачи находят следующим образом [4].

Оценивают величину коллективной дозы, т.е. дозу, которую группа людей может получить на пути следования при эвакуации из пункта «А» в пункт «В».

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \dot{D}_{i,j} \cdot t_{i,j}, \quad (1)$$

где t_{ij} – время нахождения транспорта на элементарном пути r_{ij} , движущегося со скоростью

u_{ij} , $0 \leq u_{ij} \leq u_{\max}$, т.е. $t_{ij} = r_{ij}/u_{ij}$; $\dot{D}_{i,j}$ – мощность дозы на элементарном пути r_{ij} . Полагая

$u_{i,j} = \bar{u} = \text{const}$, вместо (1) получают

$$S = \frac{1}{\bar{u}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \dot{D}_{i,j} \cdot r_{i,j}, \quad r_{i,j} \geq 0. \quad (2)$$

Дополняя уравнение (2) ограничениями:

$$\sum_{i=1}^n r_{i,j} / \bar{u} \leq T_j = n \left[(r_j)_{\max} \right]_i / \bar{u}, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^m r_{i,j} / \bar{u} \leq T_i = m \left[(r_i)_{\max} \right]_j / \bar{u}, \quad (4)$$

и требуя минимизации уравнения (2), приходят к транспортной задаче линейного программирования [6,7]:

$$S = \frac{1}{\bar{u}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \dot{D}_{i,j} \cdot r_{i,j} \rightarrow \min, \quad (5)$$

При этом оптимальному вектору решения физически должен соответствовать оптимальный путь выхода из загрязненного района, который обязательно должен быть непрерывным. Последнее означает, что конец предыдущего отрезка пути следования должен совпадать с началом последующего. Поэтому если решение задачи (3)-(5) существует и

$[S]_{\min} = \frac{1}{\bar{u}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \dot{D}_{i,j} \cdot r'_{i,j}$, где $r'_{i,j}$ – элементарные пути, соответствующие минимуму

функционала (5), то условие непрерывности пути соответствует выполнению условия

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} [r(x - \varepsilon, y - \varepsilon) - r(x + \varepsilon, y + \varepsilon)] = 0. \quad (6)$$

При этом, в соответствии с требованиями радиационной безопасности рассматривают только передвижение по шоссейным дорогам, пренебрегая вторичным переносом радиоактивной примеси, т.е. полагая, что принимаются профилактические меры пылеподавления, сыгравшие значительную роль в Чернобыле. Следуя формуле (2), зададим на каждом из отмеченных цифрами пути величину средней мощности дозы, равной половинному значению мощности дозы (отн. ед.) начала и конца пути, измерим длину каждого и найдем произведение длины пути на величину мощности дозы, представляя результаты в виде табл.1. Кроме того, учитывая, что пути 7, 8, 9 сходятся в узле (начало 10-го пути), а пути 11, 12 – на его выходе, целесообразно оптимизировать пути до 10-го и после, а затем результаты сложить.

Из результатов последней графы видно, что оптимальный путь



определяется: до 10-го – дорогами 5;7, а после него – 11; 14. Таким образом, оптимальный путь, на котором в рассматриваемой задаче доза минимальна, определяется дорогами 5; 7; 10; 11; 14. Если найден оптимальный путь следования из загрязненного региона $R_{\min}$ и доза, которую может получить водитель за рейс, составляет

$$\dot{D}[(R)_{\min}] \cdot (R)_{\min} / \bar{u} \approx D_{\text{в}}, \quad (7)$$

то число рейсов, которое может сделать один водитель без опасности быть переоблученным, представляет собой величину равную

$$[N]_{\text{рейс}} = D_{\text{пр}} / D_{\text{в}} = D_{\text{пр}} \times \bar{u} / \dot{D}[(R)_{\min}] (R)_{\min}, \quad (8)$$

где $D_{\text{пр}}$ – предельно-допустимая доза, которую может получить водитель. Планируемое повышенное облучение $D_{\text{пр}}$ персонала группы А выше установленных пределов доз (см. [2], табл. 3.1) при предотвращении развития аварии или ликвидации ее последствий может быть разрешено только в случае необходимости спасения людей и (или) предотвращения их облучения. Планируемое повышенное облучение в эффективной дозе до 100 мЗв в год допускается организациями (структурными подразделениями) федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор на уровне субъекта Российской Федерации, а облучение в эффективной дозе до 200 мЗв в год допускается только федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор (см. [2], п. 3.2.2).

Если в эвакуируемом населенном пункте проживает $[M]_{\max}$ человек и $[M]_{\text{авт}}$ – число человек, перевозимое одной единицей автотранспорта за один рейс, то необходимое количество автотранспортных средств равно как и число водителей, участвующих в компании по эвакуации населения, определится отношением:

$$[N]_{\text{авт}} = \frac{[M]_{\max}}{[N]_{\text{рейс}} \cdot [M]_{\text{авт}}} = [M]_{\max} D[(R)_{\min}] \frac{(R)_{\min}}{[M]_{\text{авт}} (D_{\text{пр}} \cdot \bar{u})}, \quad (9)$$

где произведение $[N]_{\text{рейс}} [M]_{\text{авт}}$ – количество людей, перевозимых одной автотранспортной единицей (одним водителем) за $[N]_{\text{рейс}}$, которое может обеспечить один водитель. Если C [т/рейс] – число тонн горючего, затрачиваемое одной единицей автотранспорта за один рейс, то общее количество горючего, и горюче-смазочных материалов необходимых на эвакуацию населения находят как произведение $Q = [N]_{\text{авт}} [N]_{\text{рейс}} C$ [т]. Далее нетрудно оценить и общую величину затрат, необходимых на компанию по эвакуации населения из загрязнённого региона.

Приведенные выше характеристики, отражающие экономическую сторону компании эвакуации населения, являются, как это нетрудно заметить, нелинейной функцией оптимального пути выхода и несомненно требуют корректной оценки этой величины, поскольку она и определяет затраты на эвакуацию. Организация планирования, подготовки и проведения эвакуации, а также подготовка районов для размещения эвакуированного населения и его жизнеобеспечения определяются в рамках МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕН-



ДАЦИЙ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ, ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ЭВАКУАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ, МАТЕРИАЛЬНЫХ И КУЛЬТУРНЫХ ЦЕННОСТЕЙ В БЕЗОПАСНЫЕ РАЙОНЫ и возлагаются в организациях на руководителей гражданской обороны и руководителей организаций. Органы, осуществляющие управление гражданской обороной, организуют и координируют работу эвакуационных, транспортных органов и других служб по эвакуации населения, а также всестороннему обеспечению эвакуационных мероприятий.

Территории, которые могут быть загрязнены в результате прохождения над ними радиоактивного облака при гипотетической аварии, целесообразно разделить на три типа: населенные пункты; сельскохозяйственные угодья; парки, заповедники, естественные природные заказники.

Для первого типа большое значение имеет такое мероприятие, как рекультивация и дезактивация земель (почва, инфраструктура). При этом для определения типа радионуклидов, загрязняющих подстилающую поверхность, предварительно проводится спектральный анализ радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности, используя методы, основанные, в первую очередь, на применении воздушной разведки, например, БДК 9, а затем, путём осуществления анализа проб, полученных с использованием мобильной лаборатории дозиметрического контроля 7, (см. рис.1) [8]. Исходя из результатов, принимается решение о выполнении тех или иных мероприятий: при дозовых нагрузках на население больше 30 мЗв в месяц для начала временного отселения и 10 мЗв в месяц для окончания временного отселения. Если прогнозируется, что накопленная за один месяц доза будет находиться выше указанных уровней в течение года, тогда решается вопрос о полной эвакуации населения [2] с выбором пути оптимального следования из загрязнённого района; дезактивация гражданских, природных, военных и промышленных объектов; эвакуация населения на время проведения мероприятий по ликвидации последствий аварии с предоставлением медицинских услуг. Информационные мероприятия, согласно статьи 5, гл. II Федерального закона №3-ФЗ [9], следует проводить путем издания брошюр для населения близлежащих населенных пунктов с описанием правил поведения и актуальных сведений об обстановке на загрязненной территории. Для более оперативного извещения населения близлежащих городов рекомендуется создание информационных центров, использование возможностей местного радио и телевидения, установка табло общего пользования с отображаемой на нем актуальной информацией о радиационной обстановке.

Для второго и третьего типов радиоактивно-загрязненных территорий целесообразно рассматривать вопрос о физических мерах их изоляции. Такими средствами могут служить заграждения строительного типа из полупрозрачных конструкций, с созданием КПП и постов охраны [10].

При создании таких систем следует учитывать биоценоз местности, поскольку существование заграждений ставит под угрозу пути миграции, а также условия обитания крупных животных, ареал обитания которых может располагаться на изолируемых территориях. Поэтому эти вопросы следует учитывать, устанавливая для животных коридоры проходов, аналогичных тем,



что создаются при строительстве автомобильных трасс. Для всех трех рассмотренных типов необходимо производить оценку дозовых нагрузок специальными службами, с использованием специализированной техники и приборов 5, 6, указанных на рис.1 (см. [1]), а также средств индивидуальной защиты персонала.

В соответствии с п.4.4 ГОСТа Р 22.8.06.-99 [11] для оперативного анализа радиационной обстановки окружающей среды, как уже указывалось, в первую очередь необходимо использовать передвижные мобильные лабораторий 7 (рис.1, [1]) для исследования проб почвы и воды из зоны загрязнения [8], а также воздушные транспортные средства радиационного контроля воздушной среды, в качестве которых целесообразно использовать беспилотные радиоуправляемые аппараты 9, обеспечивающие, кроме того, ещё и визуальный осмотр территории. Для анализа радиоактивного загрязнения придонной поверхности водных акваторий также целесообразно использовать беспилотные радиоуправляемые подводные аппараты 8 (рис.1, [1]), о чём сообщалось в работе [1].

Когда аварийная ситуация на ОИАЭ перерастает в событие – радиационную аварию, народному хозяйству наносится ущерб. Ущерб – оценка стоимости негативных последствий, возникающих при реализации опасного события. Экономический ущерб – это величина, характеризующая размер негативных последствий от чрезвычайной ситуации, выраженная в процентах от стоимости оцениваемого объекта или в денежных единицах. В гражданском законодательстве «Ущерб» – потеря части или всех ценностей, принадлежащих субъекту, в результате нанесенного вреда. Денежный эквивалент ущерба называется «убытком». Оценка каждого из локальных ущербов должна проводиться по различным методикам, в зависимости от специфики вредных воздействий, например, [12,13].

В соответствии с методикой оценки ущерба, возникающего в очагах Чрезвычайных Ситуаций [14], ущерб от радиоактивного загрязнения окружающей среды можно оценить по следующим статьям: 1). Материальные потери и компенсации; 2). Потери инвестиций; 3). Потери вследствие временного и (или) постоянного прекращения деятельности (запрет на использование территорий).

Оценка материальных затрат при ликвидации последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды может быть определена затратами: - на возмещение убытков и компенсацию ущерба для населения, оказавшегося в зоне радиоактивного загрязнения в соответствии со ст. 15, 16 и 16.1 Гражданского Кодекса [15]; - на эвакуацию населения; - на дезактивационные работы; - на снос зданий, сооружений и очистку территорий.

Величина материальных потерь и компенсаций недвижимости и оборудования, оказавшегося в зоне радиоактивного загрязнения, и, таким образом, исключенного из условий безопасного производства, зависит от многих факторов, таких как тип собственности, наличие страхового договора, масштаб разрушения. Таким образом, в некоторых случаях, размер компенсации может составлять от 0% до 100% от стоимости указанных



объектов и оборудования.

Инвестиции, как правило, используются при успешно развивающемся производстве для модернизации оборудования и/или расширения производства. Инвестиции по формам собственности можно разделить на государственные, частные и смешанные. В последнее время особенностью инвестиционной деятельности является государственное вмешательство, при котором предполагается использовать разные методы. Это может быть создание благоприятной для инвесторов налоговой политики, защитой со стороны государства их интересов. При определении экономической эффективности инвестиционного проекта важной частью являются стимулы, такие как нормы дохода. При невозможности получения такого дохода после аварии, потери инвестиций могут упасть до нуля, при условии того, что бизнес-план не изменится в новых условиях.

Однако, при приемлемых рисках, потери инвестиций могут определяться не более 50% его стоимости, при условии поддержки инвесторов государством на период ликвидации аварии. Потери, описанные в п.3, при временном прекращении деятельности определяются стоимостью продукции не произведенной за время вынужденного простоя производства, а при полном запрете деятельности – оценкой полной рыночной стоимостью производства, как если бы производственная деятельность могла быть продолжена.

Для оценки возмещения убытков и компенсации ущерба для населения, оказавшегося в зоне радиоактивного загрязнения рассмотрим, следует учесть, что ущерб для населения может иметь материальный и моральный характер. Материальный ущерб может быть определён потерей жилья (квартира, дача или частный дом, а также мебель и одежда, медицинское обслуживание и другие бытовые услуги), автотранспорт (автомобиль, трактор) и другие средства передвижения (верховые и тягловые лошади) крупный и мелкий рогатый скот. Моральный ущерб так же может быть оценён в денежном эквиваленте, но величина этого эквивалента (во всяком случае после Чернобыля) для различных групп населения определялась в судебном порядке при подаче исковых заявлений в соответствующие судебные инстанции. Угрозу жизни населению, возникшую в результате радиационной аварии, также можно отнести к моральному ущербу. Для того, чтобы угроза не реализовалась в материальный ущерб (лечение от заболевания, возникшего в результате воздействия радиоактивного загрязнения окружающей среды), осуществляют диспансеризацию взрослого населения, пострадавшего во время радиационной аварии.

Диспансеризация представляет собой комплекс мероприятий, в том числе по проведению медицинских осмотров врачами разной направленности и применение необходимых методов обследования. В соответствии с Порядком проведения диспансеризации определенных групп взрослого населения, утвержденным Приказом Минздрава РФ от 03.12.2012 № 1006н (далее – Порядок № 1006н)*: - первый этап диспансеризации включает в себя осмотр

* Приказ Минздрава России от 03.12.2012 №1006н «Об утверждении порядка проведения диспансеризации определенных групп взрослого населения»



врачами-специалистами, исследования и иные мероприятия, проводимые у мужчин и женщин в определенный возрастной период; - второй этап включает индивидуальное дообследование и уточнение диагноза заболевания, проведение углубленных профилактических консультаций.

Оплата первого этапа диспансеризации производится по законченному случаю (т.е. после получения пациентом совокупности медицинских услуг в соответствии со стандартом оказания медицинской помощи по основному заболеванию). Расчет стоимости первого этапа необходимо осуществлять с учетом дифференциации в зависимости от объема диспансеризации по полу и возрасту, установленного Порядком № 1006н.

Оплата второго этапа диспансеризации осуществляется за посещение или законченный случай, включая посещения к конкретным специалистам (с учетом объема исследований по направлениям данных специалистов).

Оплата услуг в рамках мероприятий по диспансеризации, оказываемых учреждением гражданам, производится по тарифам. Тарифы для первого и второго этапов диспансеризации устанавливаются тарифным соглашением в субъекте РФ [16,17]. Прейскурант цен на медицинские услуги для лиц, подвергшихся воздействию радиации, приведён в табл.2** выборочно. Таким образом, минимальная стоимость диспансеризации на одного человека составляет **5 395 руб.** Стоит заметить, что стоимость на медицинские услуги устанавливаются непосредственно медицинскими учреждениями, и могут заметно отличаться от приведенных цифр, как правило, в сторону повышения.

В соответствии со статьей 5 закона №1244-1 [18], статьей 15 закона №175-ФЗ [19], статьей 4.1 закона №2-ФЗ [20], такие денежные компенсации, за некоторым исключением, индексируются каждый год. Например, коэффициент индексации - с 1 февраля 2016 года - 1,07 [21].

Размер компенсации носит сугубо индивидуальный характер, зависит от нанесенного материального и физического ущерба во время и после аварии. На примере аварии на ЧАЭС можно увидеть, что перечень медицинских и социальных услуг, а также их стоимость, определены законодательно [18-20].

При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании контроля и прогноза радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии. В зоне радиационной аварии проводится контроль радиационной обстановки и осуществляются мероприятия по снижению уровней облучения населения на основе изложенных в [2] принципов и подходов, должны проводиться работы по демонтажу оборудования и объектов подвергшихся радиоактивному загрязнению. В табл. 3 – 5 приведены работы, которые следует осуществить для очистки зоны радиоактивного загрязнения до уровня газона [22].

Следует отметить, что эти работы не отличаются от подобных работ, осуществляемых.

При демонтаже оборудования и строительных конструкций незагрязнённых территорий. Отличие состоит в том, что на радиационно-

** <http://chelmed.ru/platnaya-med-pomoshch/prejskurant-tsen>



загрязнённых территориях подобные работы обязательно должны проводиться с пылеподавлением, устраняющим вторичный перенос радиоактивных аэрозолей с пылью.

Работы должны проводиться рабочим персоналом в спецодежде в перчатках и респираторах. Оплата работ при этом определяется обычным образом по сдельному тарифу с повышающим коэффициентом, величина которого, например, в Чернобыле с 5 мая 1986 г. определялась постановлением СОВЕТОМ МИНИСТРОВ СССР и ВСЕСОЮЗНЫМ ЦЕНТРАЛЬНЫМ СОВЕТОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СОЮЗОВ № 665-195 [23] и составляла при строительстве (первого) саркофага от 10 – при работе в районе энергоблока, до 5 – в посёлке энергетиков Припяти и 3 – непосредственно в Чернобыле.

С понижением уровня радиационного фона коэффициенты уменьшались. В настоящее время подобная процедура имеет правовое обоснование [24].

На примере аварии на ЧАЭС можно судить о поведении загрязнителя в момент выброса, а также непосредственно после аварии.

В результате первичных работ, необходимых для проведения дезактивирующих мероприятий (частичное снятии загрязненного поверхностного слоя грунта около аварийного блока, покрытие площадки бетонными плитами и засыпание чистыми материалами – песком, щебнем и т.п.), возникает сложная последовательность почвенных слоев. Краткая характеристика таких слоев указана в работе [21]. Радиометрический и радиохимический анализы проб показал, что толщина «активного» слоя составляет 10÷20 см [21]. Таким образом, можно определить слой грунта, необходимый для снятия и последующей утилизации – 10–20 см., в зависимости от расположения местности и объема осаждения осадков [21].

Примерная сметная стоимость строительных и монтажных работ определена в соответствии с [25] с последующим пересчетом в уровень цен 2016 года (т.р.): • оплата труда рабочих-строителей – 29,113; • эксплуатация строительных машин и механизмов – 15,653; • материалы – 9,894.

Допустим, при радиационной аварии произошло загрязнение почвенного и растительного покрова на площади 105,89 га. Общая площадь проведения работ по рекультивации нарушенных земель составляет 32,08 га, стоимость выполнения работ технического этапа рекультивации в ценах 2014 г. – 3391,911 тыс. руб., стоимость выполнения работ биологического этапа в ценах за 2014 г. [26,27] – 6 141,574 тыс. руб. Суммарная стоимость выполнения технического и биологического этапов работ по рекультивации земель составляет 9 533,485 тыс. руб.

При эвакуации населения из зоны радиационной аварии, перед государством стоит вопрос о его постоянном размещении. Наиболее оптимальный вариант – расселение по новым квартирам, как это было сделано после аварии на ЧАЭС.

Санитарная норма жилищной площади составляет минимум 6 квадратных метров на одного человека, высота помещения должна быть не ниже 2,2 метра, согласно ст. 38 «Жилищного кодекса РФ» [28], норма жилищной площади - 12



квадратных метров на одного жильца. На территории РФ гражданам выделяется площадь в помещениях от 9 до 12 кв.м при высоте потолке от двух с половиной до трех метров.

Стоимость одного квадратного метра жилья различается [29], в зависимости от федерального округа и района размещения. На 2016 год цены варьируются от 25160 р. (республика Калмыкия) до 90400 р. (г. Москва). Однако, с точки зрения статистики, цены в Москве являются выбросом, поэтому среднюю стоимость кв.м. жилья можно принять за 33 тысячи рублей.

Средняя двухкомнатная квартира имеет метраж в 52 кв.м. Итак, стоимость размещения семьи в двухкомнатной квартире – 1 716 000 р. На этом примере можно провести расчет стоимости расселения населения для его разных слоев. Стоимость размещения одной семьи умножается на количество семей (квартир).

До аварии на ЧАЭС в г. Припять население составляло 47,5 тыс. чел. (на ноябрь 1985г). Полагая, что средняя семья состоит из 4 человек (мать, отец и двое детей), при эвакуации 12 000 семей потребуется не меньшее количество квартир, что эквивалентно 20,4 млрд руб. (USD ЦБ 67,05) без компенсации брошенного имущества. При этом, амбулаторное медицинское обслуживание населения, оказавшегося в зоне радиоактивного загрязнения, рекультивация земель, их утилизации, а также аналогичные работы по животноводческому комплексу несомненно увеличат статью затрат. Напротив, затраты на систему АСКРО, оснащенную оборудованием, указанным на рис.1 в работе [1], с центральным щитом представления информации и числом постов ~ 20, с соответствующим ЗИПом, с дублируемыми линиями связи, с приборным обеспечением, осуществляющим анализ радиоактивных проб, с необходимым офисным оборудованием, составляют 25 – 40 млн руб, тогда как на одну диспансеризацию указанной численности населения потребуется 256,263 млн руб.

Приведенные оценки убедительно показывают, что материальные и финансовые затраты на оборудование АЭС, позволяющее осуществлять радиационный контроль, проводить его обслуживание, а также вести работы, связанные с прогностическими оценками радиоактивного загрязнения окружающей среды, будут обходиться значительно дешевле, чем материальные и финансовые затраты по ликвидации последствий аварии на ОИАЭ.

В заключение приведём оценки по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, приведённые в докладе Международного Зеленого креста профессорами Джонатан Сэмет (Jonathan Samet) и Джоан Сео (Joann Seo) из Школы медицины Кека при Университете Южной Калифорнии [30], которые выполнили почти невыполнимую миссию по вычислению цены Чернобыльской аварии. Авторы очертили круг различных источников издержек, кратко- и долгосрочных, прямых и косвенных. Несмотря на многочисленные неопределенности, они нашли, во сколько обошлась Чернобыльская авария ~ 700 млрд долларов (607 млрд евро) за минувшие 30 лет. Далее авторы отмечают, что «В Беларуси существует национальная оценка стоимости Чернобыльской аварии за период 1986-2015 гг. в виде «общей суммы ущерба», которая составляет 235 млрд



долларов. В Украине «общий экономический ущерб» за 25 лет оценивается в 198 млрд долларов. Если увеличить срок до 30 лет, сумма составит 240 млрд долларов, что сопоставимо с оценкой для Беларуси». Для сравнения приведем оценку аварии на японской АЭС «Фукусима-1», которая на сегодняшний день, согласно работе [31], составляет 180 млрд долларов. Это тоже весьма значительная сумма, поэтому Японские власти, в своём стремлении минимизировать экономические последствия аварии, обратились к Россельхознадзору РФ с просьбой разрешить поставки рыбной и морской продукции, выловленной в акватории, прилегающей к зонам радиоактивного загрязнения в районе АЭС «Фукусима-1».

Таким образом, представленные материалы с достаточной убедительностью дают полную картину методов оценки ущерба, связанного с радиационной аварией на ОИАЭ, содержащую как методы радиационного контроля, включающие методы и средства определения радионуклидного состава радиоактивной примеси, распространяющейся в окружающей среде, так и аппарат прогнозирования радиоактивного загрязнения окружающей среды и методы ликвидации последствий радиационных аварий. Несомненно, что математическая модель переноса радиоактивной примеси в атмосфере, используемая для целей прогнозирования и оценок радиоактивного загрязнения окружающей среды, может быть любой из рекомендованных Ростехнадзором [32] (наиболее адаптированной к местным условиям), но, что в любом случае необходимо, так это обязательное использование гибридного мониторинга, т.е. сочетание расчетных методов прогнозирования с привлечением результатов измерений дозовых характеристик ионизирующего излучения детекторами АСКРО [33, 3]. Последнее существенно повысит точность прогностических оценок, что, в конечном итоге, уменьшит материальные и финансовые затраты на ликвидацию последствий радиационной аварии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Елохин А.П., Стародубцев И.А. Сравнительный анализ оценки материальных затрат на АСКРО и ликвидацию последствий радиационной аварии на ОИАЭ. ЧАСТЬ 1.
2. Санитарные правила и нормативы. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009).
3. Елохин А.П. Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды: монография / А. П. Елохин; М-во образования и науки Российской Федерации, Нац. исслед. ядерный ун-т "МИФИ". – Москва: НИЯУ МИФИ, 2014. – 520 с.
4. Елохин А.П. Выбор оптимального пути следования при эвакуации населения из загрязнённого района. Атомная энергия, т. 87, вып.4, 1999, стр.314-316.
5. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1986. –224 с.
6. Линейное и нелинейное программирование. / Под общ. ред. М.Н. Ляшенко. Киев: Вища школа, 1975.



7. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации. М.: Изд-во МАМ, 1995.

8. Мобильная лаборатория радиационного контроля "Мультирад ЭКО" [Электронный ресурс] / Информационный портал о контрольно-измерительных приборах и их производителях pribory-si.ru - Каталог средств измерений, испытательного и лабораторного оборудования - 2016 - Режим доступа: <http://pribory-si.ru/catalog/4602/5219/> - 09.03.2016.

9. Федеральный Закон Российской Федерации «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 09.01.1996 г. (с изменениями на 19 июля 2011 года).

10. Бондарев П.В. Физическая защита ядерных объектов: Учебное пособие для вузов/ П.В. Бондарев, А.В. Измайлов, А.И. Толстой; Под ред. Н.С. Погожина. – М.: МИФИ, 2008. – 584 с.: ил.

11. ГОСТ Р 22.8.06-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на радиационно-опасных объектах. Общие требования.

12. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды. – М.: Экономика, 1986.

13. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. Утверждена Председателем Госкомэкологии В.И. Даниловым – Данильяном 09.03.99 г.

14. Методика прогнозирования материального ущерба и людских потерь в очагах ЧС. Режим доступа: http://studopedia.ru/5_75366_metodika-prognozirovaniya-materialnogo-ushcherba-i-lyudskih-poter-v-ochagah-chs.html.

15. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая)" от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 07.02.2017)

16. Постановление Правительства РФ от 4 октября 2012 г. № 1006 «Об утверждении Правил предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг»;

17. Федеральный закон Российской Федерации от 21.11.2011 (ред. 25.11.2013) г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

18. Закон РФ от 15 мая 1991 г. № 1244-1 "О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС".

19. Федеральный закон от 26.11.98 N 175-ФЗ "О социальной защите граждан Российской Федерации, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 году на производственном объединении "Маяк" и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча".

20. Федеральный закон "О социальных гарантиях гражданам, подвергшимся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне" от 10.01.2002 № 2-ФЗ (действующая редакция, 2016).



21. Боровой А.А., Велихов Е.П. Опыт Чернобыля (работы на объекте «Укрытие»). Часть 3. М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2013, 156 с.

22. Прайс-лист на демонтаж объектов. <http://zakazstroy.ru/price.php>.

23. Постановление СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР и ВСЕСОЮЗНОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО СОВЕТА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СОЮЗОВ «Об условиях оплаты труда и материального обеспечения работников предприятий, организаций и учреждений, занятых на работах, связанных с ликвидацией последствий аварии на Чернобыльской АЭС и предотвращением загрязнения окружающей среды (извлечение)» от 5 мая 1986 г. № 665-195.

24. Постановление правительства РФ «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» № 913 от 13 сентября 2016 г.

25. «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» МДС 81-35.2004.

26. Пинаев В.Е., Касимов Д.В., Афанасьева О.О. Вопросы рекультивации земель – опыт подготовки главы для Проекта мероприятий по охране окружающей среды // Интернет-журнал «Мир науки» 2015 №1. Режим доступа: <http://mirnauki.com/PDF/13EMN115.pdf>.

27. Пинаев В.Е., Касимов Д. В. "Оценка воздействия на почвенно-растительный покров – практика проведения при ОВОС" [Электронный ресурс] / Интернет-журнал «Наукovedение» (учредитель журнала НОУ ВПО ИГУПИТ) № 6 (24), выпуск ноябрь-декабрь 2014. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/121EVN614.pdf>.

28. ЖИЛИЩНЫЙ КОДЕКС РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 29 декабря 2004 г. № 188-ФЗ.

29. "О нормативе стоимости одного квадратного метра общей площади жилого помещения по Российской Федерации на первое полугодие 2016 года и показателях средней рыночной стоимости одного квадратного метра общей площади жилого помещения по субъектам Российской Федерации на I квартал 2016 года". Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 28 декабря 2015 г. N 951/пр. г. Москва.

30. Jonathan Samet, Joann Seo, 2016, «The Financial Costs of the Chernobyl Nuclear Power Plant Disaster: A Review of the Literature». Режим доступа: http://www.greencross.ch/uploads/media/2016_chernobyl_costs_report.pdf.

31. Японцы попросили Россию разрешить поставки рыбы из района «Фукусимы-1». Режим доступа:

<https://pronedra.ru/agriculture/2017/01/30/postavki-ryby-iz-rajona-fukusimy-1/>

32. Елохин А.П., Жилина М.В. (НТЦ ЯРБ), Рау Д.Ф., Иванов Е.А. (ВНИИАЭС). Положение о повышении точности прогностических оценок радиационных характеристик радиоактивного загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на персонал и население. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ – 053 – 09. Утверждено приказом Федеральной службы по экологическому,



технологическому и атомному надзору от 08.06.2010 г. № 465, 79 с.

33. Елохин А.П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды / А. П. Елохин – А. П. Елохин. Учебное пособие – М. НИЯУ МИФИ, 2012. – 316 с.

Abstract: A scenario defining a sequence of actions to be taken to eliminate consequences of a radioactive accident caused by a release of a gas and aerosol radioactive admixture into the atmosphere is provided based on an example of a hypothetical accident at a nuclear facility.

The paper considers loss for public in the area of radioactive contamination and for environment, including settlements, farm lands, parks, natural reserves and nature sanctuaries; expenditures on loss reimbursement and damage indemnification during performance of the following: - Decontamination; houses and buildings breaking; cleanup of the territory.

The paper provides a mathematical formulation of the task of public evacuation from the contaminated area and its solution technique as well as a methodology for assessment of material costs for public evacuation from the contaminated area.

The paper provides comparative assessment of material costs for the ARMS and activities dedicated to elimination of consequences of a radiation accident at a nuclear facility.

Key words: Radiation accident at a nuclear facility, registration of ionizing radiation, plume of radioactive release, assessment of radioactive contamination of underlying surface, assessment of dose burden on personnel and public in the area, environmental damage assessment.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке и в рамках образовательной программы повышения конкурентноспособности
НИЯУ МИФИ.*



УДК 577.112:612

RESEARCH OF BIOCHEMICAL PARAMETERS OF HUMAN ORGANISM IN NORM AND IN PATHOLOGY WITH THE USE OF NON-INVASIVE METHODS**ВИВЧЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ В НОРМІ ТА ПРИ ПАТОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕІНВАЗИВНИХ МЕТОДІВ****Горіла М. В. / Gorelaya M.V.***s.b.s., as.prof. / к.б.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-1385-6751

*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Gagarin ave. 72, 49010**Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара,**Дніпро, пр. Гагаріна, 72, 49010*

Анотація. В роботі розглядаються сучасні неінвазивні методи діагностики організму людини. Методика (метод) дослідження: це експрес-тести в сечі та слині; експрес-тести для визначення властивостей слини; біохімічні та фізичні методи – для визначення властивостей ясеневі рідини; функціональні методи – визначення швидкості слиновиділення; клінічні методи – визначення індексної оцінки стану тканин пародонту; статистичні методи – для визначення достовірності отриманих результатів досліджень.

Об'єктами дослідження є: слина, сеча здорових осіб та осіб з патологіями, ротова та ясенева рідина здорових та хворих пацієнтів.

Мета роботи: визначення біохімічних параметрів організму людини за допомогою сучасних неінвазивних методів дослідження в нормі та при різних патологічних станах.

Одержані висновки та їх новизна. У роботі наведено обґрунтування і практичне значення вирішення наукової задачі – підвищення ефективності прогнозування ранньої діагностики шляхом виявлення біохімічних параметрів організму людини в нормі та при патології. Досліджено зміни біохімічного складу сечі, слини та гінгівальної рідини із застосуванням ряду неінвазивних методів. На підставі біохімічних аналізів запропонований алгоритм для діагностики ряду захворювань в амбулаторних і клінічних умовах, без застосування дорогої апаратури та реактивів.

Результати досліджень можуть бути застосовані: при масових скринінгових дослідженнях, в амбулаторних і клінічних умовах у діагностуванні ряду захворювань, зокрема, без значних економічних витрат.

Ключові слова: неінвазивні методи, слина, сеча, гінгівальна рідина.

Вступ.

Рання діагностика стану організму людини є надзвичайно важливим етапом для визначення патології, та своєчасного лікування. Тому для проведення повного огляду стану організму людини необхідно застосувати сучасні інформаційні, біохімічні методи дослідження, які базуються на останніх досягненнях у наукових галузях. Неінвазивні методи дослідження організму людини є одними із сучасних та безпечних методів лабораторної діагностики. Ці способи визначаються наступними основними моментами: виключають внесення у внутрішнє середовище вірусів, бактерій, чужорідних речовин; звільняють пацієнтів від комплексу больових і неприємних відчуттів, зв'язаних з проколюванням шкіри (при взятті крові на аналіз, біопсії та ін.). Тому дане наукове дослідження є актуальним, а проблема заслуговує більш глибокого і детального вивчення [1, 2].



Мета дослідження: визначення біохімічних параметрів організму людини сучасними неінвазивними методами дослідження в нормі та при різних патологічних станах. Для досягнення мети поставлені наступні завдання.

Завдання дослідження:

1. Вивчення біохімічних параметрів організму дітей дошкільного, шкільного віку та дорослих у нормі та при патологіях, із застосуванням неінвазивних методів дослідження.
2. Визначення біохімічного складу сечі.
3. Визначення біохімічного складу слини.
4. Дослідження біохімічного складу гінгівальної (ясеневої) рідини.
5. Проведення порівняння отриманих результатів при різних патологічних станах організму людини.

Основний текст

У великому арсеналі сучасних методів лабораторної та функціональної діагностики, заснованих на оцінці морфологічних, функціональних, біохімічних і генетичних властивостей організму, неінвазивні методи діагностики займають поки ще досить скромне місце.

Своєчасність діагностування організму дає змогу виявити захворювання на ранніх стадіях, це зменшить появу запущених патологій, допоможе визначати ефективність лікування. Даний факт диктує необхідність розвитку і вдосконалення методів неінвазивної діагностики, які допоможуть клініцистам в постановці та диференціюванні діагнозу.

Одною з причин появи неінвазивних методів є проведення масових профілактичних оглядів, яке також потребувало відмови від узяття зразка крові. Важкість діагностування, несвоєчасність транспортування, не належні умови зберігання таких зразків сприяли використанню нових сучасних методів діагностики. Технічний прогрес дозволив мініатюризувати прилади, необхідні для проведення “діагностики вдома” [3, 4, 5]. У нинішній час у світі понад п’ятдесят груп дослідників розробляють нові прилади неінвазивної діагностики. До найбільших відомих належить фірми “Futrex”, “Medisencei” (США) та ін.

Перспективи подальших досліджень полягають у впровадженні діагностичних методик на первинному рівні, в швидкій постановці клінічного діагнозу та наданні своєчасної допомоги.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення поставлених завдань було проведено ряд досліджень та використані біохімічні, фізичні, функціональні, клінічні, та статистичні методи – для визначення достовірності отриманих результатів досліджень.

Дослідження проводилися на базі комунальної установи Петриківська центральна лікарня. Всього проведено 48 біохімічних досліджень сечі, слини, ротової ясеневової рідини.

Об’єктами дослідження є: слина, сеча здорових осіб та осіб з патологіями, ротова та ясенева рідина здорових та хворих пацієнтів.

Найбільш широко застосовуваний метод для виявлення присутності різних компонентів – це метод сухої хімії з використанням різних типів тест-смужок



для аналізу сечі - результати аналізу швидко отримують і легко інтерпретують. Тест-смужки, являють собою пластикові або паперові смужки, на яких нанесені реагенти, що утворюють певного кольору фарбування з виявленою сполукою. З метою можливості напівкількісного визначення тої чи іншої сполуки тест-смужка розділена на сегменти, забарвлення одного з них визначається кількістю метаболіту в сечі, зміну кольору сегмента смужки на відповідний метаболіт порівнюють з діаграмою. Тест-смужки дозволяють визначити наявність: білку, глюкози, кетонів, нітритів, виміряти рН і питому вагу сечі. Наявність або відсутність цих компонентів служить інформацією про стан вуглеводного обміну, функції нирок і печінки, а також кислотно - лужного балансу пацієнта. Тест-смужки використовуються тільки один раз і викидаються, кожна упаковка смужок містить точну інструкцію їх використання для отримання достовірних результатів. Діаграма порівняння кольору, як правило, розміщується на етикетці. Позитивні результати деяких тестів, потрібно підтвердити шляхом повторного визначення.

Статистичне опрацювання результатів досліджень здійснювали за допомогою пакетів прикладних програм для статистичного аналізу даних Microsoft Excel. При виконанні статистичної обробки отриманих даних було застосовано наступні методи: розрахунок середнього арифметичного та його середньої похибки ($M \pm m$); проведення оцінки вірогідності різниці отриманих результатів у порівнюваних групах за допомогою критерію Ст'юдента.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Визначення біохімічних показників сечі

Кінцеві продукти обміну речовин, біологічно активні речовини, токсини, лікарські речовини виводяться із організму нирками у складі сечі. Дослідження сечі має важливе клінічне значення і є обов'язковим при обстеженні хворих. При аналізі сечі звертають увагу на фізико-хімічні властивості: кількість, густина, колір, запах, прозорість, реакція, осмолальність, а також наявність патологічних компонентів. До останніх відносять білок, глюкозу, кетонів, тіла, зміни рН.

Для визначення білку в сечі застосовували напівкількісний метод за допомогою індикаторних тест-смужок виробництва «Норма» (Україна) та «URISCAN» (виробництва YD Diagnostics, Корея), як експрес-діагностику. Цей метод застосовують в медичних установах, діагностичних лабораторіях, лікувально-профілактичних установах, і домашніх умовах. Застосування експрес-методу дозволяє швидко отримати відповідь. Наявність білку в сечі у більшості здорових людей не виявляється взагалі, або ж його менше, ніж 0,033 г/л. При дослідженні добової сечі в нормі виявляється не більше 0,03-0,05 г/л білку. Цей показник збільшується при патологічних процесах.

Наявність білку в сечі - протеїнурія виникає при підвищенні проникності клубочкової мембрани, що збільшує фільтрацію білка та призводить до надходження в сечу білкових молекул із більшою молекулярною масою. Протеїнурія виникає при тяжких ушкодженнях каналців нирок унаслідок порушення реабсорбції білку. Білок у сечі може появлятися при надмірному споживанні білкової їжі, при тяжкому фізичному навантаженні, при



недостатності системи кровообігу, інфекційних хворобах. При патології буде виявлятися +, ++ або +++, що означає ступінь протеїнурії.

Для експрес-аналізу сечі на глюкозу використовували індикаторні смужки «Глюкотест» виробництва «Норма» (Україна). Наявність глюкози у сечі - глюкозурія. Глюкозурія найчастіше зустрічається при цукровому діабеті, при гіперглікемії, цей показник перевищує нирковий поріг (9,4-10,0 ммоль/л), а також при емоційному напруженні, при спадковій недостатності ферментів, що забезпечують реабсорбцію глюкози в канальцях (гексокіназа, глюкозо-6-фосфатаза), при тяжкій нирковій недостатності. Зустрічаються спадкові форми пентозурії, фруктозурії, галактозурії.

Визначення кетонових тіл. До кетонових тіл відносяться продукти обміну речовин (ацетооцтова, бета-оксимасляна кислота, ацетон), які формуються в печінці при процесі синтезу глюкози, метаболізмі кофермента А, що бере участь в реакціях по перенесенню ацильних груп при окисленні і синтезі жирних кислот. З сечею за добу в нормі виділяється 20-50 мг кетонових тіл, які звичайними якісними реакціями не виявляються. Якщо ж кількість кетонових тіл збільшується, реакції стають позитивними. Для визначення кетонових тіл застосовували індикаторні смужки «Ацетонтест» виробництва «Норма» (Україна). Діапазон концентрації 0-15 ммоль/л. Вміст кетонових тіл позначали від 0 – відсутність; 1,5 ммоль/л (+); 3,0 ммоль/л (++); 7,5 ммоль/л (+++); 15 ммоль/л (++++). Колір – від жовтого до насиченого фіолетового, через рожевий і помаранчевий. Тест на кетони заснований на взаємодії кетонів з нітропрусидом в результаті з утворенням кольорового комплексу від світло-рожевого до бордового. Кетонурія може бути присутньою при діабеті та голодуванні. Кетонові тіла утворюються в надлишку як при цукровому діабеті першого типу, так і другого типу. При діабеті надлишок кетокислот може викликати небезпечні для життя ацидоз і кому. Кетони також виявляються в сечі при ряді інших станів, включаючи лихоманку, у період вагітності наявність кетонових тіл – це свідчення виникнення раннього токсикозу, у осіб з дієтою обмеженою на вуглеводи.

Визначення рН сечі. Застосували індикаторні смужки «рН» виробництва «Норма» (Україна). Дослідження здійснювали за допомогою індикаторної смужки з діапазоном рН 5,0 – 8,5. При дослідженні рН сеча у здорових людей може мати різну реакцію (рН від 4,5 до 8,0), коливання рН обумовлені складом харчування: м'ясна дієта зумовлює кислу реакцію сечі, переважання рослинної та молочної їжі веде до залужнення сечі. Зміни рН сечі відповідають рН крові; при ацидозах сеча має кислу реакцію, при алкалозах - лужну. Іноді відбувається розходження цих показників. В нормі реакція сечі слабо кисла (рН між 5 і 6). Якщо лакмусовий папірець червоніє, то реакція сечі кисла, якщо жовтіє - реакція основна, якщо не змінюється - реакція нейтральна.

Таким чином, визначення біохімічних показників сечі має велике значення для діагностики захворювань. Дані дослідження узагальнені в таблиці 1.



Таблиця 1

Біохімічні показники сечі

Показник	Норма	Збільшення
Білок	0 - 0,2 г/л	Протеїнурія виникає при хронічному гломерулонефриті, пієлонефриті, нирковій комі, вагітності.
Глюкоза	-	9,4 -10,0 ммоль/л
		Глюкозурія виникає як при цукровому діабеті першого типу, так і другого типу, нирковій недостатності
Кетони	У нормі не визначаються	0,3-0,15ммоль/л.
		Кетонурія виникає при цукровому діабеті I та II типу, голодуванні, лихоманці, вагітності.
Зміна рН	5,0-7,0	Кисла реакція визначається при цукровому діабеті, подагрі.

Біохімічні показники складу слини

Слина є секретом слинних залоз та важливим біологічним середовищем порожнини рота, її властивості і хімічний склад суттєво впливають на стан зубів. Склад і властивості слини залежать від нейрогуморальної регуляції слинних залоз, індивідуальних особливостей, віку, стану органів порожнини рота. За добу в середньому виділяється 1,5-2,0 л слини. Однією з головних функцій слини є мінералізуюча. Слина насичена мінеральними компонентами, які забезпечують процеси мінералізації твердих тканини зуба та обумовлюють резистентність емалі до карієсу. Слина виконує мінералізуючу функцію тільки за умови нейтрального або слабо лужного значення рН – в такому разі вона є перенасиченою іонами кальцію та фосфору. У зв'язку з цим було проведено дослідження рівня рН ротової рідини у дітей та дорослих з множинним карієсом та з групою контролю.

З метою вивчення біохімічних параметрів ротової рідини та її мінералізуючого потенціалу у дітей було досліджено 12 зразків ротової рідини з них 12 дітей – до 16 років, яких розподілили на дві групи: 1- група контрольна; 2 - група хворі на карієс. При дослідженні пацієнтів другої групи у дітей з множинним карієсом слина характеризувалась підвищенням рН. Рівень кислотності ротової рідини у більшості дітей з групи контролю перебував у межах фізіологічної норми. Природний рівень рН слини визначали з використанням тест – смужок. Попередньо пацієнт спльовував нестимульовану слину в спеціальну чашечку. Тест – смужку поміщали у ротову рідину на 10 секунд, а далі – колір смужки порівняли за стандартною шкалою і оцінювали за характером зафарбування: червоне – рН в межах 5,0 - 5,8; жовте – рН – 6,0 - 6,7; зелене - рН в межах 6,8-7,8. Результати визначення рН у обстежених дітей представлені у таблиці 2.

Суттєво на рН слини впливає зубний наліт, кількість органічних кислот, які утворюються мікроорганізмами. При рН вище 7,0 створюються умови для



надходження іонів кальцію і фосфору в мінералізовані тканини зуба. Мінеральний склад слини різноманітний. Цей показник слини відображає загальний стан обміну речовин в організмі. Системні хвороби та захворювання органів порожнини рота супроводжуються змінами вмісту мінеральних речовин. Визначення їхнього вмісту в слині використовують для діагностики запальних захворювань органів порожнини рота.

Таблиця 2

Оцінка рН слини у обстежених дітей до 16-ти років

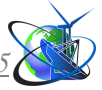
Вік	Показники		Групи	
			Діти хворі на карієс	Діти групи контролю
Діти 16 до років	рН слини	Нормальна (6,8- 7,8)	-	6,8 -7,2
		Підвищ. кислот. (6,0-6,7)	6,0 - 6,2	6,2 - 6,6
		Висока кислот. (5,0-5,8)	5,4 -5,8	-
	Кількість виділення слини за 5хв	Нормальна > 5 мл	-	5,4
		Низька 3,5- 5,0 мл	3,8	4,7
		Дуже низька<3,5мл	-	-
	Консистенція слини	Нормальна в'язкість	-	Нормальна
		Підвищена в'язкість	Підвищена	-

Швидкість салівації – це параметр, який відіграє важливу роль у забезпеченні очищення ротової порожнини та здійсненні мінералізуючої функції слини. Згідно аналізу отриманих даних, представлених у таблиці 2, це свідчить про зменшення швидкості слиновиділення зі зростанням ступеня активності каріозного процесу. Рівень стимульованого слиновиділення оцінювали шляхом вимірювання об'єму виділеної слини у пацієнта за 5 хв; дуже низький – при об'ємі до 3,5 мл за 5 хв; низький – при об'ємі в межах 3,5 - 5,0 мл за 5 хв; у групи контролю досліджуваний показник був в межах нормальних значень більше, як 5 мл за 5 хв.

В'язкість слини оцінювали при візуальному спостереженні наступним чином: значно підвищена, коли слина – піниться, тягнеться нитками; підвищена – слина піниться, є пухирці, нормальна - слина прозора водяниста.

Результати досліджень свідчать, що виникнення та розвиток карієсу зубів пов'язані з цілим рядом чинників, як місцевого та і загального характеру. Особливу роль у розвитку карієсу відіграє незадовільна гігієна ротової порожнини, загальний стан організму, та ряд інших факторів.

Тому для з'ясування причин поширеності, інтенсивності та клінічних особливостей перебігу множинного карієсу зубів у дітей було застосовано лікувально-профілактичні методи дослідження на основі клінічних, морфологічних, фізичних, біохімічних досліджень.



За результатами роботи вдалося вирішити такі завдання: визначено поширеність, інтенсивність, особливості клінічного перебігу та структурно-функціональну резистентність твердих тканин зубів у дітей шкільного віку з карієсом, а також оцінити у них мінеральну щільність кісткової тканини.

Однією з особливостей перебігу карієсу у дітей до 16 років є наявність великої кількості зубів із гострим початковим карієсом, так званою демінералізацією емалі. Так, більш ніж у половини обстежених дітей до 16 річного віку діагностовано гострий початковий карієс, який локалізується переважно на поверхнях верхніх ікл, та на нижніх премолярах.

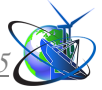
Таким чином, клінічні обстеження дітей та лабораторні дослідження дозволили оцінити окремі чинники ризику виникнення множинного карієсу зубів та карієсогенну ситуацію в порожнині рота, під впливом якої і відбуваються зміни твердих тканин зубів. Ці дані можуть слугувати основою обґрунтування лікувально-профілактичних заходів для дітей з множинним карієсом зубів.

Оцінка біохімічних показників ротової рідини від інтенсивності карієсу

Ротова рідина або слина відноситься до важливих субстратів ротової порожнини, який володіє колосальною інформацією для прогнозування виникнення та перебігу основних стоматологічних захворювань. За нашими даними біохімічні показники ротової рідини розрізняються залежно від стадії захворювання. У пацієнтів з карієсом виявили зниження швидкості саливації та рН ротової рідини, підвищення її в'язкості. Такі зміни були більш значними у осіб з високою інтенсивністю карієсу, що співпадає з результатами інших авторів [8, 9, 10]. Аналіз отриманих даних свідчить про зменшення швидкості слиновиділення зі зростанням ступеня активності каріозного процесу у дітей. Серед дітей з множинним карієсом цей показник визначався (3,5 мл за 5 хв), у дітей групи контролю досліджуваний показник був в межах нормальних значень (більше, як 5 мл за 5 хв). При оцінці в'язкості слини у дітей з множинним карієсом слина мала підвищену в'язкість, на відміну від дітей групи контролю, у яких слина мала нормальну в'язкість.

Зниження рівня природного рН змішаної слини (5,0-5,8) виявлене у контрольній групі, у здорових рН був у межах норми (6,8-7,2). Отже, у дітей з карієсом спостерігався підвищений рівень кислотності ротової рідини, що призводило до зниження вмісту кальцію та фосфору, внаслідок чого слина втрачала свої мінералізуючі властивості і перетворювалася на рідину, що підтримує процес демінералізації емалі.

Порівняльний аналіз властивостей ротової рідини дітей з карієсом і дітей групи контролю, свідчить про підвищення в'язкості, зниження швидкості слиновиділення, підвищення рівня кислотності, зниження мінеральних речовин, що сприяє інтенсивному ураженню постійних зубів карієсом. Отримані результати свідчили про те, що у дітей з карієсом ротова рідина втрачала свої захисні властивості щодо нейтралізації органічних кислот, які утворюються в ротовій порожнині і в зубному нальоті в результаті розщеплення вуглеводів, це сприяло тривалому утриманню карієсогенної ситуації в порожнині рота та прогресуванню процесів демінералізації емалі зубів у цій групі дітей.



Біохімічний склад гінгівальної рідини

Гінгівальна (ясенева) рідина заповнює ясеневий жолобок між вільним краєм ясен і зубами (шириною 0,25-0,5 мм). Вона є продуктом транссудації плазми із капілярного русла ясен. Збір гінгівальної рідини проводять різними методами: за допомогою нейлонових фільтрів, смужок фільтрувального паперу, скляних мікрокапілярів, а також ясеневих змивів.

Гінгівальна рідина виконує важливі біологічні функції: захисну, мінералізуючу, регуляторну, видільну. В нормі швидкість виділення гінгівальної рідини низька в середньому 0,5-2,4 мл за добу. При запаленні тканин пародонта кількість гінгівальної рідини збільшується і тісно корелює з клінічними проявами захворювання. Існує добова періодичність секреції гінгівальної рідини: її інтенсивність максимальна у вечірні години, а мінімальна - вранці. Для гінгівальної рідини характерна сталість рН. Гінгівальна рідина бере участь у формуванні зубного нальоту в області ясен. Складовими компонентами гінгівальної рідини є білки, ферменти, глюкоза, молочна кислота, фосфоліпіди, нейтральні ліпіди, сечовина, аміак, електроліти. Не виявлено вікових відмінностей білкового складу гінгівальної рідини.

Порушення зв'язку епітеліального покриву з кутикулярним шаром емалі свідчить про початок розвитку патологічної ясеневі кишені. Для хвороб пародонта характерне поширення патологічного процесу в бік верхівки кореня. Хвороби пародонту – це запальні процеси у тканинах ясен, які призводять до руйнування колагену альвеолярної кістки, яка підтримує зуб, внаслідок чого зуб, випадає. Пародонтит найчастіше розпочинається із запалення ясен – гінгівіту. При пародонтиті виникає запалення навколо зубних тканин, порушення зубоясеневих з'єднань, оголення шийки зуба, (іноді навіть до кореня зуба), утворення патологічних зубоясеневих кишень.

Захворювання широко розповсюджене, розвивається в усіх дорослих і є причиною видалення більшої кількості зубів, ніж при карієсі. На сьогодні захворювання тканин пародонту характеризується широким розповсюдженням, швидким прогресуванням хронічного процесу, схильністю до загострень та частих рецидивів. Спостерігається стійка тенденція до збільшення рівня захворюваності у молодому віці. При цьому дана проблема має загально медичне та соціальне значення, оскільки призводить до ранньої втрати зубів, створення вогнищ хронічної інфекції, зниження резистентності організму.

Зміни біохімічного складу гінгівальної рідини найбільш яскраво виражені при запальних процесах навколо зубних тканин. Слід зазначити, що кількісні і якісні зміни секреції і складу гінгівальної рідини виникають раніше, ніж з'являються клінічно виражені ознаки запалення. Накопичення ясеневі рідини в ясеневому жолобку корелює з кількістю зубного нальоту і клінічними проявами запалення ясен. При запальних процесах тканин пародонта збільшується об'єм секреції гінгівальної рідини.

В результаті дослідження дорослих встановлено поширеність пародонтозу постійних зубів. Під час стоматологічного обстеження звертали увагу на локалізацію пародонтозних зубів. Обстеження тканин пародонта починали з огляду ясен. Запалення ясен, як один із основних симптомів захворювання



пародонта, характеризується гіперемією, ціанозом, набряком, кровоточивістю. Встановлено, що під час запалення, кількість ясенної рідини збільшується області різних груп зубів (табл. 3.).

Таблиця 3

**Оцінка кількості ясенної рідини у дорослих 45-50 років
(мг на сухий залишок)**

Групи зубів	Щелепа	
	Верхня	Нижня
Різці	$0,07 \pm 0,11$	$0,07 \pm 0,13$
Премоляри	$0,17 \pm 0,20$	$0,14 \pm 0,27$
Моляри	$0,18 \pm 0,28$	$0,21 \pm 0,30$

Як свідчать дані таблиці 3 у дорослих віком 45-50 років захворювання зубів на пародонтоз найчастіше зустрічається у молярах нижньої ($0,21 \pm 0,30$) та верхньої щелепи ($0,18 \pm 0,28$). Дані щодо кількості ясенної рідини представлені на рис. 1.

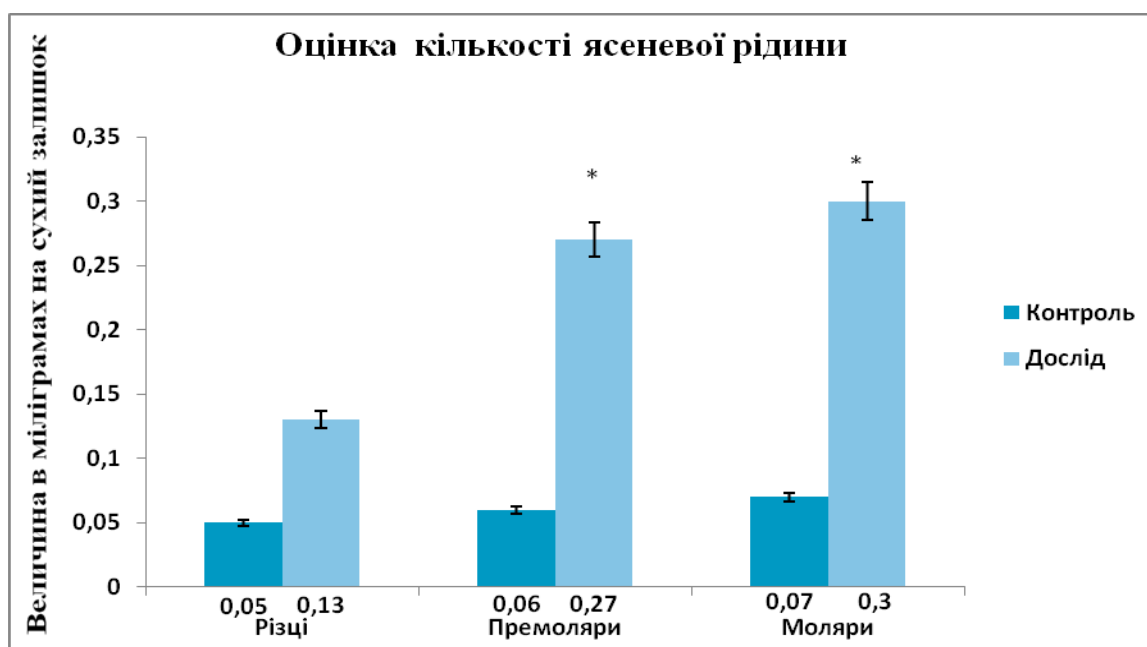


Рис.1. Визначення кількості ясенної рідини.

Показники у групі дорослих (n=6) свідчили, про те що зміни кількості ясенної рідини знаходилися в залежності від тяжкості перебігу запального процесу.

Результати визначення рН ясенної рідини у обстежених дорослих представлені у таблиці 4.

Таблиця 4

Оцінка рН ясенної рідини у дорослих віком 45-50 років

Групи зубів	Верхня та нижня щелепа	
	Контроль	Дослід
Різці	8,6	5,0
Премоляри	7,5	4,6
Моляри	7,0	4,5



Результати розподілу патології серед уражених зубів представлені на рис.

2.

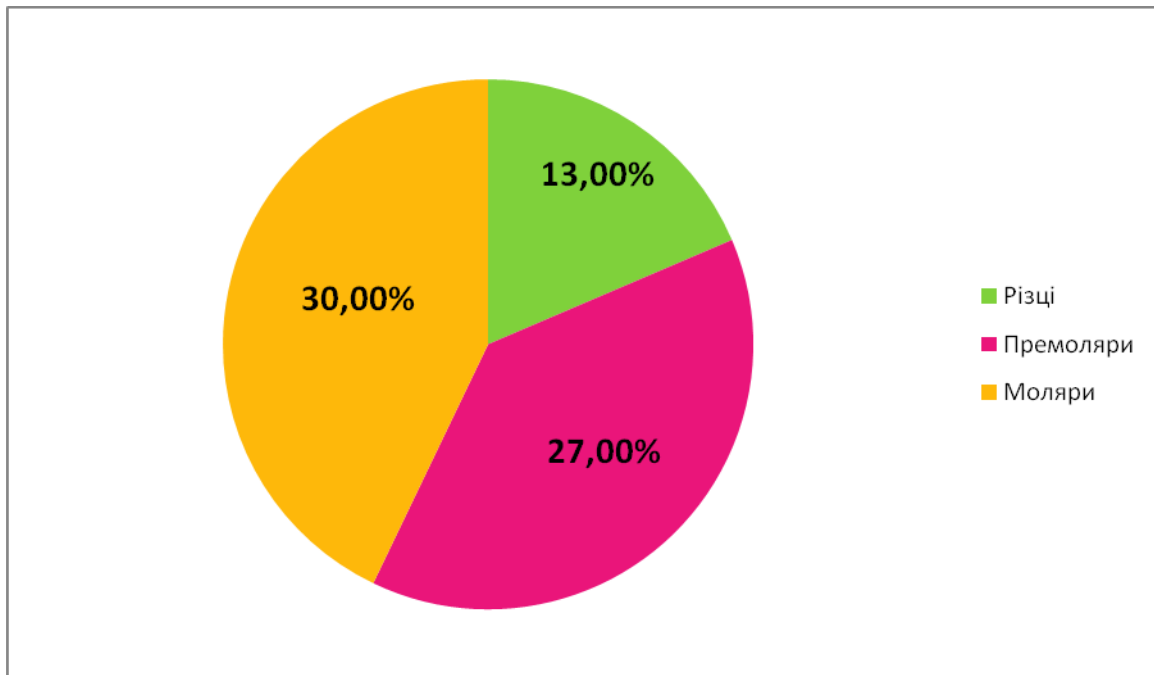


Рис. 2. Розподіл уражених зубів в залежності від рН, та локалізації пародонтозу, у %.

Зміна рН у пародонтальних кишнях дозволяє судити про інтенсивність запальної реакції, гігієнічний стан порожнини рота та ефективність лікування. Орієнтовні дані одержали за допомогою індикаторної смужки з кольоровими діленням, при цьому зміна інтенсивності її кольору відображала величину рН.

За наявності запалення і виразкування тканини кислотність підвищувалася до рН 4,6-5,1; а при ефективному лікуванні і дотриманні гігієни порожнини рота проходить залужування ротової рідини (рН 7,0-9,0).

Результати біохімічного дослідження свідчили, що найчастіше пародонтоз виникав у молярах верхньої та нижньої щелепи рН 4,5 до 4,6.

Одним з основних факторів, який визначає властивості біологічного середовища є його гігієнічний стан. Оцінюючи гігієну ротової порожнини, отримані дані свідчать про не досить гарний рівень гігієни ротової порожнини у хворих, що може створювати несприятливе середовище та негативно впливати на тканини пародонта.

З метою вивчення клінічного перебігу захворювання тканин пародонта проведений порівняльний аналіз результатів дослідження стану гігієни порожнини рота і тканин пародонта. Враховуючи літературні дані і наші дані, на рисунку 3 представлені фактори, що на нашу думку впливають на розвиток захворювання [6, 7].

Усі автори підкреслюють, що рівню захворюваності тканин пародонта відповідав низький рівень гігієни порожнини рота. Вагоме значення мають місцеві шкідливі чинники. У низці місцевих факторів, які впливають на стан пародонта, виділяють зубні відкладення, шкідливі звички. Окрім зубних відкладень у порожнині рота є низка різних механічних, фізичних і хімічних



факторів, що сприяють локальному пошкодженню тканин пародонту. Розвиток запальних тканин пародонта може бути спричинений хронічними травмами гострих країв каріозних порожнин у пришийковій області зубів. При неправильному застосуванні компонентів пломбувальних матеріалів та інших лікувальних засобів і заходів можливе хімічне пошкодження тканин пародонта. Несанована порожнина, в якій присутня визначна кількість зубів, уражених каріозним процесом – це також сприяє пошкодженню пародонту.



Рис. 3. Фактори розвитку пародонтозу

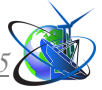
В каріозних порожнинах накопичуються залишки їжі. Під час жування пацієнт навантажує ці зуби, внаслідок чого виникає перевантаження інших ділянок зубного ряду, що сприяє порушенню самоочищення і утворенню зубних нашарувань з наступним ураженням тканин пародонта.

Незважаючи на вивчення багатьох методів дослідження, захворювань пародонта, велике значення має проведення досліджень щодо визначення доступних, простих у виконанні та інформативних показників гігієни ротової порожнини, стану тканин пародонта та основних фізико-хімічних властивостей ротової рідини, що дозволять оцінити ризик захворювання.

Отже, вивчення складу і властивостей гінгівальної рідини може бути об'єктивним критерієм в оцінюванні тяжкості перебігу і прогнозу захворювань тканин порожнини рота та ефективності їх терапії.

Оцінка прогностичної значимості запропонованих методів неінвазивної діагностики

Рання діагностика основних стоматологічних захворювань таких, як (карієс, пародонтит) та прогнозування їхнього розвитку є актуальною проблемою. Значний ріст розповсюдженості цих патологій серед населення, та все більш молодий вік хворих, свідчить про недовершеність методів діагностики, що застосовуються. Тому розробка нових доступних методів прогнозування цих захворювань є важливою для пацієнтів.



Для передбачення ймовірності виникнення запальних захворювань, нами були застосовані швидкі, доступні, біохімічні методи визначення показників ротової рідини. Запропоновані способи прості у виконанні, вони дозволяють підвищити ефективність прогнозування порушень порожнини рота, що дає можливість своєчасно розпочати лікування.

Методи дослідження передбачають мінімум матеріально-технічного забезпечення, доступні для виконання у клінічних, навчальних і наукових лабораторіях, їх застосування дозволить обстежити велику кількість людей за малий проміжок часу.

Переваги та недоліки неінвазивної діагностики

Перевагами методів неінвазивної діагностики є розширення спектру досліджених біорідин, отриманих неінвазивним шляхом, визначення показників, вимірювання концентрації компонентів у цих біорідинах з порівнянням їх динаміки у крові, розвитком нових неінвазивних методів та приладів для безпосереднього виконання аналізу та отримання результату. Зокрема, дослідження у клініко-діагностичних лабораторіях інших біорідин, крім крові та сироватки, складають понад 50 % від усієї кількості аналізів.

Переваги: при дослідженні біологічних рідин - доступність, простота, низька вартість; швидкісне отримання інформації; для пацієнта це безпечний, безболісний, безкровний етап; хороша візуалізація, масовість скринінгу.

Недоліки: при застосуванні апаратури наявність променевого навантаження на організм; необхідність введення контрастної речовини; технічні витрати на апаратуру, напівкількісне визначення показників.

ВИСНОВКИ

1. У роботі наведено обґрунтування і практичне значення вирішення наукової задачі – підвищення ефективності та прогнозування ранньої діагностики, шляхом виявлення біохімічних параметрів організму людини в нормі, а також при патології. Досліджено зміни біохімічного складу сечі, слини та гінгівальної рідини із застосуванням ряду неінвазивних методів.

2. При дослідженні біохімічного складу сечі визначено такі показники: кількість загального білку, глюкози, кетонів, тіл, рН. Їх відхилення від норми свідчило про наявність різних патологічних станів.

3. Отримані дані щодо біохімічного складу слини дають змогу фахово оцінити причини захворювань слизової оболонки порожнини рота і органів, розміщених у ній, провести їх профілактику та лікування. Отже, слина залишається одним із перспективних об'єктів дослідження, що включає повну неінвазивність, багаторазовий і необмежений за об'ємом забір матеріалу.

4. Зміни біохімічного складу гінгівальної рідини були найбільш яскраво виражені при запальних процесах навколо зубних тканин. При запальних процесах тканин пародонта збільшувався об'єм секреції гінгівальної рідини, і змінювався показник рН.

5. Своєчасність діагностування патології організму дає змогу виявити захворювання на ранніх стадіях, зменшити прояви запущених процесів, дає змогу контролювати ефективність лікування. Ця необхідність є головною причиною розвитку і вдосконалення методів неінвазивної діагностики.



Література:

1. Горіла М.В. Неінвазивні методи діагностики – стан проблеми та перспективи розвитку. // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. 2009. – №. 17 – С. 38–43.
2. Бичков Н.А. Цінність неінвазивних методів діагностики гастроезофагеальної рефлексної хвороби / Н.А. Бичков, Ю.А. Бичков, С.В. Бичков // Український медичний часопис – 2013. – №5 (97). – С.124 – 126.
3. Вавилова Т.П. Слюна. Аналитические возможности и перспективы / Т.П.Вавилова, О.О. Янушевич, И.Г. Островская М.: Бином 2014. – 312 с.
4. Черета В.В. Діагностичне значення мікроекологічних порушень порожнини рота у прогнозуванні запальних захворювань ясен осіб молодого віку: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. мед. наук : спец 14. 01.22 «Стоматологія» Черета В.В. – Полтава, 2015. - 27 с.
5. Герасименко В.Л. Обзор методов определения глюкозы / В.Л. Герасименко – М.: Наука 2012. –356 с.
6. Холодняк О.В. Лікування, профілактика та прогнозування локалізованих запальних захворювань тканин пародонта: дис. на здобуття наук. ступ. мед. наук: 14.01.22 О.В Холодняк– Ужгород 2017. –199 с.
7. Водолацкий М.П. Характер и патогенез развития воспалительного процесса в тканях пародонта у детей / М. П. Водолацкий, А. А. Павлов, А. А. Некрасова // Мед. вестн. Сев. Кавказа. – 2011. – № 4. – С. 18–20.
8. Клітинська О.В. Комплексне обґрунтування ранньої діагностики, профілактики та поетапного лікування карієсу у дітей, які постійно проживають у умовах біогеохімічного дефіциту фтору та йоду: дис. на здобуття наук. ступ. мед. наук: спец. 14. 01.22 «Стоматологія» О.В. Клітинська – Ужгород, 2015. – 266 с.
9. Черета В.В. Діагностичне значення мікроекологічних порушень порожнини рота у прогнозуванні запальних захворювань ясен осіб молодого віку: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. мед. наук: спец. 14. 01.22 «Стоматологія» Черета В.В. – Полтава, 2015. – 27 с.
10. Сов'як О.О. Особливості клінічного перебігу множинного карієсу зубів та обґрунтування лікувально-профілактичних заходів у дітей шкільного віку: дис. на здобуття наук. ступ. мед. наук: спец. 14. 01.22 «Стоматологія» Сов'як О. О. – Львів, 2016. – 204 с.
11. Zhang A. Salivary proteomics in biomedical research / A. Zhang, H. Sun, X.Wang // Clin. Chim. Act. 2013 p. 261-265.
12. Zolotukhin S. Metabolic hormones in saliva: origins and functions / S. Zolotukhin // Oral Dis.–2013. –№19 (3). P. 219-229.
13. Higashi T. Salivary hormone measurement using LC/MS/MS: specific and patient-friendly tool for assessment of endocrine function / T. Higashi // Biol. Pharm. Bull / – 2012. №35– P. 1401-1408.

Abstract. Modern non-invasive methods of diagnostics of the human body are considered in the work. Research Methods: these are rapid tests in urine and saliva; rapid tests to determine the properties of saliva; biochemical and physical methods - to determine the properties of gingival fluid; functional methods - determination of salivation rate; clinical methods - determination of



index evaluation of periodontal tissue; statistical methods - to determine the reliability of the obtained research results.

The subjects of the study are: saliva, urine of healthy persons and persons with pathologies, oral and gingival fluid of healthy and sick patients.

Purpose: to determine the biochemical parameters of the human body using modern non-invasive methods of study in normal and various pathological conditions.

Obtained conclusions and their novelty. The substantiation and practical importance of solving a scientific problem - increasing the efficiency of predicting early diagnosis by identifying the biochemical parameters of the human body in normal and pathology - are presented in the work. Changes in the biochemical composition of urine, saliva and gingival fluid were investigated using a number of non-invasive methods. On the basis of biochemical analyzes, an algorithm for the diagnosis of a number of diseases in outpatient and clinical settings without the use of expensive equipment and reagents is proposed.

The results of the studies can be applied: in mass screening studies, in outpatient and clinical settings in the diagnosis of a number of diseases, in particular, without significant economic costs.

Keywords: *non-invasive methods, saliva, urine, gingival fluid.*

Статтю відправлено: 20.03.2020р.

© Горіла М.В.



UDC 504.6 (477.43/44): 502.7

ECOLOGICAL AUDIT OF THE PROTECTED AREAS OF EASTERN PODILLYA: CURRENT STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS OF IMPROVEMENT

Mudrak O.V. / Мудрак О.В.*d. agr. s., prof. / д. с.-г. н., проф.*

ORCID: 0000-0002-1776-6120

KVNZ «Vinnytsia Academy of Continuing Education»,

Vinnytsia, st. Hrushevskogo, 13, 21050

КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти», Вінниця, Грушевського, 13, 21050

Mudrak H.V. / Мудрак Г.В.*s. g. s., as. prof. / к. г. н., доц.*

ORCID: 0000-0003-1319-9189

Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Sonaychna St., 3, 21008

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Сонячна, 3, 21008

Annotation. The article describes the main aspects of environmental auditing of the entities of Eastern Podillya. It considers the general description of objects and territories of natural-reserve Fund of the region. It was found out that for effective environmental management of protected objects it is advisable to improve the system of their ecological audit, which will improve the zoological status of the environmental object in order to preserve the biotic and landscape diversity of the region

Key words: biodiversity; nature reserve fund; natural-protected objects and territories; ecological audit; environmental management; Eastern Podillya.

Problem statement. Conservation of Biodiversity (BD) is one of the most important tasks of the global community to achieve its sustainable development. It is important for all spheres of human activity (economic, social, environmental), defining the culture, spirituality and mentality of the society. But now, the volumes of society's activities have approached the boundaries of the resilience of natural ecosystems. Humans, like biological species must realize that its survival depends on the survival of other species of plants and animals, from preserving the entire gene pool in different ecosystems. The solution of the problem of preservation of the BD at the biosphere level originates from local and regional degrees that is a fishbone for maintaining the ecological equilibrium of natural systems. The BD, which was formed during the prolonged biological evolution, is a critical natural resource (35% of all human needs), and its full preservation is possible only by «ex situ» and «in situ». One of the varieties of a species is the conservation of reference sites, which have a large share of the existing richness of flora and fauna of any region.

Presentation of the **main material.** An important aspect of the conservation of the Eastern Podillya (4.5% of the territory of Ukraine), its reproduction and rational use are effective functioning of natural-protected objects and territories (NPO&T).

The modern Nature Reserve Fund (NRF) of Eastern Podillya (on 5.3.2019) included 439 (425 in fact) territories and objects with total area of 66730.48 hectares, which is 2.52% of its total area. The actual NRF area is 56866.68 hectares, which is 2.15% of its total area (table 1) [2], but only in 42.5% of these objects are the boundaries in nature.

**Table 1.**

**Network of territories and objects of Natural Reserve Fund
East Podillya (as of 05.03.2019)**

No category	Category, type of territories and objects Natural-Reserve Fund	Number (pieces)	Area, hectares	% Com-mandments from area
I.	Natural Reserves	-	-	
Ii.	Biosphere reserves	-	-	
Iii.	National Natural Parks	1	20203.4	0.76
Iv.	Regional landscape Parks	4	18468.38	0.70
V.	Preserves	157	25204.2	0.95
V. 1.	a) national significance:	22	13565.2	
	- Landscaped	4	1208	
	- Forest	1	295	
	- Botanical	15	7970.5	
	- General Zoology	2	4091.7	
V. 2.	b) local significance:	135	11639	
	- Landscaped	56	3797.1	
	- Forest	6	73.7	
	- Botanical	50	5219.55	
	- Hydrological	16	1442.06	
	- Ornithological	4	462.97	
	- Entomological	1	13.3	
	- General Zoology	2	630.3	
Vi.	Natural monuments:	194	1071.32	0.04
VI. 1.	a) national significance:	9	320.5	
	- Complex (geologic-botanical profile)	2	143	
	- Botanical	2	12.5	
	- General Zoology	1	69	
	- Geological (geomorphological profile)	4	96	
VI. 2.	b) local significance:	185	750.82	
	- complex	5	280.2	
	- Geological	15	30.75	
	- Hydrological	59	2.36	
	- Botanical:	101	363	
	- General Zoology:	5	74.51	
Vii.	Reserve Tracts	29	951.4	0.04
Viii.	Botanical Gardens:	-	-	
VIII. 1.	a) national significance	-	-	
VIII. 2	b) Local significance	-	-	
Ix.	Dendrological Parks:	1	December 10	0.0004



IX. 1.	a) national significance	-	-	
IX. 2.	b) of local significance:	1	December 10	
X.	Zoological Parks:	-	-	
X. 1.	A) national significance	-	-	
X. 2.	b) local significance	-	-	
Xi.	Parks-Monuments Park Art:	39	821.8	0.03
XI. 1.	A) national significance	12	429	
XI. 2.	b) local significance	27	392.8	
Together:		425	66730.48	2.52
Are part of the territories of other NRF objects		14	9863.8	0.37
Actual NRF Area		425	56866.68	2.15

NRF is presented by national nature park (NPP) «Karmelyukovo Podillya» (20203.4 ha), 4 regional landscape parks (RLP): «Murafa» (3452.7 ha), «Mean Pobuzhzhya» (2618.2 ha), «Nemyrivske Pobuzhya» (5678 hectares), «Dniester» (6719.48 hectares), 157 orders: botanical (15 national significance, 7970.5 hectares, 50 of local significance – 5219.55 hectares), hydrological (16 local significance, 1442.06 hectares), landscape (4 national Significance, the area of 1208 hectares, 56 of local significance - 3797.1 hectares), forest (1 national value, area of 295 hectares; 6 local significance - 73.7 hectares), general zoological (2 national significance, area of 4091.7 hectares; 2 local significance – 630.3 ha), ornithological (4 local values, 462.97 hectares), entomological (1 local the value of 13.3 hectares), area of 25204.18 hectares (22 - national significance - 13565.2 hectares and 135 - local significance - 11638.98 hectares), 29 *protected tracts*, an area of 951.4 hectares, 194 *natural monuments*, 1071.32 hectares (9 national significance - 320.5 hectares: 2 complex - 143 hectares; 2 botanical - 12.5 hectares; 1 general zoological - 69 ha; 4 geological - 96 hectares; and 185 – local significance – 750.82 ha: 101 botanical – 363 hectares; 59 hydrological – 2.36 hectares; 15 geological – 30.75 hectares; 5 general zoology – 74.51 ha; 5 complex – 280.2 ha), 39 park-monument of landscape art, area of 821.8 hectares (12 national significance - 429 hectares and 27 - local significance - 392.8 hectares), 1 *dendrological park* of local significance, with an area of 10 hectares [3].

For effective functioning of protected objects it is advisable to improve the system of their ecological audit – a documented system, independent process of evaluation (control), which includes gathering and objective estimation of evidence for the establishment of conformity of certain types of activity, measures, conditions, management system.

Ecological audit of protected objects is a managerial tool – a methodology based on the system approach, which evaluates, complying with the criteria of auditing and increases the ecological efficiency for preservation and effective functioning of these objects. The environmental efficiency of management in protected areas is assessed according to the criteria of compliance with environmental legislation, environmental norms and standards, environmental policy, progressive environmental practice, the requirements of improving environmental characteristics for economic activities and



the effectiveness of environmental expenditures [4].

The purpose of state control over the observance of the regime in the nature reserves and territories (NR&T) is to ensure compliance with the environmental legislation, prevention, detection and termination of the offenses. The main function of state control is the State ecological inspection in Vinnytsia region and its territorial subdivisions. In its composition must be a special unit for control of the NR&T regimes. Thus, only in the beginning of 2020 the environmental inspectors in the region had conducted more than 100 different measures to eliminate fires in natural ecosystems on the area near 1000 hectares. For conservation and reproduction of forest ecosystems since 2004, the security control, protection, use, and reproduction of forests. Its responsibilities include supervision, accounting of pests and diseases of the forest, conduct of forestry surveys, appointment and conduct of forestry measures, methodological assistance to the workers of forest protection on the ground, check the conservation of forests nature reserve fund (NRF). State control in the field of conservation should also be carried out, in our opinion, by the environmental authorities.

Inspections in order to control the observance of the NR&T regime must be conducted in accordance calendar schedule, which should become an integral part of the annual (semiannual, quarterly) work plan of inspection units. Depending on the volume of conflicting test problems, they can be complex, target, operative or special.

Complex inspections can cover not only the issue of environmental protection, but also other activities, and to participate in them, experts from ministries and agencies, research institutions, representatives of local authorities and the public should be involved. Target, operative and special inspections have their focus on the separate directions of environmental activity, such as the compliance with regime of protection of territories and objects of NRF, the State of implementation of measures to ensure compliance with environmental legislation, the state of execution of prescriptions regulatory authorities. In addition, the state control of NRF should include the use of documentary inspections and inspections on the ground. In the first case, all available official documentation should be checked, approved in accordance with the current legislation. In the course of this test, an analysis of economic activity should be done in accordance with the project documentation. In the second case, checks should be done after determining the requirements and conditions for reserve regime of these objects. At the same time, their place in the landscape structure is clarified, the removal of the indicators in accordance with the planning and cartographic materials (schematic map). The boundaries of the territories must be fixed by the border-economic pillars, typical security signs, information house in accordance with the description and sketch. At the facilities of NRF, which are represented by forest area, are warned against unauthorized and illegal felling, the damage of trees and shrubs (on the stumps arbitrarily and illegally cut down trees, a diameter of 12 centimeters or more, not marked by the act of state protection of unauthorized felling, where there will be no corresponding stamp). Testing of the NR&T should provide for and check the compliance with of the appropriate protection regime of the territories reserved for the next protected areas. As a result of the audit, the act in three copies of the application, stating and documentary parts,



signed by the reviewer and supervisor of the facility NRF [5-6] shall consist.

An important aspect of the ecological audit of the protected areas of the region should be public environmental control, which is in the Law of Ukraine «On the nature-reserve fund of Ukraine» is carried out by the civil inspectors in the environment, who conduct their activities in accordance with the Regulation on public control in the field of environmental protection environment, approved the Ministry of ecology and natural resources of Ukraine in 2002. Public inspectors, who are over 18 years old, should act together with state-owned environmental inspectors with appropriate rights and their work should be coordinated by environmental protection agencies.

According to the Law of Ukraine «On the nature-reserve fund of Ukraine» preservation of territories and objects of NRF shall carry out state service of security. Its activity is provided by: 1) installation of the reserve regime; 2) organization of systematic observations on the state of protected natural systems and objects, carrying out complex researches in order to develop the scientific foundations of their preservation and effective use growth; 3) compliance with the requirements for the protection of territories and the objects of NRF during economic, managerial and other activities, the development of project and design and planning dock, land management, forestry, conducting environmental impact assessment; 4) introduction of economic levers for stimulation of their protection; 5) the implementation of state and public control over the observance of the regime of their protection and use; 6) establishment of the increased liability for violations of their protection and use, as well as for the destruction and damage of natural reserves and objects; 7) conduct of wide international cooperation in this area; 8) conduct of other measures for the conservation of territories and objects NRF [5-7].

Protection of natural reserves, national nature parks, as well as botanical gardens, dendrological parks, zoos of national importance shall carry out services of their protection. Protection of territory and the facilities of other categories must rely on institutions and organizations in which they are located (conservation obligations liabilities). If necessary, their protection may provide special administration of nearby natural reserves, national and regional landscape parks. Local governments, local executive bodies should promote protection and government of territories and the objects of NRF, which will ensure that they are entrusted with their tasks.

The improvement of the protection of the natural objects in the region must be carried out in order to form the ranger units, as it is widespread abroad. This should include the following areas: organizational measures, improvement of logistical equipment, prevention of delinquency, work with the population and visitors, rescue measures of assistance, etc. At the same time traditional precinct method of separate detours by pass guards should be closely combined with the creation of such a special security service, the mobility of which depends on the equipped vehicles and stable communication

The territorial security organization in the region should be determined by the results of the analysis: information on cases of illegal penetration to the closed territory, facilities of driveways, communications, protected area objects that will be bound by the special protection. Areas of influence of protection must be extended to



the territory, because only such an approach can provide for the prevention of offences. It is necessary to protect not only the nature-protected area within its official limits, but also the specific objects and areas that are located nearby. Therefore, the project of organization of the protected area, protection of its natural complexes should determine all the problematic areas of protection, the need for equipment and preventive measures. Should be ensured: the number and location of borders and support points; organization of checkpoints and road barriers installation; the organization of pickets. The preventive measures should include: installation of marking the boundaries of natural protected areas, its separate areas and areas of special protection. The equipment of parking and places of rest of the house, publications in social networks, local press, performances on television and in rural landings, the issue of booklets and prospectuses, installation of stands, extensive disclosure of information on offences and offenses, biotechnical measures to lure animals in controlled areas. When planning security services are very good for those activities that are doable in modern conditions. Also, special attention should be paid to the most critical for saving the biodiversity in the period of time, in particular: flowering of the genus and endangered plant species, and poultry breeding, reptiles, amphibians and mammals, spawning fish, flammable period, during the flood, in snowy waters, during autumn rains and so on [5-7].

Conclusions. Ecological audit of the protected objects of Eastern Podillya should be the main basis for their preservation and effective use. To preserve the status of protected area and protection of its natural landscape complexes it is advisable to plan measures for training and professional development of the inspection staff. They should be focused on learning environmental legislation and organization of the state guard service, interaction between the inspectors, units on the basis, frontier pledge, forest security services, fish protection services, public environmental inspectors, volunteers and other services, as well as obtaining basic knowledge about the environmental and historical and cultural values of the protected area. The understanding-and-prophylactic measures to the local population and visitors should be a priority in the preparation and retraining of personnel of the state protection service of protected objects. It will facilitate the work of the state security service and the inclusion of a lawyer in the administration of the institution of reserve facility. Increasing the activity of the state protection service of protected objects should be carried out due to increased monetary costs, improvement of social working conditions, maintenance of a form, means of individual protection and extrend assistance, insurance of life and health, systems of moral incentive.

Literature

1. Mudrak O.V. Peculiarities of conservation of biodiversity of Podillya: theory and practice/ O.V. Mudrak, G.V. Mudrak [Monograph] – Vinnytsia: «Nilan – Ltd» LLC, 2013. 320 s.
2. www.vineco.gov.ua – official site of Department of agroindustrial development, ecology and natural resources in Vinnitsa region.
3. Mudrak O.V. Standards of Nature Vinnytsia region / O.V. Mudrak, G.V. Mudrak, V.M. Polischuk and others [Monograph] // for under the general edition O.



Mudrak. – Vinnytsia: LLC «Nilan-Ltd», 2015. 540 s.

4. Ecological encyclopedia: in 3 T. / Redkol.: A. Tolstoukhov (head. ed.) and others. - K.: Center of ecological education and information, 2006-2008. T. 1: A-E.-2006. 432 s.

5. Environmental legislation of Ukraine. - access mode: <http://www.rada.gov.ua> - the name of the screen.

6. Popovych S.Y. Natural-protected business: text book / S.Y. Popovych. – K.: «Aristeas». 2007. 480 s.

7. Mudrak O.V. Balanced development of ecological network of Podillya: state, problems, perspectives [Monograph]. Vinnytsia: «SPD Hlavatska R.». 2012. 914 s.

Анотація. В статті розглянуті основні аспекти екологічного аудиту заповідних об'єктів Східного Поділля. Подано загальну характеристику об'єктів і територій природно-заповідного фонду регіону. З'ясовано, що для ефективного екологічного менеджменту заповідних об'єктів доцільно вдосконалити систему їх екологічного аудиту, яка дозволить поліпшити екологічний статус природоохоронного об'єкта з метою збереження біотичного і ландшафтного різноманіття регіону.

Ключові слова: біорізноманіття; природно-заповідний фонд; природоохоронні об'єкти та території; екологічний аудит; екологічний менеджмент; Східне Поділля.



УДК 615.27:612.111.:616.71-018.46-092.4

**INFLUENCE OF SODIUM PARECOXYBE ON CELLS OF
ERYTHROCITAR RANGE OF BONE MARROW OF LABORATORY MICE
IN VIVO****ВЛИЯНИЕ ПАРЕКОКСИБА НАТРИЯ НА КЛЕТКИ ЭРИТРОЦИТАРНОГО РЯДА
КОСТНОГО МОЗГА ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ IN VIVO**

Ivanov A.S. / Иванов А.С.

ORCID: 0000-0002-9288-9892

Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Kharkov, Ukraine

Харьковская медицинская академия последипломного образования, Харьков, Украина

Abstract The results of many years of research and observation indicate an increase in the number of drugs for the treatment of various diseases. Along with this, the possibilities of pathogenetic therapy are limited by poorly predicted side effects. Especially often, such effects are reflected in the blood and hematopoiesis system. The question of the action of non-steroidal anti-inflammatory drugs, the active ingredient of which is Parecoxib sodium, on the erythrocyte bone marrow growth remains relevant. The study was conducted on 44 laboratory mice, 6 months old and weighing 6 grams, which were divided into groups: the first received 0.09 mg. The second 0.18 mg Parecoxib sodium intramuscularly, the third physiological solution of sodium chloride. All active substances were administered for 96 hours. After that, euthanasia and decapitation were performed, followed by a study of the bone marrow. The analysis showed a decrease in the total number of bone marrow cells with an increase in the dose of the drug. The rate of lipopolysaccharides in the first group increased by 263% in the second by 194.6%, the level of Antigen-1 in the first group was 151.8% and by 120.3% in the second. The number of erythroblasts in both groups increased, in the first by 78.9% in the second by 89%. The number of reticulocytes in the first group decreased by 23.4%, in the second group 60%, the erythrocyte maturation index in the first group by 57.4%, in the second by 43.4%, leuko-erythropoietic ratio in the first group by 9.5%, in the second by 18%. With increasing doses, the degree of hemolysis of red blood cells in the first and second groups increases. Thus, the negative effect of Parecoxib sodium on the total number of bone marrow cells is clearly traced, the level of lipopolysaccharides, Antigen-1, as factors in damage to the cell membrane, increases. The increase in the number of erythroblasts is associated with the blocking of sodium erythropoietin, prostaglandins, interleukin-3 by Parecoxib, as factors contributing to the appearance of mature forms of red blood cells.

Keywords: Bone marrow, Parecoxib sodium, lipopolysaccharides, Antigen-1, erythroblasts, reticular cells, erythrocyte maturation index, leuko-erythropoietic ratio.

The results of many years of observation indicate an increase in the number of drugs used to treat diseases. However, the possibilities of pathogenetic action are strictly limited by poorly predicted side effects [1]. In the total number of undesirable adverse reactions, a significant percentage belongs to non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). Every twelfth side effect occurs with drugs of this particular pharmaceutical group, since they are the leaders in the list of the most used in the world [2,3]. The most widely used NSAIDs are in therapeutic and surgical practices. In the postoperative period, they are used along with opioid analgesics, and in some cases instead of them [4]. The latter fact can significantly reduce the risk of complications associated with the use of opioid analgesics [5].

According to current recommendations, the appointment of non-selective NSAIDs revealing high specificity for cyclooxygenase-2 (COX-2) is more justified.



They reduce the need for opioid analgesics and the risk of postoperative inflammation, which is a significant problem for further recovery of the body [6]. A striking representative of selective COX-2 inhibitors, often used not only in the postoperative period as an analgesic, but also for the treatment of many inflammatory diseases, is Parecoxib sodium, which is the active substance of many drugs. Its effect is manifested due to inhibition of prostaglandin synthesis, which provides an anti-inflammatory effect [7,8].

The question of the state of the homeostasis system under the influence of NSAIDs and the consequences that a person then encounters remains relevant [9]. Discussions require the question of the immunomodulation abilities of NSAIDs, which also affects the terms of inhibition of the inflammatory process [10]. An inextricable link is between the state of the immune system and the organs of hematopoiesis, in particular this concerns the cells of the erythrocyte series and directly the precursors of red blood cells. Studies of the state of peripheral blood showed a decrease in the amount of hemoglobin, and indeed the cells themselves, an increase in the level of hemolysis with the subsequent development of the anemic state [9].

Long-term use of NSAIDs can cause a deficiency of COX-2 in the body, which leads to a decrease in the proliferation of blood cells [11]. Such a deficit is a trigger for the development of a number of pathological mechanisms. For example, for the process of differentiation and further maturation of erythroblasts into a mature form of an erythrocyte, products resulting from the decay of mature forms of an erythrocyte, erythropoietin and interleukin-3, are required in various concentrations [12,13]. Parecoxib sodium, as the active substance of many NSAIDs, is able to inhibit the formation of prostaglandins by the kidneys, which leads to a decrease in the level of erythropoietin [14,15].

Taking Parecoxib sodium due to inhibition of COX-2 can cause an increased concentration of COX-1, which is part of the platelets and an increased risk of thrombosis, as a result of the development of cardiovascular complications [1]. Today, science still has an open question about the effect of Parecoxib sodium on the bone marrow and the degree of differentiation of its cells, especially the erythrocyte series.

Materials and methods

The experimental part of the work was carried out under the conditions of Ask Heals Medical and Diagnostic Center LLC, license of the Ministry of Health of Ukraine № 376, dated April 21, 2016, Kharkov, from September 29, 2018 to October 2, 2018 with strict observance of all the rules humane treatment of experimental animals, aseptic rules, according to the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Research or Other Scientific Purposes" (Strasbourg, 1986), "General Ethical Principles of Animal Experiments" (Kiev, 2001) and the Law of Ukraine № 3447 -IV "About protection those animals from cruelty "- from 21.02.2006 [16].

For the experimental part of the work, 44 sexually mature male white laboratory mice weighing 60 grams and 6 months old were selected. Animals were divided into three groups, two of which served as the main, and the third control. In the first



group, mice received Parecoxib sodium at a dose of 1.5 mg / kg, which in terms of animal weight corresponded to 0.09 mg intramuscularly twice a day for 96 hours. In the second group, animals received intramuscularly Parecoxib sodium in an amount of 3 mg / kg, which in terms of each individual was 0.18 mg twice a day for 96 hours. Mice included in the control group received intramuscularly physiological solution of sodium chloride twice a day for 96 hours.

On the fifth day of work, all animals were withdrawn from the experiment by decapitation under the action of 5 mg / kg of sodium thiopental. Then the femurs were removed with the aim of obtaining bone marrow for further research.

In order to determine the quantitative indicators of bone marrow cells, a standard smear manufacturing technique was used [17]. Subsequently, all the poppies were stained according to the Romanovsky-Giemsa technique. The myelogram was the percentage of all cells taking part in hematopoiesis, the calculation was carried out in the Goryaev's cell.

We studied the level of lipopolysaccharides using a standard plate (LPS) for the ELISA kit for determining mouse lipopolysaccharides, as well as the level of Antigen-1 (LFA-1) after preliminary cell preparation by flow cytometry. These indicators gave an idea of the degree of damage to the cell membrane of bone marrow cells. To isolate a pure cell culture, an immunomagnetic separation technique was used. Differential counting of reticular cells, erythroblasts, erythrocyte maturation index (percentage of mature cells to young cells) and leuko-erythrocyte ratio (ratio of the number of leukopoiesis elements to the number of erythropoiesis nuclear elements) were performed. The hemolysis level of peripheral blood red blood cells was investigated.

Statistical processing and analysis of the obtained samples for the presence of normality criteria was carried out using the Shapiro-Wilk test (W - value of the Shapiro-Wilk test, α - calculated significance level calculated) [18]. In the case where the calculated significance level is α_{calc} . there was more than 0.05 the hypothesis was taken into account. In order to verify the effect of the dose on the average sample values, the Kruskal-Wallis test was used [18,19]. In order to check the one-dimensionality of the probability distribution, the span diagrams of the "box with mustache" type were used [20]. The construction of diagrams and all calculations were carried out using the Statistica 10 program.

Results and discussion

The result of the experiment showed a clear pattern between the use of Parecoxib sodium and the erythrocyte number of bone marrow cells of laboratory mice in vivo for 96 hours. Analysis of the total number of cells in animals of the first group showed deviations from the indices of the control group of animals. The reason may be a decrease in the number of red blood cells at the stage of formation of mature forms and due to other cellular elements. A similar picture can lead to the development of anemic conditions and hypoxia in the body. A different picture was observed in the analysis of lipopolysaccharides and Antigen-1, the indices of which were higher precisely in the first group (*table 1*).

The total number of bone marrow cells in animals of the first group was 37% ($p < 0.05$) less than in the control group. The level of lipopolysaccharides increased in



the first group by 263% ($p < 0.05$), compared with the third group. The amount of Antigen-1 in the first group increased by 151.8% ($p < 0.05$) compared with the third group.

Table 1

Indicators of the total number of bone marrow cells, lipopolysaccharides and Antigen-1 in the first and third groups after taking Parecoxib sodium for 96 hours.

Indicator	I group (n=16)			III group (n=12)		
	$\bar{X}$	δ_x	Δ_x	$\bar{X}$	δ_x	Δ_x
The total number of bone marrow cells (cells/ml) $\times 10^{-6}$	0,4	0,09	0,05	1,08	0,08	0,05
Lipopolysaccharides (ng/ml)	0,079	0,006	0,01	0,037	0,001	0,01
Antigen-1 (LFA-1) (ng/ml)	16,4	0,2	0,15	10,8	0,2	0,16

Note: $\bar{X}$ – average value, δ_x – standard deviation, Δ_x – mean square error at the level of 0.05.

Analysis of red blood cells after immunomagnetic separation showed that taking Parecoxib sodium led to a decrease in all the studied parameters except erythroblasts, which are the precursors of reticulocytes. The increase in erythroblast counts can be explained by blocking factors contributing to their further transformation (*table 2*).

Table 2.

Indicators of the number of cells of the erythrocyte row of the bone marrow of mice of the first and third groups in vivo after using Parecoxib sodium for 96 hours.

Indicator	I group (n=16)			III group (n=12)		
	$\bar{X}$	δ_x	Δ_x	$\bar{X}$	δ_x	Δ_x
Erythroblasts	1,9	0,1	0,06	0,5	0,07	0,05
Reticular cells	1,15	0,08	0,05	1,5	0,06	0,04
Erythrocyte maturation index	0,62	0,02	0,01	1,08	0,08	0,05
Leuko-erythropoietic ratio	5,16	0,17	0,09	5,7	0,14	0,09

Note: $\bar{X}$ – average value, δ_x – standard deviation, Δ_x – mean square error at the level of 0.05.

The number of erythroblasts increased by 78.9% ($p < 0.05$), which confirms the inhibition of the conversion of erythroblasts into reticular cells. The number of reticular cells decreased by 23.4% ($p < 0.05$) compared with the control group. The index of erythrocyte maturation decreased in the first group by 57.4% ($p < 0.05$). the leuko-erythrocyte ratio was 9.5% less ($p < 0.05$) than in the control group.

Analysis of indicators of the total number of bone marrow in animals of the second group showed a decrease in the number of cells in comparison with the control group. An increase in lipopolysaccharides and Antigen-1 was observed in the second group of animals (*table 3*).

**Table 3.**

Indicators of the total number of cells, lipopolysaccharides, Antigen-1 in animals of the second group after application of Parecoxib sodium for 96 hours.

Indicator	II group (n=16)			III group (n=12)		
	$\bar{X}$	δ_x	Δ_x	$\bar{X}$	δ_x	Δ_x
The total number of bone marrow cells (cells/ml) $\times 10^{-5}$; $\times 10^{-6}$ (n=12)	1,06	0,1	0,07	1,08	0,08	0,05
Lipopolysaccharides (ng/ml)	0,72	0,1	0,1	0,037	0,01	0,01
Antigen-1 (LFA-1) (ng/ml)	13	0,2	0,1	10,8	0,2	0,16

Note: $\bar{X}$ – average value, δ_x – standard deviation, Δ_x – mean square error at the level of 0.05.

An increase in the dose of Parecoxib sodium to 0.18 mg led to an even greater decrease in the total number of bone marrow cells in the second group of mice compared to the third. Along with this, there is an increase in the level of lipopolysaccharides in the second group by 194.6% ($p < 0.05$), Antigen-1 by 120.3% ($p < 0.05$) in comparison with the indicators of the third group.

Analysis of quantitative indicators of erythroblasts, reticular cells, erythrocyte maturation index, leuko-erythropoietic ratio showed a decrease in the second group of animals compared to the third. The exception was the quantitative indicator of erythroblasts (table 4).

Table 4.

Quantitative indicators of erythroblasts, reticular cells, erythrocyte maturation index and leuko-erythropoietic ratio of the bone marrow of animals of the second group when using Parecoxib sodium for 96 hours.

Indicator	II group (n=16)			III group (n=12)		
	$\bar{X}$	δ_x	Δ_x	$\bar{X}$	δ_x	Δ_x
Erythroblasts	3,8	0,08	0,05	0,5	0,07	0,05
Reticular cells	0,6	0,06	0,04	1,5	0,06	0,04
Erythrocyte maturation index	0,72	0,01	0,01	1,08	0,08	0,05
Leuko-erythropoietic ratio	5,02	0,07	0,04	5,7	0,14	0,09

Note: $\bar{X}$ – average value, δ_x – standard deviation, Δ_x – mean square error at the level of 0.05.

The use of Parecoxib sodium in animals of the second group showed an increase in the level of erythroblasts by 89% ($p < 0.05$), in comparison with the control group of cells. This phenomenon is explained by the inhibition of the development of factors that impede the differentiation of erythroblasts into more mature forms. The reticular cell count decreased by 60% ($p < 0.05$), the erythrocyte maturation index by 43.4% ($p < 0.05$), the leuko-erythropoietic ratio by 18% ($p < 0.05$) compared with cells of the third group of animals.

The result of the experiment shows that with an increase in dose from 0.09 mg to 0.18 mg, it leads to a probable decrease in the level of erythropoietin and



interleukin-3, prostoglandins, as factors contributing to the differentiation of erythrocyte cells. In animals of the first group, the erythroblast index increased by 89% ($p < 0.05$), in the second group by 78.9% ($p < 0.05$). The level of reticular cells decreased in the first group by 23.4% ($p < 0.05$), in the second group by 60% ($p < 0.05$), compared with the control group. The erythrocyte maturation index in the first group decreased by 57.4% ($p < 0.05$), in the second by 43.4% ($p < 0.05$). The most pronounced decrease in leuko-erythropoietic ratio was in the second group, by 15% ($p < 0.05$), while in the first by 9% ($p < 0.05$).

The erythrocyte hemolysis in the blood of animals of the first group when using Parecoxib sodium after 96 hours of use was 1.4×10^4 mmol / L, in the second group - 2.8×10^4 mmol / L. In the blood of animals of the control group, erythrocyte hemolysis was not observed. This also suggests Parecoxib sodium toxicity to red blood cells, depending on the dose of use.

Subsequently, an analysis was made of the samples studied during the experiment for the presence of a normal distribution index (*table 5*).

Table 5.

Testing the hypothesis of normality of data distribution

Variable	I group		II group		Control	
	W	$\alpha_{calc.}$	W	$\alpha_{calc.}$	W	$\alpha_{calc.}$
The total number of bone marrow cells	0,8025	0,01	0,8305	0,0071	0,8980	0,0747
Lipopolysaccharides	0,9253	0,3326	0,9630	0,7170	0,7315	0,0004
Antigen-1 (LFA-1)	0,9101	0,2139	0,9409	0,3598	0,9733	0,8877
Erythroblasts	0,8244	0,0180	0,8794	0,0380	0,8878	0,0513
Reticular cells	0,9275	0,3538	0,9541	0,5570	0,9132	0,1309
Erythrocyte maturation index	0,8979	0,1489	0,9400	0,3492	0,9169	0,1497
Leuko-erythropoietic ratio	0,9056	0,1874	0,2777	0,000	0,8844	0,0454

Note: W - value of the Shapiro-Wilk criterion, $\alpha_{calc.}$ - calculated level of value.

As can be seen from the tabular data, the hypothesis of normality can be discarded. This fact can be traced for indicators: the total number of bone marrow cells in the control group (W - 0.8025; α_{calc} - 0.01), as well as the first group (W - 0.8305; α_{calc} - 0.0071), lipopolysaccharides in the second group (W - 0.7315; α_{calc} - 0.0004), erythroblasts in the control group (W - 0.8244; α_{calc} - 0.0180), leukemia ratio for the first group (W - 0.2777; α_{calc} - 0), the second group (W - 0.8844; α_{calc} - 0.0454). Considering all of the above, it is not possible to use parametric methods of analysis, therefore, nonparametric statistics methods were used in the future. It also makes sense to check the effect of the dose of Parecoxib sodium on the average sample values of the studied samples. For this, the Kraskell-Wallis rank test was used.

The results of the calculations obtained in the process of checking the presence or absence of equality of median samples at three levels: the first, second and third groups. The result was expressed in tabular data (*table 6*).

**Table 6.**

Testing the hypothesis of median equality for samples of group I ($n_2 = 16$), group II ($n_2 = 16$), group III ($n_3 = 16$). The value of $H_{cr.} = X^2_{cr.} (0,05;2) = 5,9914$.

Variable	$H_{emp.}$	$\alpha_{cr.}$	Decision to accept the meridian equality hypothesis
The total number of bone marrow cells	38,4	$<10^{-4}$	Discarded
Lipopolysaccharides	38,1	$<10^{-4}$	Discarded
Antigen-1 (LFA-1)	38,4	$<10^{-4}$	Discarded
Erythroblasts	38,4	$<10^{-4}$	Discarded
Reticular cells	38,2	$<10^{-4}$	Discarded
Erythrocyte maturation index	38,2	$<10^{-4}$	Discarded
Leuko-erythropoietic ratio	35,8	$<10^{-4}$	Discarded

Diagram 1. The total number of bone marrow cells (COX 5)

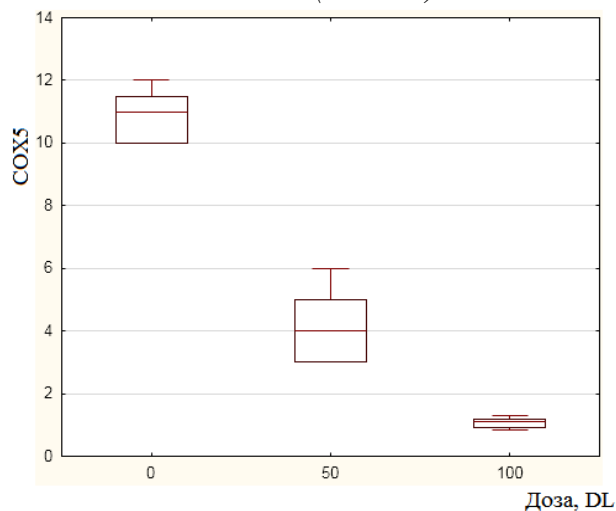


Diagram 2. Lipopolysaccharides (COX 6)

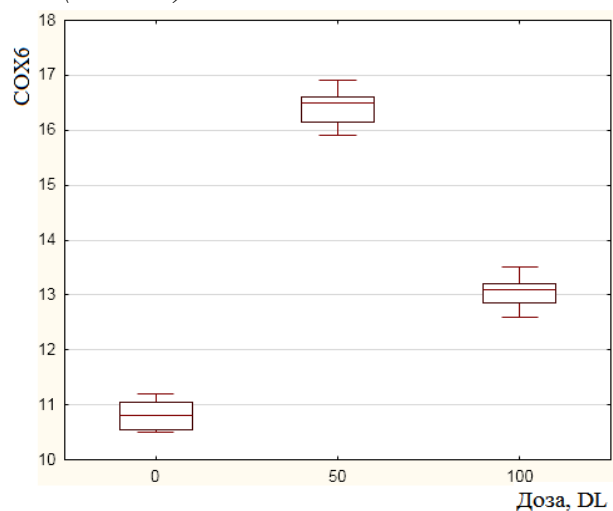


Diagram 3. Antigen-1 (LFA-1) (COX 2)

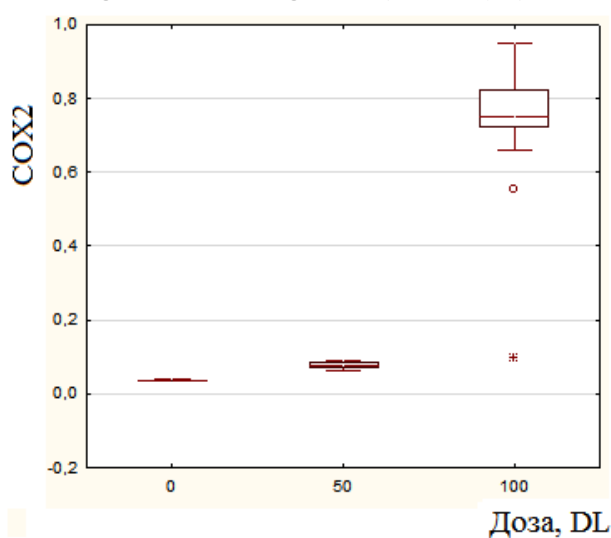


Diagram 4. Erythroblasts (My 7)

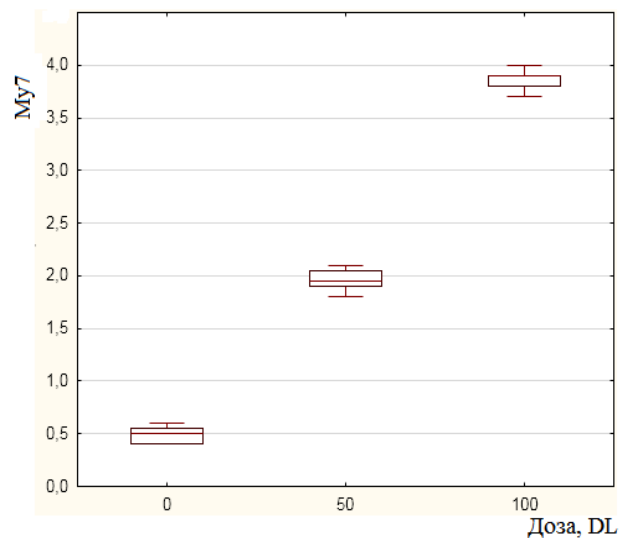




Diagram 5. Reticular cells (My 2) (My10)

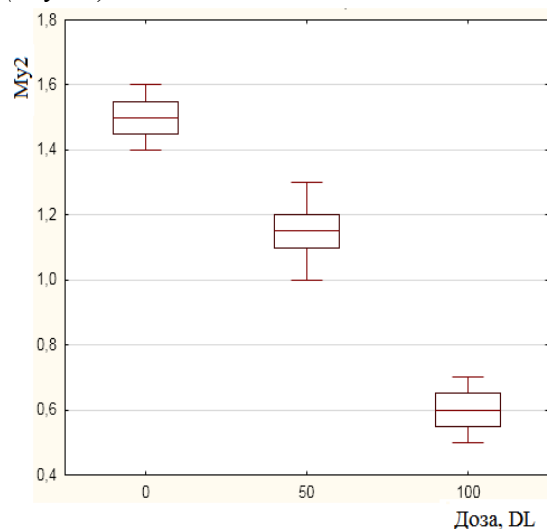


Diagram 6. Erythrocyte maturation index

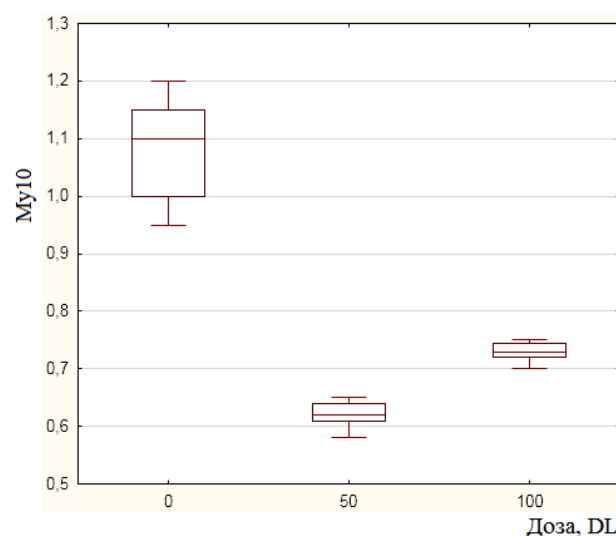
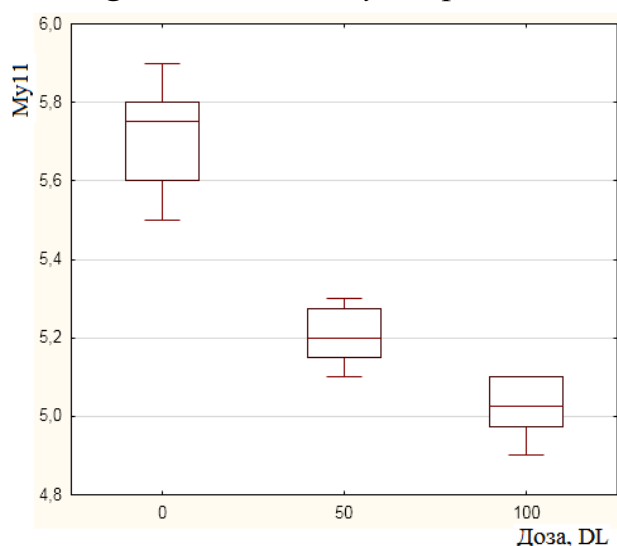


Diagram 7. Leuko-erythropoietic ratio (My 11)



Designations:

Median

25-75%

Span without ejection



The results obtained indicate the rejection of the hypothesis of median equality in all cases and for all variables (*table 6*). This fact explains the significant effect of the dose on each indicator studied during the experiment. Based on the above information, it can be safely stated that the dose of Parecoxib sodium (in groups I and II) is clearly dependent on all bone marrow parameters of mice studied during the experiment.

Considering that three dose values can be placed on the abscissa on the abscissa at an equal distance, it is possible to get an idea of the trends in the effect (the median values are variable from *table 5*). From the dose in the range 0 (control), 50 (group I), 100 (group II) % (*diagrams 1-7*).

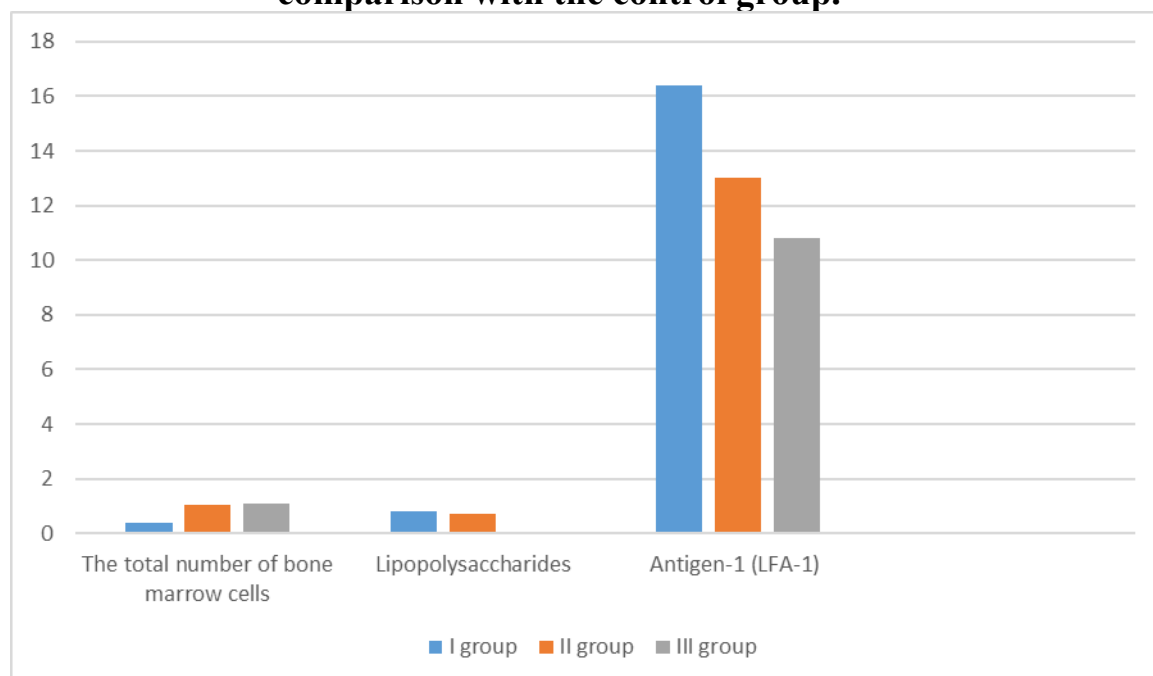
The above diagrams indicate the absence of intersection of a straight line drawn through the "boxes" vertically. This circumstance confirms the assertion that the degree of differentiation of the parameters studied during the experiment depends on the used dose of Parecoxib sodium. One can observe an almost linear increase in the curve in the indices of erythroblast cells with an increase in the dose of the drug. In the index of the erythrocyte maturation index, a nonlinear variable is observed, which



is maximum in the indices of the first group of animals treated with Parecoxib sodium.

Schedule № 1.

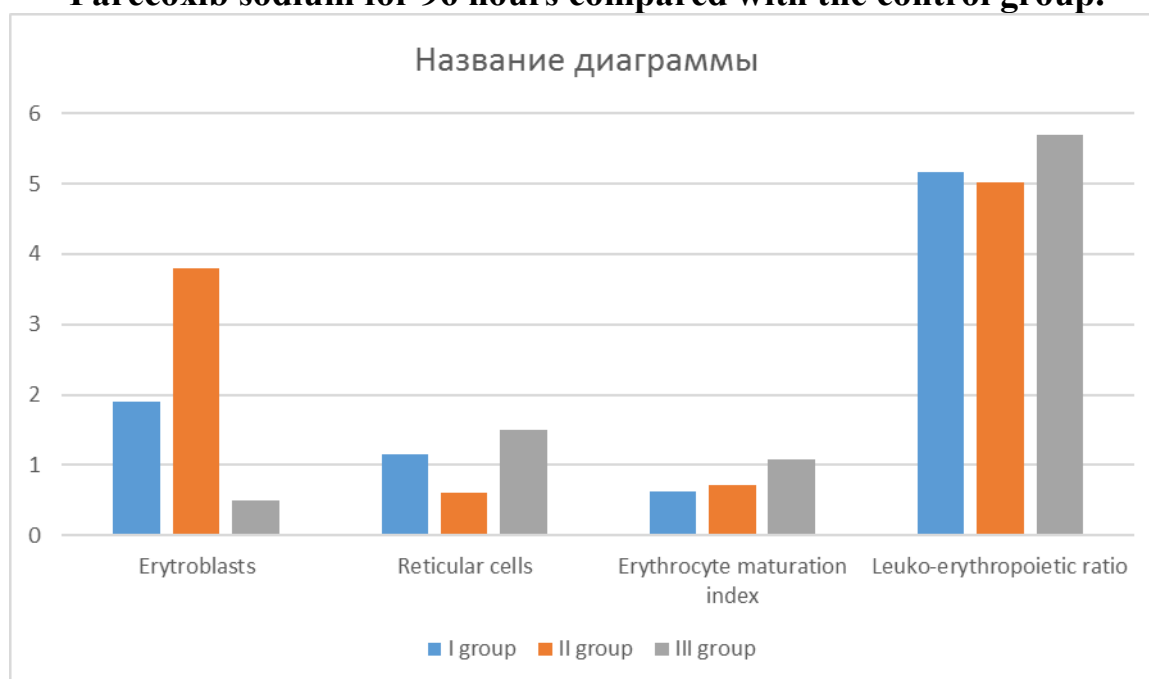
Indicators of the total number of bone marrow cells, Lipopolysaccharides and Antigen-1 under the influence of Parecoxib sodium mice in vivo for 96 hours in comparison with the control group.



Note: The total number of bone marrow cells $\times 10^5$ (II group); $\times 10^6$ (I, II groups)

Schedule № 2.

Indicators of the total number of erythroblasts, reticular cells, erythrocyte maturation index, leuko-erythropoietic ratio of mice in vivo when exposed to Parecoxib sodium for 96 hours compared with the control group.





An additional idea of the state of indicators of animal cells in the first, second and third groups when exposed to Parecoxib sodium will help to give a graph (graphs № 1,2).

Conclusion

During the study, a pattern was established about the negative effect of Parecoxib sodium on the studied parameters in the first and second group. Against the background of a decrease in the total number of bone cells, the number of lipopolysaccharides and Antigen-1 increases, which indicates the damage to the cell wall depending on the dose.

Analysis of erythroblasts showed an increase in the total number of these cells. The indices in the second group of animals treated with 0.19 mg of Parecoxib sodium were higher than in the first group treated with 0.09 mg. This pattern is associated with a decrease in plasma factors that contribute to the transformation of the erythroblast into a more mature form of the red blood cell, namely prostaglandins, erythropoietin and interleukin-3. Due to this, in the first and second groups, a decrease in the number of reticular cells, as well as the index of maturation of red blood cells, leuko-erythropoietic ratio was observed.

Literature

1. Yakovleva O.A., Zhamba A.O., Doroshkevich I.A., Vitruk T.K. Kardiotsichnost koksibov: mekhanizmy razvitiia i ikh profilaktika (Cardiotoxicity of coxibs: development mechanisms and their prevention). *Paine Medicine Journal*. Vol. 3(3) (2018). C. 27-32 [in Russian].

2. Petrov A.V., Matveev A.V., kashennikov A.E., Ehorova E.A., Koniaeva E.I. Analiz tiazhestinezhelatelnykh reaktsyi na fone priema nesteroidnykh protivovospalitelnykh preparatov (Analysis of the severity of adverse reactions while taking non-steroidal anti-inflammatory drugs). *Effektivnaia farmakoterapiia*. 2018. №4. P. 6-9 [in Russian].

3. Deryvedmid L.V., Veretinova V.P. Kombinovany khondroprotektory pry likuvanni osteoarttrytu (Combined chondroprotectors in the treatment of osteoarthritis). *Bil, suhloby, khrebet*. Vol.8, № 1 (2018). P. 31-36 [in Ukrainian].

4. Dnyaneshwar Ramaji Fating, Naresh Ganpatrao Tirpude. Comparative study between injection parecoxib and butorphanol for postoperative analgesia in laparotomy patients. *International Journal of Research in Medical Sciences*. March 2017. Vol 5. Issue 3. P. 773-777.

5. Ali Jendoubi, Wafa Aissi, Ahmed Abbes, Abderrazek Bouzouita et all. Efficacy and safety of Parecoxib for prevention of catheter-related bladder discomfort in patients undergoing transurethral resection of bladder tumor: Prospective randomised trial. *Indian J Anaesth*. 2018 Jun; 62(6). P. 461–465.

6. Raymond Cheung, Chunming Li, Li Xie. Safety of parecoxib when used for more than 3 days for the management of postoperative pain. *Pain Management*. 2017. Vol. 7, №5. P. 383-389.

7. Shuyi Yang, Wei Xiao, Shijun Wang et all. Parecoxib shortens the duration of acute postoperative pain after laparoscopic-assisted vaginal hysterectomy. *Frontiers in Pharmacology*, 18 June 2019. Vol.10. P. 1-8.



8. Margaret Noyes Essex, Hee-Youn Choi, Pritha Bhadra Brown, Raymond Cheung. A randomized study of the efficacy and safety of parecoxib for the treatment of pain following total knee arthroplasty in Korean patients. *J Pain Res.* 2018; 11. P. 427–433.

9. Ivanov O.S., Kondratov S.O. Sklyar S.I. Erofeeva V.V., Odylov R.I. Vplyv Вплив DL₁₀₀ та DL₅₀ Dyklofenaku natriiu na mekhanizmy dyferentsiiuvannia klityn hranulotsitarnoho riadu klytun kistkovoho mozku shchuriv (The effect of DL₁₀₀ and DL₅₀ Diclofenac sodium on the mechanisms of differentiation of rat bone marrow granulocytic cells). *Khirurhiia Donbasu.* 2019. Vol. 8, №4. P. 24-34 [in Ukrainian].

10. Karateev A.E., Nasonov E.L., Ivashkin V.T. et all. Patsionalnoe ispolzovanie nesteroidnykh protivovospalitelnykh preparatov. Klinicheskie rekomendatsii (The rational use of non-steroidal anti-inflammatory drugs. Clinical recommendations). *Nauchno-prakticheskaiia revmatologiiia.* 2018. № 56, 1. P. 1-29 [in Russian].

11. Uzhanskiy Ya. H. (1968) Fiziologicheskie mekhanizmy reheneratsii krovi (Physiological mechanisms of blood regeneration). Moscow: Meditsina. 264 p [in Russian].

12. Lipunova E.A., Skorkina M.Yu. (2004) Sistema krasnoi krovi: Sravnitelnaia fiziologhiia: Monografiia (Red Blood System: Comparative Physiology: Monograph). Belhorod: BelSU. 216p [in Russian].

13. Potter K., Hagen H., Kerren A., & Dannenmann P. Methods for presenting statistical information: The box plot. *Visualization of large and unstructured data sets.* 2006. № 4. P. 97-106.

14. Orinya Agbaji Orinya, Adeshina Yahaya Adenkola, Raphael John Ogbe. Haematological and biochemical studies on the effect of diclofenac sodium on Wistar Rattus norvegicus. *International Journal of Biological and Chemical Sciences.* 2016. 10(5). P. 2231-2242.

15. Chouhan S., Sharma S. Potential risks of aberration in bone histology and myelotoxicity after continuous Diclofenac use in BALB/C mice model. *Proceedings of International Conference on Anthropogenic Impact on Environment & Conservation Strategy*, November 02 - 04, 2012. Ranchi, 2012. P. 50-57.

16. Helsinska Deklaratsiia Vsesvitnoi medychnoi asotsiatsii (Helsinki Declaration of the World Medical Association). *Morfologia.* Vol. 4(2) (2010). P.65-85 [in Ukrainian].

17. Volkova O.V., Eletsii Yu. K. *Osnovy histologii s histologicheskoi tekhnikoi (Basics of histology with histological technique).* Meditsina, Moscow, USSR, 1971, P. 415 [in Russian].

18. Kobzar A.I. *Prykladnaia matematicheskaya statistika. Dlya injenerov i nauchnykh rabotnikov (Applied Mathematical Statistics. For engineers and scientists).* FIZMATLIT, Moscow, Russia, 2006, P. 816 [in Russian].

19. Lahutin M.B. *Nahladnaia matematicheskaiia statistika (Visual math statistics).* BINOM. Laboratoriia znaniy Moscow, Russia, 2015, P. 475 [in Russian].

20. Potter, K., Hagen, H., Kerren, A., & Dannenmann, P. (2006). Methods for presenting statistical information: The box plot. *Visualization of large and unstructured data sets*, 4, 97-106.



Аннотация Результаты многолетних исследований и наблюдений свидетельствуют о возрастании количества препаратов для лечения всевозможных заболеваний. Наравне с этим возможности патогенетической терапии ограничены плохо прогнозируемыми побочными эффектами. Особенно часто подобные эффекты отражаются на системе крови и кроветворения. Актуальным остается вопрос о действии нестероидных противовоспалительных препаратов, действующим веществом которых является Парекоксиб натрия, на эритроцитарный росток костного мозга. Исследование проводили на 44 лабораторных мышах, возрастом 6 месяцев и весом 6 грамм, которые были разделены на группы: первая получала 0,09 мг. Вторая 0,18 мг Парекоксиба натрия внутримышечно, третья физиологический раствор натрия хлорида. Все действующие вещества вводились на протяжении 96 часов. После чего была выполнена эвтаназия и декапитация с последующим изучением костного мозга. Анализ показал снижение общего количества клеток костного мозга с увеличением дозы препарата. Увеличился показатель липополисахаридов в первой группе на 263% во второй на 194,6%, уровень Антигена-1 в первой группе 151,8% и на 120,3% во второй. Количество эритробластов в обеих группах выросли, в первой на 78,9% во второй на 89%. Снизилось количество ретикулоцитов в первой группе на 23,4%, во второй группе 60%, индекс созревания эритроцитов в первой группе на 57,4%, во второй на 43,4 %, лейко-эритропоэтическое соотношение в первой группе на 9,5%, во второй на 18%. С возрастанием дозы увеличивается степень гемолиза эритроцитов в первой и второй группах. Таким образом четко прослеживается отрицательное действие Парекоксиба натрия на общее количество клеток костного мозга, возрастает уровень липополисахаридов, Антигена-1, как факторов повреждения клеточной мембраны. Возрастание количества эритробластов связано с блокированием Парекоксибом натрия Эритропоэтина, простагландинов, интерлейкина-3, как факторов, способствующих появлению зрелых форм эритроцитов.

Ключевые слова: Костный мозг, Парекоксиб натрия, липополисахариды, Антиген-1, эритробласты, ретикулярные клетки, индекс созревания эритроцитов, лейко-эритропоэтическое соотношение.

Статья отправлена: 22.05.2020 г.

© Иванов А.С.



УДК 616.24-002.541:577.115.3:612.1:621.039.586-057-051:577.115.3:612.1

METABOLISM OF LIPIDS IN PLASMA AND BLOOD ERYTHROCYTES IN PATIENTS WITH SEVERE PULMONARY TUBERCULOSIS, ITS FEATURES**МЕТАБОЛІЗМ ЛІПІДІВ У ПЛАЗМІ ТА ЕРИТРОЦИТАХ КРОВІ У ХВОРИХ НА ТУБЕРКУЛЬОЗ ЛЕГЕНЬ ІЗ ТЯЖКИМ ПЕРЕБІГОМ, ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ****Pikas O.B. / Пікас О.Б.***d.med.s / д.мед.н., проф.*

ORSID iD 0000-0002-9525-7719

O.O. Bogomolets National Medical University,

13, Shevchenko Blvd, Kyiv, 01601, Ukraine

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,

бул. Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

Abstract. 103 healthy individuals (group I) and 62 patients with severe pulmonary tuberculosis (group II) were examined. The composition of fatty acids was determined using a biochemical method on a gas-liquid chromatograph "Cvet - 500" with a plasma ionization detector in isothermal mode. It was found that in healthy individuals the composition of fatty acids is unidirectional in plasma and erythrocytes. The analysis of researches showed disturbances of metabolism of higher fatty acids in plasma and erythrocytes of blood at patients with pulmonary tuberculosis with a severe course. In patients with severe pulmonary tuberculosis, the composition of fatty acids changes unidirectionally in plasma and erythrocytes: there is a significant increase in the total content of saturated fatty acids on the background of reduced total content of unsaturated and polyunsaturated fatty acids. In patients with severe pulmonary tuberculosis, multidirectional changes in the level of arachidonic fatty acid were found: in erythrocyte biomembranes the content decreased, in blood plasma – increased ($p < 0.05$).

Key words: composition, fatty acids, plasma, blood erythrocytes, pulmonary tuberculosis.

Topicality.

Free radical oxidation of lipids is constantly taking place in a living organism [1, 2, 3, 4]. Lipid peroxidation (LPO) processes occur in cytoplasmic membranes. As a result of enhanced LPO, the structure of membranes changes (structural and functional) [4], which can occur under the influence of external factors [6] and lead to the development of pathological processes [6, 8, 11, 15, 16, 17]. Structural elements of cell membranes and the main substrate of LPO processes are higher fatty acids (FA) [2]. Therefore, we can assume that qualitative and quantitative changes in the FA can be an informative test for the diagnosis of pathological processes (particularly in the lungs) and can characterize the metabolism of lipids in the body and their role in the disease.

The most sensitive to damage lipid mediators are blood components (including erythrocytes) and endothelial cells. Erythrocyte membranes are extremely sensitive to the activation of LPO processes, which quickly and dramatically changes their properties. This is due to the accumulation of hydrophilic groups in the hydrophobic layer of the membrane, which promotes the formation of peculiar pores and disrupts the transport of substances across the membrane [2, 3, 4, 10]. This led us to study the composition of fatty acids in the blood (erythrocytes and plasma).

The lungs are a barrier organ, and their respiratory and metabolic functions are closely linked to lipid metabolism. Therefore, it can be assumed that any pathological



processes in the lungs are a consequence of changes in their barrier functions, which should affect the state of membranes and their phospholipids in the human body [9]. The change in phospholipids should be reflected in the surfactant composition of the lungs and blood. Lung surfactant contains saturated and unsaturated FA. Fatty acids are involved in the free radical processes of lipids and regulate its surface-active properties. Surfactant plays an important role in maintaining lung tissue ventilation.

The functioning of all systems and the state of the internal environment of the human body are interrelated, which determined the purpose of our research.

Objective: to study and evaluate the composition of fatty acids of lipids in plasma and red blood cells in patients with severe pulmonary tuberculosis.

Materials and methods.

103 healthy individuals (group I, control) and 62 patients with pulmonary tuberculosis with severe course (group II) were examined. Caseous pneumonia was detected in patients with severe pulmonary tuberculosis (group II).

Healthy people and patients with pulmonary tuberculosis were aged 18-65 years, did not smoke cigarettes and did not suffer from the consequences of the Chernobyl accident.

Examinations of persons were performed at the Kyiv City TB Dispensary № 1.

The composition of fatty acids in the blood was determined using a biochemical method on a gas-liquid chromatograph "Cvet - 500" with a plasma ionization detector in isothermal mode. The method is based on the extraction of lipids from blood (plasma or erythrocytes), isolation of phospholipids, methylation and gas chromatographic analysis of fatty acids using a gas-liquid chromatograph series "Cvet - 500". Quantitative assessment of the fatty acid composition of lipids in the blood was performed by the method of normalization of areas by determining the peaks of methyl esters of FA and their proportion (in %) [7, 12, 13, 14].

Sample preparation and gas chromatographic analysis were performed according to the method of L.V. Sazonenko and T.S. Bruzgina [14]. The error of the defined indicators was $\pm 10\%$.

Results and discussion.

The results of studies in the blood of healthy individuals (group I) showed a very close similarity between the total content of saturated FA, the total content of unsaturated FA and the total content of polyunsaturated FA (PUFA) in plasma and erythrocytes.

In healthy individuals (group I), the total content of saturated FA in blood plasma was $(50.5 \pm 1.6)\%$, in erythrocytes – $(51.2 \pm 1.4)\%$; the total content of unsaturated FA – $(49.5 \pm 1.6)\%$ in plasma and $(48.8 \pm 1.4)\%$ in erythrocytes; and the sum of PUFA was $(33.3 \pm 1.5)\%$ in plasma and $(28.4 \pm 1.0)\%$ in erythrocytes (Fig. 1).

Analysis of the results of our research makes it possible to state that in a healthy human body there is a balanced metabolism. Balanced metabolism ensures the physiological functioning of the organs of all systems of the human body. At the balanced metabolism in plasma and erythrocytes of blood the greatest total quantity of saturated FA, smaller total content – unsaturated FA and the smallest quantity – total content of PUFA is established. Such indicators of fatty acid composition



indicate a reserve of essential fatty acids in healthy people, which allows you to maintain the balance of the internal environment in a healthy body and ensure its normal functioning.

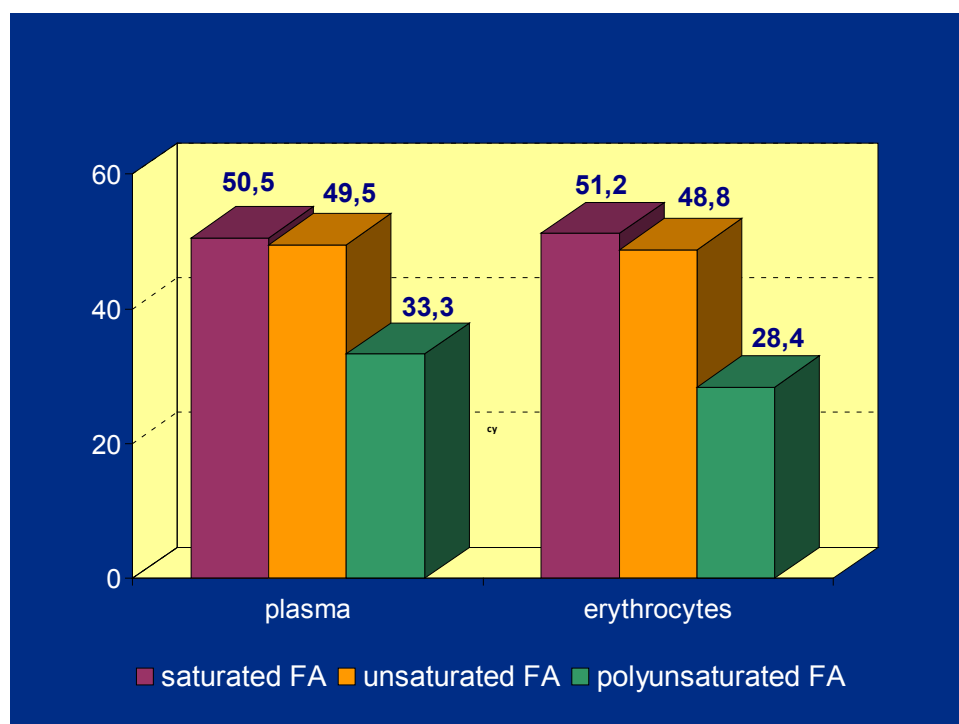


Fig. 1. Total content of saturated, unsaturated and polyunsaturated fatty acids in plasma and erythrocytes in healthy individuals (group I) (in %)

In healthy individuals, the similarity of the composition of individual fatty acids in plasma and erythrocytes is also established, which indicates the importance of studying them to assess lipid metabolism.

The results of our studies noted that the composition of certain fatty acids of lipids in the blood in pulmonary tuberculosis with severe course (group II) has a unidirectional change in their content in plasma and erythrocytes. This also applies to the total content of saturated and unsaturated FA.

The total level of saturated FA in patients with severe pulmonary tuberculosis (group II) increased: up to (77.6 ± 2.3) % in plasma and up to (80.4 ± 1.8) % in erythrocytes ($p < 0.001$). The total level of unsaturated FA in patients of group II was significantly reduced – up to (22.4 ± 2.3) % in plasma and up to (19.6 ± 1.8) % in erythrocytes ($p < 0.001$). The total level of PUFA in patients of group II also decreased – up to (14.4 ± 2.0) % in plasma and up to (12.0 ± 1.5) % in erythrocytes ($p < 0.001$) (Fig. 2).

In plasma and erythrocytes of blood of persons of the II group decrease in the content of palmitic (C16:0), stearin (C18:0), oleic (C18:1) and linoleic (C18:2) FA is noted, the appearance of myristic (C14:0) is established, margarine (C17:0) and eicosotriene (C20:3) FA.

In patients with severe course pulmonary tuberculosis (group II) there was a probable decrease in palmitic FA to (25.6 ± 2.0) % in plasma and up to (23.4 ± 1.8) % in erythrocytes ($p < 0.001$) at (37.1 ± 1.6) % and (33.6 ± 0.8) %, respectively, in



group I. These changes indicate the destruction of the lecithin fraction of phospholipids, as a result of a specific process in the lungs.

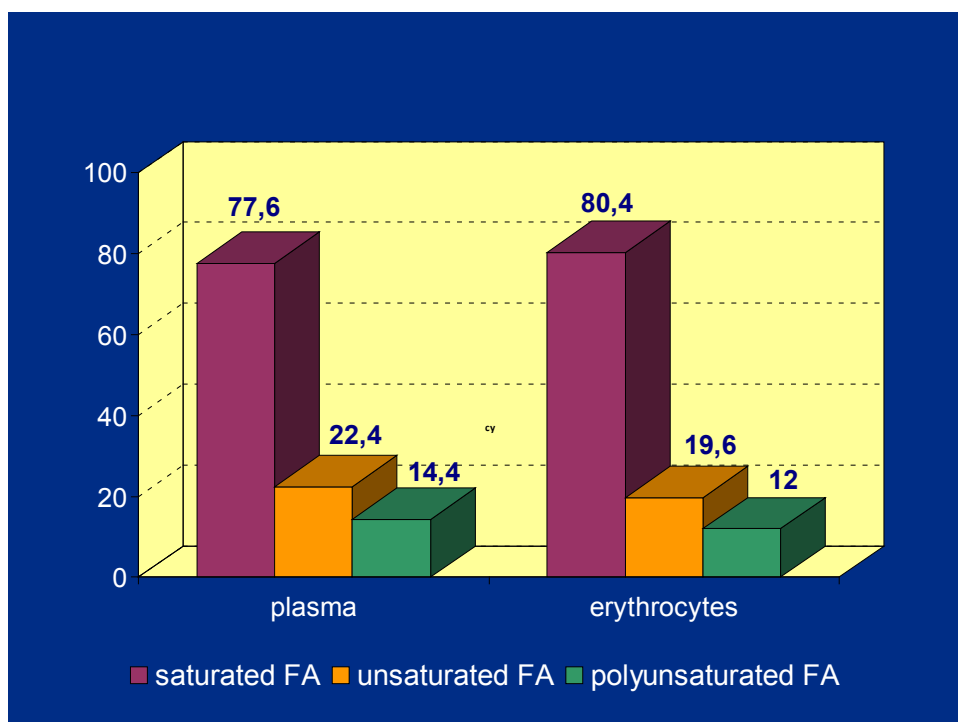


Fig. 2. Total content of saturated, unsaturated and polyunsaturated fatty acids in plasma and erythrocytes of blood in patients with pulmonary tuberculosis with severe course (group II) (in %)

The content of stearin FA was also significantly reduced in patients of group II - up to (5.4 ± 0.5) % in plasma and up to (7.4 ± 0.8) % in erythrocytes ($p < 0.001$) at $(13.4 \pm 0,7)$ % and (17.6 ± 0.6) %, respectively, in group I.

The formation of palmitic and stearic FA occurs in the liver. They are esterified into triglycerides and stored in fat depots. Then used in the composition of phospholipids to build cell membranes. From the blood plasma, free fatty acids penetrate into hepatocytes, where palmitic FA is formed. Palmitic FA is converted into stearic FA.

Thus, a decrease in the level of palmitic and stearin FA in patients with severe pulmonary tuberculosis (group II) indicates impaired liver function.

In patients with pulmonary tuberculosis with severe course (group II) in the blood appeared myristic FA ($p < 0,001$): (39.0 ± 3.0) % in plasma and (35.0 ± 3.0) % in erythrocytes and testified to significant changes in the endocrine system.

In patients with pulmonary tuberculosis with severe course (group II) the level of oleic FA in plasma and erythrocytes was significantly lower ($p < 0.001$) than in healthy individuals (group I), which indicates the active participation of this fatty acid in LPO processes. In healthy individuals, its level in blood plasma was equal to (16.3 ± 0.5) %, in erythrocytes – (20.4 ± 0.9) %; in patients with pulmonary tuberculosis with severe course (group II) – respectively (8.0 ± 0.3) % and (7.7 ± 0.9) %.

In patients with pulmonary tuberculosis with severe course (group II), the amount of linoleic FA was significantly reduced in both biological media – up to $(8.0$



± 1.0) % in plasma and up to (6.3 ± 0.8) % in red blood cells ($p < 0.001$). In the first group (healthy individuals) its level was equal to (29.1 ± 0.5) % and (14.5 ± 1.1) %, respectively.

Such changes in relation to linoleic FA in patients with severe course pulmonary tuberculosis (group II) indicated metabolic transformations of lipids - the synthesis of biologically active substances. Linoleic FA is a precursor of arachidonic FA. The amount of arachidonic FA is also significantly reduced in red blood cells ($p < 0.001$) due to the intensification of LPO in cell membranes; but its level increased in blood plasma.

In patients with severe pulmonary tuberculosis (group II), multidirectional changes in the level of arachidonic FA were found: in erythrocyte biomembranes the content decreased to (2.8 ± 0.4) % ($p < 0.001$) at (13.9 ± 0.7) % in persons of group I, in blood plasma – increased to (5.2 ± 0.3) % in patients of the second group ($p < 0.05$) at (3.9 ± 0.4) % in healthy persons (group I).

In both blood media in patients with pulmonary tuberculosis with severe course (group II) appeared eicosatriene FA ($p < 0.001$) (in plasma – (1.2 ± 0.3) %, in erythrocytes – (2.8 ± 0.08) %), which was a compensatory response to a significant lack of PUFA. In healthy individuals (group I) eicosatriene FA is absent.

Conclusions.

Thus, in patients with severe pulmonary tuberculosis (group II) we found unidirectional changes in the metabolism of higher fatty acids in plasma and erythrocytes – increased total content of saturated FA (due to the appearance of myristic, pentadecan and margarine FA) and reduced unsaturated total and polyunsaturated FA.

In patients with pulmonary tuberculosis with severe course (group II), erythrocytes are more sensitive to sex. This makes it possible to use erythrocytes to study lipid metabolism and to correct the treatment of patients with pulmonary tuberculosis.

References.

1. Abramchenko, V.V., 2001. Antioksidanty i antigipoksanty v akusherstve [Antioxidants and antihypoxants in obstetrics]. Sankt-Peterburg.
2. Afonina, G.B., Kuyun, L.A., 2000. Lipidy, svobodnye radikaly i immunnyy otvet [Lipids, free radicals and immune response]. Kiev.
3. Baraboy, V.A., Sutkovoy, D.A., 1997. Okislitel'no-antioksidantnyy gomeostaz v norme i pri patologii [Oxidative-antioxidant homeostasis in normal and pathological conditions] pod red. Yu. A. Zozuli. Kiev: Chernobyl'-interinform, Kiev: Nauk. Dumka, part 1.
4. Vladimirov, Yu.A., 1991. Svobodnye radikaly v zhivyykh sistemakh Biofizika. Vol. 29.
5. Vozianov, O.F., Bebashko, V.H., Bazyka, D.A., 2007. Medychni naslidky avarii na Chornobyl'skii atomnii elektrostantsii [Medical consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident.]. Kyiv : DIA.
6. Volobueva, O.V., Shustaval', N.F., Lyadova, T.I., Volobuev, D.A., 2019. Sostoyanie perekisnogo okisleniya lipidov i antioksidantnoy sistemy u bol'nykh



vetryanoy ospoy [The state of lipid peroxidation and antioxidant system in patients with chickenpox]. *Mizhnarodniy medichniy zhurna*, no. 1, pp. 70-75.

7. Gichka, S.G., Bryuzgina, T.S., Vretik, G.M., Reva, S.N., 1998. Gazokhromatograficheskiy metod opredeleniya lipidnykh pokazateley krovi pri ishemicheskoy bolezni serdtsa [Gas chromatographic method for determining blood lipid parameters in coronary heart disease]. *Ukrainskyi kardiologichnyi zhurnal*, no. 7-8, pp. 50-52.

8. Hurzhenko, A.Yu., 2017. Pokaznyky systemy vilnoradykalnoho okysnennia u khvorykh na tsukrovyyi diabet pislia maloinvazyvnoho likuvannia z pryvodu ureterolitiazu [Indicators of the system of free radical oxidation in patients with diabetes mellitus after minimally invasive treatment for ureterolithiasis]. *Simeina medytsyna*, no. 4 (72), pp. 87-92. ISSN 2307-5119.

9. Kresiun, V.Y., Reheda-Furdychko, M.M., Furdychko, L.O., Reheda, S.M., 2016. Rol protsesiv perekysnoho okysnennia lipidiv i antyoksydantnoho zakhystu v leheniakh u piznomu periodi rozvytku eksperymentalnoi pnevmonii ta korektsiia yikh porushen tiotriazolinom [The role of lipid peroxidation and antioxidant protection in the lungs in the late period of development of experimental pneumonia and correction of their disorders by thiotriazoline]. *Odeskyi medychnyi zhurnal*, no. 1, pp. 26-29.

URI: <http://repo.odmu.edu.ua:80/xmlui/handle/123456789/1620>

10. Kurbat, M. N., Tsyркunov, V. M., Gulyay, I. E., 2016. Aktivatsiya protsesov perekysnogo okisleniya lipidov antiretrovirusnymi preparatami [Activation of lipid peroxidation by antiretroviral drugs]. *Tuberkul'oz. Legenevi khvorobi. VIL-infektsiya*, no. 3, pp. 64-69.

11. Mokryi, V.Ya., Ziablitsev, S.V., Borys, R.M., 2015. Porushennia systemy perekysnoho okysnennia lipidiv pry tsukrovomu diabeti 2-ho typu (ohliad literatury) [Disorders of the lipid peroxidation system in type 2 diabetes mellitus (literature review)]. *Mezhdunarodnyy endokrinologicheskii zhurnal*, no. 7 (71).pp. 41-44. ISSN 2224-0721.

12. Rybakova, E.V., Sidel'nikov, V.M., Bryuzgina, T.S., Kravchenko, E.Ya., 1991. Sposob gazokhromatograficheskogo opredeleniya lipidov v kondensate vydykhaemogo vozdukhа [Method for gas chromatographic determination of lipids in exhaled breath condensate]. *Informatsionnoe pis'mo*.

13. Rybakova, E.V., Sidel'nikov, V.M., Bryuzgina, T.S., Kravchenko, E.Ya., 1991. Spektr zhirnykh kislot i uroven' svobodnogo kholesterina v KVV [The spectrum of fatty acids and of free cholesterol level in exhaled breath condensate]. *Laboratornoe delo*, no.4, pp. 74-75.

14. Sazonenko, L.V., Vitovskyi, Ya.M., Briuzghina, T.S., 2003. Vyvchennia lipidnykh pokaznykiv syrovatky krovi u vahitnykh z preeklampsiei v dynamitsi likuvannia [Study of serum lipid parameters in pregnant women with preeclampsia in the dynamics of treatment]. *Medychna khimiia*, no. 1, pp. 86-88.

15. Slyvka, V.I., 2016. Lipoperoksydatsiia u khvorykh na tuberkuloz lehen [Tuberculosis, lung diseases, HIV infection]. *Tuberkuloz, lehenevi khvoroby, VIL-infektsiia*, no. 1 (24), pp. 108-111. ISSN 2220-5071.

16. Chympoi, K. A., 2015. Osoblyvosti korektsii porushen tyreoidnoho homeostazu u khvorykh na khronichni dyfuzni zakhvoriuvannia pechinky [Features



of correction of disorders of thyroid homeostasis in 78-80 patients with chronic diffuse liver disease]. *Ukrainskyi naukovo-medychnyi molodizhnyi zhurnal*, Kyiv, no. 1, pp.

17. Yasynskyi, R. M., 2016. Systema «oksydanty-antyoksydanty» u khvorykh na retsydyvyi tuberkulozu lehen pry ko-infektsii tuberkuloz/VIL [The system "oxidants-antioxidants" in patients with recurrence of pulmonary tuberculosis in co-infection with tuberculosis / HIV]. *Ukrainskyi naukovo-medychnyi molodizhnyi zhurnal*, no. 3 (96), pp. 45-48. ISSN 1996-353X (www.mmj.com.ua)

Література

1. Абрамченко В.В. Антиоксиданты и антигипоксиканты в акушерстве. – Санкт-Петербург, 2001. – 400 с.
2. Афонина Г.Б., Куюн Л.А. Липиды, свободные радикалы и иммунный ответ. – Киев, 2000. – 287 с.
3. Барабой В.А., Сутковой Д.А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и при патологии / под ред. Ю. А. Зозули. – К.: Чернобыль-интеринформ, К.: Наук. Думка, 1997. – Ч. 1. – 203 с.
4. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в живых системах // *Биофизика*, 1991. – Т. 29. – 249 с.
5. Возіанов О.Ф., Бебешко В.Г., Базика Д.А. Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції. – Київ : ДІА, 2007. – 806 с.
6. Волобуева О. В., Шуставаль Н. Ф., Лядова Т. И., Волобуев Д. А. Состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы у больных ветряной оспой // *Міжнародний медичний журнал*. – 2019. – № 1. – С. 70-75.
7. Гичка С.Г., Брюзгина Т.С., Вретик Г.М., Рева С.Н. Газохроматографический метод определения липидных показателей крови при ишемической болезни сердца // *Український кардіологічний журнал*. – 1998. – № 7-8. – С. 50-52.
8. Гурженко А.Ю. Показники системи вільнорадикального окиснення у хворих на цукровий діабет після малоінвазивного лікування з приводу уретеролітіазу // *Сімейна медицина*. – 2017. – № 4 (72). – С. 87-92. ISSN 2307-5119.
9. Кресюн В.Й., Регеда-Фурдичко М.М., Фурдичко Л.О., Регеда С.М. Роль процесів перекисного окиснення ліпідів і антиоксидантного захисту в легенях у пізньому періоді розвитку експериментальної пневмонії та корекція їх порушень тіотриазоліном // *Одеський медичний журнал*. – 2016. – № 1. – С. 26-29.
URI: <http://repo.odmu.edu.ua:80/xmlui/handle/123456789/1620>
(<http://repo.odmu.edu.ua:80/xmlui/handle/123456789/1620>)
10. Курбат М. Н., Цыркунов В. М., Гуляй И. Э. Активация процессов перекисного окисления липидов антиретровирусными препаратами // *Туберкулез. Легеневі хвороби. ВІЛ-інфекція*. – 2016. – № 3. – С. 64-69.
11. Мокрий В.Я., Зяблицев С.В., Борис Р.М. Порушення системи перекисного окиснення ліпідів при цукровому діабеті 2-го типу (огляд літераури) // *Международный эндокринологический журнал*. – 2015. – № 7 (71). – С. 41-44. ISSN 2224-0721.
12. Рыбакова Е.В., Сидельников В.М., Брюзгина Т.С., Кравченко Э.Я. Способ газохроматографического определения липидов в конденсате выдыхаемого воздуха // *Информационное письмо*, 1991. – 2 с.
13. Рыбакова Е.В., Сидельников В.М., Брюзгина Т.С., Кравченко Э.Я. Спектр жирных кислот и уровень свободного холестерина в КВВ // *Лабораторное дело*. – 1991. – № 4. – С. 74-75.
14. Сазоненко Л.В., Вітовський Я.М., Брюзгіна Т.С. Вивчення ліпідних показників сироватки крові у вагітних з преєклампсією в динаміці лікування // *Медична хімія*. – 2003. – № 1. – С. 86-88.



15. Сливка В.І. Ліпопероксидація у хворих на туберкульоз легень // Туберкульоз, легеневі хвороби, ВІЛ-інфекція. – 2016. – № 1 (24). – С. 108-111. ISSN 2220-5071.

16. Чимпой К. А. Особливості корекції порушень тиреоїдного гомеостазу у хворих на хронічні дифузні захворювання печінки // Український науково-медичний молодіжний журнал. – Київ. – 2015. – № 1. – С. 78-80.

17. Ясінський Р. М. Система «оксиданти-антиоксиданти» у хворих на рецидиви туберкульозу легень при ко-інфекції туберкульоз/ВІЛ // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2016. – № 3 (96). – С. 45-48. ISSN 1996-353X (www.mmj.com.ua)

Анотація.

Актуальність. Існують труднощі у діагностиці метаболічних порушень при захворюваннях легень. Припускаються можливі зміни у складі жирних кислот (ЖК) крові та еритроцитів при захворюваннях легень. З огляду на доступність крові (як біологічного матеріалу) вивчення кореляцій між вмістом жирних кислот у крові та захворюваннями легень може мати діагностичне значення.

Мета: вивчити та оцінити особливості складу жирних кислот ліпідів у плазмі та еритроцитах крові у хворих на туберкульоз легень із тяжким перебігом.

Матеріали та методи. Обстежено 103 здорові особи (І група) та 62 хворих на туберкульоз легень із тяжким перебігом (ІІ група). У хворих на туберкульоз легень із тяжким перебігом була виявлена казеозна пневмонія. Обстежені пацієнти не курили цигарки і не постраждали від наслідків аварії на ЧАЕС.

Склад жирних кислот у крові визначали за допомогою біохімічного методу на газорідному хроматографі «Цвет – 500» із плазмоіонізаційним детектором в ізотермічному режимі. Кількісну оцінку спектра жирних кислот ліпідів крові проводили за методом нормування площ шляхом визначення піків метилових ефірів ЖК та їх частки (у %).

Результати. Встановлено, що у здорових осіб склад жирних кислот подібний у плазмі та еритроцитах крові.

Аналіз досліджень показав порушення метаболізму вищих жирних кислот у плазмі та еритроцитах крові у хворих на туберкульоз легень із тяжким перебігом.

У хворих на туберкульоз легень із тяжким перебігом склад жирних кислот змінюється односпрямовано у плазмі та еритроцитах крові: відмічено суттєве підвищення сумарного вмісту насичених жирних кислот на тлі зниженого сумарного вмісту ненасичених і поліненасичених жирних кислот.

У хворих на туберкульоз легень із тяжким перебігом встановлені різноспрямовані зміни рівня арахідонової жирної кислоти (C20:4): у біомембранах еритроцитів вміст її зменшувався до $(2,8 \pm 0,4) \%$ ($p < 0,001$) при $(13,9 \pm 0,7) \%$ у здорових осіб; у плазмі крові – підвищувався до $(5,2 \pm 0,3) \%$ ($p < 0,05$) при $(3,9 \pm 0,4) \%$ у здорових осіб.

Висновки. У хворих на туберкульоз легень із тяжким перебігом еритроцити є більш чутливими до процесів перекисного окиснення ліпідів. Це дає змогу використовувати еритроцити як біологічний матеріал для вивчення обміну ліпідів.

Ключові слова: склад, жирні кислоти, плазма, еритроцити крові, туберкульоз легень.

Стаття відправлена: 09.06.2020 р.

Пікас О.Б.



УДК 616.33

THE STATE OF GASTRIN AND MICROFLORA OF THE STOMACH AND INTESTINES IN RATS WITH PROLONGED HYPOACIDITY, THEIR CORRECTION

СТАН ГАСТРИНУ ТА МІКРОФЛОРИ ШЛУНКА І КИШКІВНИКА У ЩУРІВ ПРИ ТРИВАЛІЙ ГІПОАЦИДНОСТІ, ЇХ КОРЕКЦІЯ

Pikas P.B. / Пікас П.Б.

Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education,
Dorohozhytska Street 9, City of Kyiv, Ukraine, 04112

Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика,
вул. Дорогожицька, 9, місто Київ, Україна, 04112

Beregova T.V. / Берегова Т.В.

d.biol.s., prof. / д.біол.н., проф.

The Institute of Biology, Taras Shevchenko National University of Kyiv,
64/13, Volodymyrska Street, City of Kyiv, Ukraine, 01601

Інститут біології, Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64/13, місто Київ, Україна, 01601

Resume.

The aim of the study was to investigate the effect of Omeprazole and Symbiter on the concentration of gastrin in the blood and the state of gastric and intestinal microflora in rats in the experiment.

Materials and methods. The studies were performed on white non-linear rats (males) weighing 180-220 g. The concentration of gastrin in the blood was determined by radioimmunoassay using an analytical kit of reagents from MR Biomedicals, LLC (USA). The composition of gastric and of intestinal microflora was studied by sowing each sample of the gastric mucosa on differential diagnostic media. The level of gastrin in the blood and the state of gastric and of intestinal microflora in rats were studied before the appointment of additional substances (omeprazole, symbiter, water for injection) and after completion of their course of administration.

Results. In group rats one day after the end of the course of administration (28 days) to rats of omeprazole, the concentration of gastrin in the blood increased (almost 3,2 times), one day after the end of the course of administration (28 days) to rats of omeprazole and Symbiter, the concentration of gastrin in the blood rats no different from those in these rats prior to the experiment. In gastric juice hypoacidity, the composition of the intestinal microflora also changes (there is an imbalance between the level of normal and conditionally pathogenic flora), which we found in rats. A day after the end of the course of simultaneous administration (28 days) to rats of omeprazole and symbiter, the composition (qualitative and quantitative) of microflora in the stomach and intestines rats did not differ from the microflora indices in rats of control group.

Conclusions. Administration of omeprazole to rats for 28 days changes the qualitative and quantitative composition of gastric microflora and intestines. Simultaneous administration of omeprazole and multiprobiotic "Symbiter acidophilus" to rats eliminated dysbiosis in the stomach and intestines.

Key words: rats, stomach, intestines, gastrin, microflora, omeprazole, symbiter.

Actuality. Our statistical data indicate a high incidence of polyps in patients with low acidity. The decrease in acidity of gastric juice leads to an increase in the concentration of gastrin in the blood (hypergastrinemia) [6] and bacterial colonization of the stomach and intestines. Gastrin stimulates the growth of many tumors [8]. There is a correlation between prolonged intake of antisecretory drugs and bacterial



colonization of the stomach [9]. The disturbance of the microflora balance activates the inflammatory process, which is the main cause of the development of various types of malignant tumors [7, 9]. All this led to research in a certain direction.

The aim of the study was to investigate the effect of omeprazole and symbiter on the concentration of gastrin in the blood and the state of the gastric and intestinal microflora in rats in the experiment.

Materials and methods. The studies were performed on white non-linear rats (males) weighing 180-220 g. We have identified 3 groups (I, II, III). The first group (I, control) consisted of rats ($n = 18$), who were injected (intraperitoneally) 0.2 ml of water for injection over 28 days.

The second group (II) consisted of rats ($n = 22$), who were injected once daily with omeprazole (Door Reddis Laboratories Ltd., India) at a dose of 14 mg / kg (intraperitoneally) for 28 days. Omeprazole was dissolved in 0.2 ml of water for injection.

The third group (III) consisted of rats ($n = 25$), who were injected once daily with omeprazole (Door Reddis Laboratoris Ltd., India) at a dose of 14 mg/kg (intraperitoneally) and «Symbiter acidophilus» («O.D. Prolisok», Ukraine) for 28 days at a dose of 0.14 mg/kg (per os)

The rats were kept under the conditions of an accredited vivarium of the Educational and Scientific Center "Institute of biology and medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv and were given (standard) feed for rodents. The experiment was conducted according to ethical principles, international agreements and national legislation [1, 2, 3].

The level of gastrin in the blood and the state of gastric and of intestinal microflora in rats were studied before the appointment of additional substances (omeprazole, symbiter, water for injection) and after completion of their course of administration.

The concentration of gastrin in the blood was determined by radioimmunoassay using an analytical kit of reagents from MR Biomedicals, LLC (USA). The composition of gastric and of intestinal microflora was studied by sowing each sample of the gastric mucosa on differential diagnostic media.

The level of reliability of the study results was taken at $p < 0.05$.

Results. Prolonged administration of omeprazole leads to a decrease in basal gastric secretion [5] and an increase in gastrin levels in the blood.

In both rats prior to administration of water for injection (group I), omeprazole (group II) or of Symbiter («O.D. Prolisok», Ukraine») (group III) the concentration of gastrin in serum was (55.0 ± 5.05) pg/ml.

In group I (control) rats, a day after 28 days of water injection; gastrin injection was (57.2 ± 5.05) pg/ml, which was no different from those in these rats prior to the experiment.

In group II rats one day after the end of the course of administration (28 days) to rats of omeprazole, the concentration of gastrin in the blood increased (almost 3.2 times): to (175.7 ± 16.7) pg / ml ($p < 0.05$) in group II against (55.0 ± 5.05) pg/ml in group I (controls).

In group III rats one day after the end of the course of administration (28 days)



to rats of omeprazole and symbiter (simultaneously), the concentration of gastrin in the blood was (58.7 ± 9.0) пг/мл ($p < 0.05$) against (55.0 ± 5.05) pg/ml in group I (controls).

Consequently, the level of gastrin in the blood of group III rats did not differ from that of group I rats.

Thus, the results of our research do not differ significantly from the data of scientific studies of other authors [4, 5].

In rats of three groups before the appointment of water for injection (group I), omeprazole (group II) or simultaneously omeprazole and symbiter (group III), the qualitative and quantitative composition of the microflora did not differ, which coincided with the parameters of other scientists [4, 5].

In the stomach of rats of group I found a small spectrum of bacteria: fungi *Candida*, *Enterococcus*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus*. The concentration of lactobacilli was 10^2 CFU/g. The concentration of *Candida*, *Enterococcus*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus* ranged from 10^2 to 10^3 CFU/g. Conditionally pathogenic microflora from the stomach of rats of group I were not sown.

In rats of group I after the introduction of additional substances (water for injection), the qualitative and quantitative composition of the microflora did not change.

Prolonged administration of omeprazole leads to a decrease in basal gastric secretion [5], which affects the composition of the microflora of the digestive tract.

One day after the end of the course of administration (28 days) to rats of omeprazole in the stomach of rats of group II the composition (qualitative and quantitative) of microflora changed: the number of lactobacilli (*Lactobacillus*) decreased (almost 2 times), the number of *Candida* fungi (almost 2.5 times) and the number of *Enterobacter* (37.0 %) and appeared conditionally pathogenic microflora (*Klebsiella*, *Proteus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *epidermidis*).

In gastric juice hypoacidity, the composition of the intestinal microflora also changes (there is an imbalance between the level of normal and conditionally pathogenic flora), which we found in rats of group II.

In the group II of rats increased ($p < 0.05$) levels of fungi *Candida* and *Escherichia coli* (enzyme with altered properties) and decreased ($p < 0.05$) levels of *Enterococcus* and *Escherichia coli*. The number of *Lactobacillus* decreased 5.44-fold, and *Bifidobacterium* – 2.04-fold against group I (control), $p < 0.05$. The number of opportunistic microflora increased (*Klebsiella*, *Proteus*, *Escherichia coli* lactose-negative, *Staphylococcus aureus* and *epidermidis*).

A day after the end of the course of simultaneous administration (28 days) to rats of omeprazole and symbiter (simultaneously), the composition (qualitative and quantitative) of microflora in the stomach and intestines of group III rats did not differ from the microflora indices in rats of group I.

In the stomach of rats of group III were not found *Staphylococcus aureus* and *epidermidis* (with hemolysis), disappeared *Klebsiella*, *Proteus* and lactose-negative *Escherichia coli* (conditionally pathogenic microflora) and decreased (by 33.0 %, $p < 0.05$) compared to the concentration of *Enterobacter* in rats of group II.

Simultaneous administration (28 days) to rats of group III omeprazole and



multiprobiotic «Symbiter acidophilus» also restored the composition (qualitative and quantitative) of microflora in the intestine, which did not differ from that in rats of group I.

Conclusions. Administration of omeprazole to rats for 28 days changes the qualitative and quantitative composition of gastric microflora and intestines.

Simultaneous administration of omeprazole and multiprobiotic "Symbiter acidophilus" to rats eliminated dysbiosis in the stomach and intestines.

Prospects for further research. The experiment on rats (inhibition of acidity level of basal gastric secretion and the occurrence of prolonged hypergastrinemia) with the help of omeprazole will allow developing methods of prevention of negative effects of gastric juice hypoacidity and means of correction of gastric and intestinal microflora (using multiprobiotic "Symbiter acidophilus").

References

1. Mal'tsev, V.I., Belousov, D.Yu., 2001. Eticheskaya otsenka metodik provedeniya issledovaniy [Ethical assessment of research methods]. Ezhened-Apteka, no.34, p 35.
2. Pokrovskiy, V.I. 1997. Biomeditsinskaya etika [Biomedical ethics]. Moscow: Meditsina.
3. «Pro zatverdzhennja Porjadku provedennja naukovymy ustanovamy doslidiv, eksperimentiv na tvarynakh» [About the statement of the Order of carrying out by scientific institutions of experiments, experiments on animals]. – Nakaz no. 249 vid 01.03.2012
4. Tsyriuk, O.I., 2014. Morfolohichniy ta lektynohistokhimichniy analiz slyzovoi obolonky shlunka pislia 28-dennoi hipoatsydnosti [Morphological and lectinium-histological analysis of the mucous membrane of the slime of 28th day hypoacid]. Visnyk problem biolohii i medytsyny, Vol 2, no. 3 (109), pp. 295-300.
5. Tsyriuk, O.I., Beregova, T.V., 2015. Chutlyvist parietalnykh klityn do stymuliatoriv shlunkovoi sekretsii pislia tryvalooho vedennia omeprazolu [The sensitivity of parietal cells to stimulants of gastric secretion after prolonged administration of omeprazole]. Naukovi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky, no. 2, pp 228-233.
6. Jennifer Phan, MD, Jihane N, Benhammou, MD, Joseph R Pisegna MD, 2015. Gastric Hypersecretory States: Investigation and Management. Curr Treat Options Gastroenterol., Vol 13, no. 4, pp. 386–397. doi: 10.1007/s11938-015-0065-8.
7. Ferreira, R.M., Pereira-Marques J, Pinto-Ribeiro I, Costa JL, Carneiro F, Machado J.C., et al., 2018. Gastric microbial community profiling reveals a dysbiotic cancer-associated microbiota. Gut, Vol 67, no. 2, pp. 226–36. Epub 2017/11/06. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314205> PMID: 29102920
8. Merchant, J.L., 2004. Gastrin in the new millenium [edited by J. L. Merchant]. Los-Angeles: CURE Foundation.
9. Coker, O.O., Dai Z, Nie Y, Zhao G, Cao L, Nakatsu G, et al., 2018. Mucosal microbiome dysbiosis in gastric carcinogenesis. Gut., Vol 67, no. 6, pp. 1024–32. Epub 2017/08/03. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314281> PMID: 28765474.

**Literature.**

1. Мальцев В.И. Этическая оценка методик проведения исследований / В.И. Мальцев, Д.Ю. Белоусов. Эженед-Аптека. – 2001. № 34. – С. 35.
2. Покровский В.И. Биомедицинская этика / В.И. Покровский. – М. : Медицина, 1997. – 224.
3. «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах». – Наказ № 249 від 01.03.2012. – 4 с.
4. Цирюк О. І. Морфологічний та лектиногістохімічний аналіз слизової оболонки шлунка після 28-денної гіпоацидності / О. І. Цирюк // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – Vol. 2, No. 2 (109). – С. 295-300.
5. Цирюк О. І. Чутливість парієтальних клітин до стимуляторів шлункової секреції після тривалого введення омепразолу / О.І. Цирюк, Т. Берегова // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. – 2015. – № 2. – С. 228-233.
6. Jennifer Phan MD, Jihane N., Benhammou MD, Joseph R. Pisegna MD. Gastric Hypersecretory States: Investigation and Management / Curr Treat Options Gastroenterol. – 2015. – Vol.13, No.4. – P. 386–397. doi: 10.1007/s11938-015-0065-8
7. Gastric microbial community profiling reveals a dysbiotic cancer-associated microbiota / R.M. Ferreira, J. Pereira-Marques, I. Pinto-Ribeiro, J.L. Costa, F. Carneiro, J.C. Machado [et al.] // Gut. – 2018. – Vol. 67, No.2. – P. 226–36. Epub 2017/11/06. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314205> PMID: 29102920
8. Gastrin in the new millenium [edited by J. L. Merchant]. – Los-Angeles: CURE Foundation, 2004. – 357 p.
9. Mucosal microbiome dysbiosis in gastric carcinogenesis / O.O. Coker, Z. Dai, Y. Nie, G. Zhao, L. Cao, G. Nakatsu [et al.] // Gut. – 2018. – Vol. 67, No. 6. – P. 1024–32. Epub 2017/08/03. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314281> PMID: 28765474

Анотація. Зменшення кислотності шлункового соку призводить до зростання концентрації гастрину в крові (гіпергастринемії) та бактеріальної колонізації шлунка і кишечника. Гастрин стимулює ріст багатьох пухлин. Все це обумовило провести дослідження в певному напрямі.

Метою досліджень було вивчити вплив омепразолу та симбітеру на концентрацію гастрину у крові та стан мікрофлори шлунка і кишечника у щурів в експерименті.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на білих нелінійних щурах (самцях) масою 180-220 г. Було виділено 3 групи (I, II, III) щурів.

Щурам I групи (контрольна, n=18) протягом 28-ми днів вводили (внутрішньоочеревинно) 0,2 мл води для ін'єкцій.

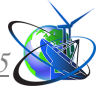
Щурам II групи (n=22) протягом 28-ми днів вводили омепразол (Дотор Реддіс Лабораторіс Лтд, Індія) в дозі 14 мг/кг (внутрішньоочеревинно) 1 раз на добу. Омепразол розчиняли в 0,2 мл води для ін'єкцій.

Щурам III групи (n=25) протягом 28-ми днів вводили 1 раз на добу омепразол (Дотор Реддіс Лабораторіс Лтд, Індія) в дозі 14 мг/кг (внутрішньоочеревинно) та мультипробіотик «Симбітер ацидофільний» (ТОВ «О.Д. Пролісок») одночасно в дозі 0,14 мг/кг (per os).

Щурі утримувались в умовах акредитованого віварію Навчально-наукового центру “Інститут біології та медицини” Київського національного університету імені Тараса Шевченка та отримували корм (стандартний) для гризунів.

Рівень гастрину у крові та стан мікрофлори шлунка і кишечника у щурів вивчали до призначення додаткових речовин (води для ін'єкцій, омепразолу чи симбітеру) та після закінчення курсу їх прийому.

Результати та обговорення. Тривале введення омепразолу призводить до зниження базальної шлункової секреції, підвищення рівня гастрину у крові та до зміни складу



мікрофлори травного каналу. У щурів II групи через добу після закінчення курсу введення (28 днів) омепразолу концентрація гастрину в крові зростала (майже у 3,2 раза, $p < 0,05$).

Через добу після закінчення курсу введення (28 днів) щурам омепразолу у шлунку щурів II групи змінювався склад (якісний і кількісний) мікрофлори ($p < 0,05$): зменшилась кількість лактобактерій (*Lactobacillus*) – майже у 2 раза, зростала кількість грибів *Candida* (майже у 2,5 раза) та кількість *Enterobacter* (на 37,0 %) і з'явилась умовно-патогенна мікрофлора (*Klebsiella*, *Proteus*, *Escherichia coli* лактознегативна, *Staphylococcus aureus* та *epidermidis*).

У групі щурів III групи через добу після закінчення курсу введення (28 днів) омепразолу та симбітеру (одночасно) рівень гастрину в крові щурів та склад (якісний і кількісний) мікрофлори у їх шлунку та кишківнику не відрізнявся від показників до експерименту та від показників мікрофлори у щурів контрольної групи (I групи).

Висновок. Введення омепразолу щурам протягом 28-и днів збільшує (у 3,2 раза, $p < 0,05$) концентрацію гастрину в крові та змінює якісний і кількісний склад мікрофлори шлунка. Одночасне введення щурам омепразолу та мультипробіотику «Симбітер ацидофільний» усувало дисбактеріоз в шлунку і кишечнику, а рівень гастрину у крові не відрізнявся від показників у щурів контрольної групи. Проведений експеримент на щурах за допомогою омепразолу дозволить розробити методи профілактики негативних наслідків гіпоацидності шлункового соку.

Ключові слова: щурі, шлунок, кишечник, гастрин, омепразол, мікрофлора, симбітер.

Науковий керівник: д.мед.н., проф. Полінкевич Б.С.

Стаття відправлена: 09.06.2020 р.

Пікас П.Б.



УДК 340.13

CURRENT ASPECTS OF INSURANCE INSTITUTE: A COMPARATIVE-LEGAL ANALYSIS**СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИНСТИТУТА ИСКОВОЙ ДАВНОСТИ: СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ****Bezhevets A.M. / Бежевец А.М.**

Senior Lecturer, Department of Information and Intellectual property Law, Faculty of Sociology and Law, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Peremogy Ave, 37, 03056

Старший преподаватель кафедры информационного и права интеллектуальной собственности, факультета социологии и права, Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского", г. Киев, пр-т Победы, 37, 03056

Afanasiev D.V. / Афанасьев Д.В.

Student of the Law Department of the Faculty of Sociology and Law of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Peremogy Ave, 37, 03056

Студент юридического отделения факультета социологии и права, Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского", г. Киев, проспект Победы, 37, 03056

SUMMARY. *The article explores the peculiarities of the application of the statute of limitations in civil cases. Setting a statute of limitation is of particular procedural importance as it complicates the procedure for gathering evidence that is strictly necessary for a court to hear over a long time. The essence of this civil law institute is that with the expiration of the limitation period, the person loses the right to obtain the protection of their violated right and to require the court to make a decision.*

Key words: *statute of limitations, lawsuit, expiration of limitation period, institute of limitation, limitation.*

Formulation of the problem. Throughout life a person acquires certain rights and obligations. Some of them are born from birth, some are associated with the law of reaching a certain age. Upon reaching the age of majority a person acquires full legal capacity, which in accordance with the legislation gives him the opportunity to independently enjoy the rights and obligations provided by law. As a rule, time is associated with the concept of prescription. However, an important feature is that the expiration of the period of time is not sufficient to cause the legal consequences of limitation.

A limitation period is a characteristic end of a period of time but in some cases prescription requires an extension of time in the presence or absence of certain conditions. State protection of certain civil rights, guaranteed by law, is not and cannot be indefinite. Thus, the statute of limitations is a characteristic feature of the possibility of participants of a civil treatment to independently initiate the procedure of guaranteed protection in the presence of their violated rights.

Setting a statute of limitation is of considerable procedural importance since it becomes difficult for a long time to expire and sometimes makes it impossible to collect the evidence necessary to hear a case by a court [12]. Shortening the timeframe for the trial of the case facilitates the search for evidence and its presentation, enhances its credibility, thus influencing and facilitating the



establishment of truth by the courts.

Purpose of the article: to determine the current state of legal regulation of the statute of limitations and prospects for further improvement of legislation in this area.

Analysis of Recent Studies and Publications: Issues related to the limitation period have been investigated to one degree or another, in particular: S. N. Abramov, A. L. Borovikovskiy, V. P. Gribanov, M. A. Gurvich, I. E. Engelman, V. V. Luts, M. P. Ring, Y. K. Tolstoy, G. F. Shershenevich and others.

Presentation of the basic material: Today the pressing issue is the realization of the right of people to judicial protection of their rights and interests. Appeal to the court for the protection of the constitutional rights and freedoms of the individual and the citizen is directly guaranteed by the Constitution of Ukraine [1]. As a rule, an appeal to a court may be carried out within the time limit prescribed by law, which is defined in both economic and civil proceedings as a limitation period.

The right to appeal to the court for the protection of their rights and interests and for a fair trial is provided for by the basic Law of Ukraine - the Constitution of Ukraine, the Law of Ukraine "On Ensuring the Right to a Fair Court", enshrined in the Convention for the Protection of Rights and Fundamental Freedoms of 03 September 1953, The International Covenant on Civil and Political Rights of 16 December 1966 and other legal acts.

The European Court of Human Rights and the Constitutional Court of Ukraine identify three main elements of access to justice:

1. A person must have access to such a court;
2. The presence of a court, established in accordance with the law and all principles of democracy;
3. The jurisdiction of the court to resolve disputes and compliance with Art. 6 of the Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms.

The right to go to court is not absolute and, as a rule, limited for a certain period of time both in Ukraine and in most foreign countries.

The term "limitation period" means the term when a person has the right to go to court with a request for the protection of his civil right or interest [2]. One of the main means of realization by individuals and legal entities of their own subjective law is the possibility of protecting the law in a lawsuit by applying to court. The implementation of subjective civil law takes place in a certain manner prescribed by law and is guaranteed by the state.

Abramov S. N. calls a statute of limitations a term during which a compulsory exercise of law through a court can take place by way of a lawsuit [3, Art. 24]. Ring M. P. defines the limitation period as termination of the right to claim as a result of failure to file a claim within the period specified in the law [4, Art. 75]. Shershenevich G. F. notes that a statute of limitations refers to the loss of the right to seek judicial protection through a claim of invalid law within the time prescribed by law [5]. Engelman I. E. also notes that the word "prescription" is usually used to refer to the influence attributed in the laws to the expiration of a certain period of time in relation to the acquisition or loss of any right [6, Art. 1-2]. Based on the research of the above scholars, it can be noted that the limitation period is the period when the person, whose right has been violated, can claim the protection or enforcement of his



right through court.

Legal science emphasizes that the statute of limitations has the responsibility of any state with any interests, with the aim of achieving a certain level at which all subjects of economic and other activities can fulfill their obligations in a timely manner. This institute from the moment of its creation meets all public interests. This characterizes the peculiarities of legal regulation of the institution of limitation, especially the imperative nature of its rules.

Considering the foreign experience, the following can be noted. For example, in Switzerland, a statute of limitations is governed by the rules of the civil code and a specific statutory law. France regulates the Institute with the rules of civil and commercial codes. The United States, for its part, regulates statute of limitations with state laws, the Uniform Commercial Code, and individual laws of some states.

As noted above, the statute of limitations has an imperative character, which explains such a phenomenon as the inability of the parties to the contract to exclude the action of limitation, and also to reduce its duration. Ukrainian law stipulates that such a condition of the contract is considered invalid.

A very noticeable difference between the legislation of Ukraine and countries such as the USA, France, Great Britain and Germany is the possibility in the legislation of the parties to set a contract with a shorter limitation period.

This fact deserves a lot of attention, because today the institution of limitation is treated differently. The Romano-German legal system regards this institution as an institution of substantive law, in contrast to the Anglo-American legal system, for which the statute of limitations is an institution of procedural law. A diverse understanding of the same institute has important implications for the legal world.

The diversity of tort and legal grounds for the emergence of economic or civil obligations in the systems of law determines the diversity of terminology. Modern legal science divides the limitation period into general and special.

According to Art. 257 The CCU's total statute of limitations is set at three years; Art. 258 of the CCU provides that for certain types of requirements the law may establish a special limitation period: reduced (1 year) or longer compared to the general limitation period; the statute of limitations for four years is applied to the requirements for recognition of unfounded assets and their recovery into the state income [2].

French law provides for three groups of limitation periods:

- 30 years - for all requirements, unless otherwise provided by law;
- 5 years - for the requirements for obligations, which according to the law must be fulfilled at an appropriate frequency and in the appropriate amount;
- from 6 months to 2 years - for liability requirements that under the law are at risk of losing evidence in the event of a longer term [7].

German legislation is characterized by a similar limitation period (30 years). But Germany is also characterized by a system of shorter limitation periods:

- 3 years - for claims for damages in case of damage;
- 4 years - for claims on obligations for timely unpaid payments;
- 6 months to 2 years - for liability claims in case of loss of damage due to poor quality of goods.



Swiss law is characterized by a total statute of limitations of 10 years. US and UK law, depending on the reason for the occurrence, sets a period of 4 to 12 years.

Even if there is such a divergence in terms of time-limits as has been investigated above, namely: the difference in the definition of the limitation period, the understanding of the institute and its role in regulating the relations, the limitation period, it should be noted that the moment for the duration of the limitation period remains common to them, which is determined by the moment when the right to sue arises.

The study of the legal nature of the limitation period allows us to argue that the introduction of a period when a natural or legal person, public authorities and local self-government can apply to a court is conditioned primarily by the observance of certain principles, in particular the principle of legal certainty, which is universal and fundamental. an aspect of the rule of law.

The validity of the principle of legal certainty extends to such important legal relationships between the individual and the state as the realization and protection of human and citizen's rights and freedoms, the establishment of responsibility, grounds and procedure for holding to account, the inadmissibility of actions and omissions of public authorities aimed at restricting or violating rights. and human freedoms.

In paragraph 570 of the judgment of the European Court of Justice in the case of OJSC “Yukos Oil Company v. Russia”, the ECtHR defined the statute of limitations as the statutory right of the offender not to be subjected to a warning or trial after a certain period after the offense had been committed. As the court noted, the limitation periods that are specific to the national legal systems of the participating States meet several objectives, which include ensuring legal certainty and finality [8].

It should be noted that the deadlines for appealing to the court for the protection of their rights, as well as the deadline for lodging an appeal or cassation appeal, are clearly set out for the parties to the case, and the implementation of other procedural actions is a 100% guarantee of ensuring and equal treatment of the parties. However, it is equally important to comply with the conditions for the inadmissibility of unreasonable and unlimited renewal by courts of missed deadlines, since national law refers to the discretion of the court to resolve this issue.

Many ECtHR decisions interpret the principle of legal certainty in the light of *res judicata*, the essence of which is the finality of a judgment, that is, neither party can and does not have the right to seek a re-examination of the final case for a new decision. But there are cases when it is possible to disregard this principle when it is caused by insurmountable circumstances (the cases of *Ryabikh v. Russia*, pp. 51, 52) [11].

At present, the ECtHR has developed a practice whereby courts at national level should give priority to the procedural laws established to appeal to a court for the protection of their rights, as well as to appeal against a court of appeal and cassation. Missing deadlines are only allowed in exceptional cases (usually due to force majeure circumstances).

In particular, the ECtHR in the case of *Svitlana Naumenko v. Ukraine* states that in cases of review of court decisions, both in terms of supervision and in connection with insurmountable and newly discovered circumstances, courts at the national level



should ensure that the parties observe the deadlines and not allow, that the principle of legal certainty would be violated by extending the appeal period [9].

In one of its cases, the ECtHR found violations of Art. 6 of the Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms on the ground that the period of appeal was extended after a considerable amount of time for the purpose of reconsidering and adopting a new decision (Ponomarev v. Ukraine, §§ 41-42 [10]).

In the *Golder v. The United Kingdom*, February 21, 1975, Series A, No. 18, p. 17-18, paragraphs. 35-36) The ECtHR has argued that Article 6 § 1 of the Convention guarantees everyone the right to sue in a civil action for his rights and obligations. In this form, this paragraph embodies the “right to a court”, one of the aspects of which is the right of access, that is, the right to initiate proceedings in a civil action. However, this right is not absolute. It may be subject to legal restrictions, such as statutory limitation, actions for securing a claim, regulating such a right against minors and mentally ill persons (*Stubbings and Others v. The United Kingdom v. United Kingdom*) of 22 October 1996, Reports 1996-IV, pp. 1502-3, pp. 51-52; and in *Tolstoy-Miloslavsky v. The United Kingdom*, 13 July 1995 year, Series A, No. 316-B, pp. 80-81, paragraphs 62-67).

In general, according to ECtHR practice, the application of procedural rules should avoid both excessive formalism that would affect the fairness of the procedure and unnecessary flexibility, which would lead to a reduction in procedural requirements established by law and a breach of the principle of legal certainty.

Therefore, the limitation period is the period for the protection of the claim of the person whose right has been violated. Limitation periods are generally general in nature and extend to all types of legal relationship except as provided by law. One of the components of the common part of civil law is the independent civil law institute, the rules of which contain the rules on limitation period. According to the legislation of Ukraine, the general limitation period is set at 3 years. That is, it is considered that this period is necessary and sufficient for the person to be aware of the fact of violation of his right, as well as to take appropriate adequate measures to protect him, including gathering evidence, preparing and filing a claim.

Based on international experience, we believe that the limitation period in Ukraine is not enough to protect their rights and interests. However, imposing an unlimited period of limitation or a longer period of time, first and foremost, for the purpose of hearing cases complicates the presentation of evidence and reduces its reliability.

Conclusions. Thus, setting a statute of limitations is a necessary element of individuals' access to justice, stabilizing civil and other legal relationships, and, most importantly, encouraging participants in legal relationships to exercise their rights and responsibilities in a timely manner.

However, it is worth noting that the limitation period, which is defined by the legislation of Ukraine, “inherited” from the Soviet Union and practically has not been revised, despite the realities of today.

Considering above, we think it appropriate to further examine this issue in the light of the practice and recommendations of the European Court of Human Rights in order to harmonize national and international legislation.



References

1. The Constitution of Ukraine of 28.06.1996 URL: [http:// zakon2.rada.gov.ua](http://zakon2.rada.gov.ua)
2. CIVIL CODE OF UKRAINE of January 16, 2003 No. 435-IV. URL: [http://zakon.rada.gov.ua/laws/ show / 435-15 / print](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15/print)
3. Abramov S.N. Statute of limitations / S.N. Abramov; under. ed. IT Golyakova. - 2nd ed., Revised. - M., 1946. - 24 p
4. Ring M.P. Statute of limitations in Soviet civil law // Moscow, 1952, p. 75
5. Shershenevich G.F. "A Textbook of Russian Civil Law" // Moscow, 1914.
6. Engelman I.E. "On limitation on Russian civil law." // SPB, 1901, pp. 1-2
7. K.R. Petrenko. Prescription in the Civil Law of Ukraine. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/421724.pdf>
8. Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_004#top
9. Case of Naumenko v. Ukraine (application no. 41984/98) Strasbourg, 9 November 2004. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/980_353
10. The case of Ponomaryov v. Ukraine (Application No. 3236/03) Strasbourg, 3 April 2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/974_434
11. The case of Ryabikh v. Russia 24.07.2003. URL: <http://www.echr.ru/documents/doc/new/003.htm>
12. Civil Law: (V.I . Borisova, L.M. Baranova, T.I. Begova, etc.). Right, 2011. URL: <http://194.44.152.155/elib/local/r56.pdf>



УДК 354(063)

**LOCAL GOVERNMENT IN THE CONTEXT OF REFORM AND
DECENTRALIZATION OF PUBLIC AUTHORITY****МІСЦЕВЕ САМОВРЯДУВАННЯ В КОНТЕКСТІ РЕФОРМУВАННЯ ТА
ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ****Kirika D.V. / Кіріка Д.В.***c.l.s., as.prof. / к.ю.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3633-0103

Kolosiuk I.A. / Колосюк І.А.*c.p.s., as. prof. / к.ф.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-4556-2026

*State agrarian and engineering university in Podilia,**Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300**Подільський державний аграрно-технічний університет,**Кам'янець-Подільський, Шевченка, 13, 32300*

Abstract. *Local governments as subjects of public administration in the context of reforming of the government are examined in the study. The main focus is directed to European standards that determine the degree of decentralization of political power, namely the measure of state intervention in the institutional transformation of civil society. The basic Ukrainian legislation that guarantees political, administrative and financial autonomy of local authorities and assists further institutional transformation of the state is analyzed. The necessity of redistribution of tasks, powers and resources of public authorities at central, regional and local levels is proved. In this context, the interaction of local self-government bodies with the executive power bodies is examined, that directly affects the state and legal reality of Ukraine. Attention is also paid to the problem of democratic transformation of state power in Ukraine, which requires significant modernization of current legislation.*

Key words: *state, local governments, subjects, reform of state power*

The high-quality organization of local power is the main resource and engine of Ukraine's European integration policy, which is determined by the publicity of the local government system, the level of decentralization of political power. Despite the fact that civil society in Ukraine is not yet very developed, the main levers for the formation of effective governance are far from perfect. As a result, a problem arises: the state, represented by the power elite is separated from society. Therefore, for citizens, the concept of "elite" is associated, by and in large number, with the top of executive and legislative power, with oligarchs. Citizens of Ukraine quite pessimistically characterize the modern political elite, for the most part corrupt, and authorities at all levels. To date, the resources for changing the existing model of power have been exhausted. In particular, the current system of power is not able to ensure the irreversibility of the process of democratic transformation, shows its limitations in the ability to prevent conflicts that unbalance the political system. Therefore, the best way out of this situation is the course of constitutional reform, which would clearly balance the role and functions of different authorities [1].

Each reform requires its performers and the understanding of the transformations they seek. The majority of the population of Ukraine perceives positively or neutrally the possible consequences of decentralization both in the context of Ukraine in general and in the context of its settlements in particular. In



total, 42 % expect to improve the situation in Ukraine (but only 7 % of them believe that the situation will definitely improve) and 39 % – to improve the situation in their settlement. Another 29 % and 32 %, respectively, hold the opinion that nothing will change, and 10 % and 8 %, respectively, believe that the situation will only get worse. At the end of 2017, 665 united territorial communities were formed in Ukraine, which covers 40 % of its territory. In 2018, it is planned to determine administrative centers that in 2019 will be able to independently make administrative decisions having delegated the appropriate authorities to citizens.

Let us recall the main stages of the implementation of the Concept of reforming local self-government and territorial authority in Ukraine (hereinafter the Concept).

The first (preliminary) phase (2014) was to:

- Amend the Constitution of Ukraine regarding the creation of executive committees of regional and district councils and the distribution of powers between them;
- Develop projects and adopt legislative acts to introduce a mechanism of direct democracy and improve the procedure for holding general assemblies of citizens;
- Provide state support to united territorial communities for 5 years after their establishment to improve infrastructure;
- Create a legislative framework for the realization of the right of territorial communities to cooperate on the basis of resource and organizational cooperation and receive state support for the implementation of such cooperation projects;
- make modeling of administrative-territorial units, legislatively regulate the system of administrative-territorial structure;
- Determine the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine as the main central executive body for the implementation of local self-government reforms;
- Complete the formation of legislative framework on the activities of local self-government bodies and executive bodies on a new territorial basis in accordance with the Concept;

The second phase of the Concept (2014-2015) was to:

- Unify and standardize public services provided to the population by local governments and executive authorities;
- Carry out institutional reorganization of local self-government bodies and executive bodies on a new territorial basis;
- Conduct local elections taking into account the reformed system;
- Improve community planning, solve the issue of providing newly formed communities with territory planning schemes and master plans [2].

In this regard, the President of Ukraine introduced the draft Law of Ukraine "On Amending the Constitution of Ukraine (regarding decentralization) dated July 1, 2015 No. 2217a. In particular, it determines that the administrative-territorial structure of Ukraine is based on the unity and integrity of the state territory, decentralization of power, ubiquity and self-sufficiency of local self-government, sustainable development of administrative-territorial units, taking into account historical, economic environmental, geographical and demographic features, ethnic and cultural traditions [3, art. 132].



By the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine "Certain Issues of Implementating the Concept of Reforming Local Self-Government and the Territorial Organization of Power in Ukraine dated September 22, 2016 No. 688, the government marked a new policy in reforming local self-government.

It was anticipated that this policy would facilitate to the implementation of local government reforms. The main activities were the development of conceptual proposals for sectoral reforms in the fields of education, healthcare, social protection, the development of draft laws of Ukraine on the basics of the administrative-territorial structure in the context of strengthening the responsibility of local authorities for decision-making; expansion of the list of services provided by administrative services centres and ensuring support in the Supreme Council of Ukraine of draft laws of Ukraine necessary for the implementation of reform, the conduct of outreach and the provision of advisory and methodological assistance, etc.

The essence of the reform was primarily reduced to the optimization of the system of territorial state authorities. The territorial organization of power as a scientifically based localization of interconnected spatial associations of systems and forms of organization of power is based on the regulatory framework and political organization of society. Three levels of territorial organization of power in the structure of the state are distinguished: macrolevel – the territory of the country; mezzalevel – territorial organization of power in regions and states; microlevel – local government (villages, towns, cities) [4, page 228].

Until recently, the following situations could become obstacles to the voluntary unification of territorial communities: unification of territorial communities was not foreseen by a long-term plan for the formation of territorial communities of the region; and in the region, a perspective plan is not approved at all; as a result of the voluntary association, the entry of the territorial community located in the territory of the neighboring region was foreseen. All identified problematic issues and some others were resolved by the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine in a letter dated September 1, 2016 No. 7/13-109032. Relations that arise in the process of voluntary unification of territorial communities of villages, towns and cities are regulated by the Law of Ukraine "On Voluntary Unification of Territorial Communities" dated February 5, 2015 No. 157-VII (hereinafter - Law of Ukraine No. 157-VII).

Article 4 of the Law No. 157-VII defines the following basic conditions for the voluntary association of territorial communities of villages, towns and cities:

- No other territorial community, which has its own representative body, may exist within a unified territorial community (hereinafter, OTG);
- The territory of the OTG should be inextricable, within the jurisdiction of the territorial community councils, that united;
- OTG shall be located within within the boundaries of single area;
- Factors that influence the socio-economic development of OTG are taken into account during decision-making in the voluntary association of territorial communities;
- The quality and accessibility of public services that are provided in OTG cannot be lower than than before unification [6].



In addition, it is provided in Part 4 of Article 4 of the Law of Ukraine No. 157-VII that the settlement (the village, the settlement, the city) which has the developed infrastructure is defined by the administrative center of the united territorial community and, as a rule, it is located most closer to the geographical center of the territory of OTG.

The formation of self-sufficient territorial communities takes place in the following sequence: the development of a long-term plan by the regional state administration and its approval by the regional council, the approval of a long-term plan by the Cabinet of Ministers; voluntary association of territorial communities; the formation of local self-government bodies of self-sufficient territorial communities.

Regarding the voluntary association in accordance with a long-term plan, the letter of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine dated September 1, 2016 No. 7/13-109032 indicates that the association of village, town, city territorial communities, in accordance with the long-term plan (and in case of its absence – in accordance with the Methodology for the formation of self-sufficient territorial communities, approved by the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 8, 2015 No. 2144) gives the newly formed community the opportunity to obtain a new legal status of a territorial community with the powers of cities of regional significance and direct inter-budget relations with the State Budget of Ukraine. That is, inter-budget transfers from the State budget of Ukraine are provided for such budgets and their tax capacity is leveled horizontally.

The Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine notes that an important incentive to unite territorial communities in accordance with a long-term plan is the provision of Art. 64 of the Budget Code of Ukraine, which defines the composition of revenues of the budgets of the united territorial communities. Act No. 157-VII defines State financial support for the voluntary association of territorial communities of villages, towns and cities by providing the united territorial community with finance in the form of subventions for the formation of the appropriate infrastructure in accordance with the plan for the socio-economic development of such a territorial community if its borders fully correspond to the boundaries indicated by the long-term plan for the formation of community territories. At the same time, the total amount of financial assistance is determined by the Law of Ukraine on the State Budget of Ukraine and is distributed among the budgetary associations of territorial communities created in accordance with the long-term plan for the formation of community territories, in proportion to the area of the united territorial community and the number of rural population in such a territorial community with an equal value of both these factors [5].

Under such conditions, the government promises to support district administrations with government subsidies in order to ensure the maximum effectiveness and productive activities of local governments. According to the officially published information of the mandatory revision, the amount of taxes and fees will be affected. Thus, a positive moment was the signing by the President of Ukraine the Law of Ukraine "On Amendments to the Budget Code of Ukraine regarding the crediting of certain administrative fees to local budgets" dated



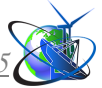
September 6, 2016 No. 1509-VIII, in accordance with it, income from the provision of administrative services is sent to the OTG general fund.

The ways of universal renewal of all spheres of social life, reflected in a number of strategic legal acts (Association Agreement between Ukraine and the European Union, Stable Development Strategy "Ukraine – 2020," Extraordinary Message of the President of Ukraine P. Poroshenko to the Supreme Council of Ukraine "On the Internal and External situation of Ukraine," the Program of the Cabinet of Ministers of Ukraine, the Coalition Agreement) and require a comprehensive understanding of the prospects for national reforms legislative support.

The identification of specific guidelines for the implementation of reforms and the identification of ways to implement them are institutionalized in the Plan of Legislative Support for Reforms in Ukraine (hereinafter – the Plan). The purpose of the Plan is to identify priority areas for improving the legal regulation of public relations on the basis of systemic and mutual coherence, as well as ensuring the effectiveness of reforms. To achieve this goal, such basic tasks must be achieved; on the basis of policy documents, international obligations of Ukraine, public and scientific initiatives, to formulate legislative guidelines for the implementation of reforms; differentiate generalized legislative initiatives in accordance with the sphere of reform, define the time frame of legislative support for reforms. The plan of legislative support for reforms in Ukraine is intended to become the basic platform for the implementation by the Supreme Council of Ukraine of political and legal foundations for the development of society and state, an instrument for achieving the goals of reforms in Ukraine [6].

Decentralization is impossible without the conscious assistance and effective implementation of it by society itself. According to the European Charter on Local Self-Government, which is part of Ukrainian law, local self-government is, in particular, the right and the ability of local self-government bodies to regulate and manage a significant part of public affairs that is inside of their competence, in the interests of the local population. Most Ukrainians are already aware of the advantages of decentralization. They understand that than larger population and territory, than larger budget, the accumulation of resources and a more tangible step forward.

By a Decree of the President of Ukraine, the Constitutional Commission was formed, and in the parliament – expert groups on legislative provision of decentralization of power and reform of local self-government. Now an inventory of problematic issues of the functioning of village communities is being carried out and a package of laws is being developed to comprehensively support the Ukrainian village, in particular, to expand the powers of communities in the land sphere. On government level we are talking about the need to accelerate the development of terms for the development of long-term plans for the formation of community territories, the identification of influence areas, passports of territorial communities and the involvement of international experts in field work. But the statistics are not so comforting. Only one of three Ukrainians (36 %) has a formed view of the united territorial communities, while 41 % have not yet cleared out their position. At the same time, only 13 % say that they are indifferent to this issue. Only 3 % of the population of Ukraine are in favor of forced unification of communities, and 71 % of



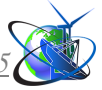
Ukrainians are in favor of voluntary unification of communities (64 % of them believe that citizens should unite voluntarily by decision of the population of the communities that plan to unite) [4].

The most difficult question arises here: will the newly formed territorial units in the near future actually and independently solve complex issues that used to be centralized? The functioning of the Congress of Public Associations of Ukraine since 2015 is optimistic. Its purpose was to ensure direct and alternative participation (through extra-parliamentary legislative and executive opposition) in the development and implementation decisions of the legislative and executive branch of power in the presence of transparent professional popular control.

Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Amending the Methodology for the Formation of Self-Sufficient Territorial Communities" dated September 6, 2016 No. 601 will resolve the issues of amending the long-term plans for the formation of territorial communities of the regions, submitting such changes to the government for consideration, as well as officially approving the composition of the united territorial communities included in the corresponding long-term plan. In addition, a list of territorial communities that are part of self-sufficient territorial communities was secured in order to avoid errors during the determination of the amount of inter-budget transfers from the State budget of Ukraine to the newly formed OTG.

References:

1. Kirika D.V. Spontanny vplyv detsentralizatsiyi na pravosvidomist' hromadyans'koho suspil'stva. Antroposotsiokul'turna pryroda prava: materialy naukovoï konferentsiyi (Chernivtsi, 25-27 travnya 2016 r.). Chernivtsi: CHNU, 2016. S. 274-282.
2. Pro skhvalennya Kontseptsiyi reformuvannya mistsevoho samovryaduvannya ta terytorial'noyi orhanizatsiyi vlady v Ukrayini: Rozporyadzhennya Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 1 kvitnya 2014 r. № 333-r / Kabinet Ministriv Ukrayiny. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/333-2014-p>.
3. Proekt Zakonu pro vnesennya zmin do Konstytutsiyi Ukrayiny (shchodo detsentralizatsiyi vlady) № 2217a vid 1 lypnya 2015 r. / Verkhovna Rada Ukrayiny. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=55812.
4. Voytsekhovs'kyi N.V. Pravova pryroda mezh derzhavnoyi vlady ta vlady mistsevoho samovryaduvannya. Antroposotsiokul'turna pryroda prava: materialy naukovoï konferentsiyi (Chernivtsi, 25-27 travnya 2016 r.). Chernivtsi: CHNU, 2016. S. 225-231.
5. Pro dobrovil'ne ob'yednannya terytorial'nykh hromad: Zakon Ukrayiny vid 5 lyutoho 2015 r. № 157-VII (stanom na 1 sichnya 2018 r.) / Verkhovna Rada Ukrayiny. Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny. 2015. № 13. St. 91.
6. Pro Plan zakonodavchoho zabezpechennya reform v Ukrayini: Postanova Verkhovnoyi Rady Ukrayiny vid 4 chervnya 2015 r. № 509-VIII / Verkhovna Rada Ukrayiny. Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny. 2015. № 31. St. 297.



Анотація. У роботі розглядаються органи місцевого самоврядування як суб'єкти публічного адміністрування в контексті реформування державної влади. Основна увага спрямована на євростандарти, які визначають ступінь децентралізації політичної влади, а саме міру втручання держави в інституціональні перетворення громадянського суспільства. Аналізується провідне законодавство України, що гарантує політичну, адміністративну й фінансову самостійність місцевим органом влади та сприяє подальшим інституціональним перетворенням у державі. Доводиться необхідність перерозподілу завдань, повноважень і ресурсів органів публічної влади на центральному, регіональному і місцевому рівнях. У цьому контексті досліджується взаємодія органів місцевого самоврядування з органами виконавчої влади, що безпосередньо впливає на державно-правову реальність України. Також приділено увагу проблематиці демократичної трансформації державної влади в Україні, розв'язання якої потребує суттєвої модернізації чинного законодавства.

Ключевые слова: держава, органи місцевого самоврядування, суб'єкти, реформування державної влади.

Article submitted: 15.06.2020

© Kirika D.V.

© Kolosiuk I.A.



Expert-Peer Review Board of the journal Экспертно-рецензионный Совет журнала

Abdulveleva Rauza Rashitovna, Orenburg State University, Russia
Antoshkina Elizaveta Grigorevna, South Ural State University, Russia
Artyuhina Marina Vladimirovna, Slavic State Pedagogical University, Ukraine
Afinskaya Zoya Nikolaevna, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia
Bashlaj Sergej Viktorovich, Ukrainian Academy of Banking, Ukraine
Belous Tatyana Mihajlovna, Bukovinian State Medical Academy, Ukraine
Bondarenko Yuliya Sergeevna, PSU named after T.G. Shevcheckko Department of Psychology, Ukraine
Butyrskij Aleksandr Gennadevich, Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Russia
Vasilishin Vitalij Yaroslavovich, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
Vojcehovskij Vladimir Ivanovich, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
Gavrilova Irina Viktorovna, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia
Ginis Larisa Aleksandrovna, South Federal University, Russia
Gutova Svetlana Georgievna, Nizhnevartovsk State University, Russia
Ivanova Svetlana Yurevna, Kemerovo State University, Russia
Ivlev Anton Vasilevich, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia
Idrisova Zemfira Nazipovna, Ufa State Aviation Technical University, Russia
Iliev Veselin, Bulgaria
Kirillova Tatyana Klimentevna, Irkutsk State Transport University, Russia
Kovalenko Tatyana Antolevna, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia
Kotova Svetlana Sergeevna, Russian State Vocational Pedagogical University, Russia
Krestyanpol Lyubov Yurevna, Lutsk State Technical University, Ukraine
Kuhtenko Galina Pavlovna, National University of Pharmacy of Ukraine, Ukraine
Lobacheva Olga Leonidovna, Mining University, Russia
Lyashenko Dmitrij Alekseevich, National Transport University, Ukraine
Makarenko Andrej Viktorovich, Donbass State Pedagogical University, Ukraine
Melnikov Aleksandr Yurevich, Donbass State Engineering Academy, Ukraine
Moroz Lyudmila Ivanovna, "National University" "Lviv Polytechnic" "", Ukraine
Muzylyov Dmitrij Aleksandrovich, Kharkov National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko, Ukraine
Nadopta Tatyana Anatolievna, Khmelnytsky National University, Ukraine
Napalkov Sergej Vasilevich, Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Russia
Nikulina Evgeniya Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia
Orlova Anna Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia
Osipov Viktor Avenirovich, Tyumen State University, Russia
Privalov Evgenij Evgrafovich, Stavropol State Agrarian University, Russia
Pyzhyanova Nataliya Vladimirovna, Ukraine
Segin Lyubomir Vasilovich, Slavic State Pedagogical University, Ukraine
Sergienko Aleksandr Alekseevich, Lviv National Medical University named after Daniil of Galitsky, Ukraine
Sochinskaya-Sibirceva Irina Nikolaevna, Kirovograd State Technical University, Ukraine
Sysoeva Vera Aleksandrovna, Belarusian National Technical University, Belarus
Tleuov Ashat Halilovich, Kazakh Agro Technical University, Kazakhstan
Tolbatov Volodimir Aronovich, Sumy State University, Ukraine
Tolbatov Sergij Volodimirovich, Sumy National Agrarian University, Ukraine
Hodzhaeva Gyulnaz Kazym kyzy, Russia
Chigirinskij Yulij Lvovich, Volgograd State Technical University, Russia
Shehmirzova Andzhela Muharbievna, Adygea State University, Russia
Shpinkovskij Aleksandr Anatolevich, Odessa National Polytechnic University, Ukraine

**CONTENTS / СОДЕРЖАНИЕ****Industrial safety. Industrial accident prevention****Безопасность деятельности человека**<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-003> 5

COMPARATIVE ANALYSIS OF ESTIMATION OF MATERIAL COSTS FOR THE AUTOMATED RADIATION MONITORING SYSTEM (ARMS) AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF A RADIATION ACCIDENT AT A NUCLEAR FACILITY. PART 1

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА АСКРО И ЛИКВИДАЦИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ НА ОИАЭ. ЧАСТЬ 1

Elokhin A.P./Елохин А.П., Starodubtsev I.A./Стародубцев И.А

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-004> 18

COMPARATIVE ANALYSIS OF ESTIMATION OF MATERIAL COSTS FOR THE AUTOMATED RADIATION MONITORING SYSTEM (ARMS) AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF A RADIATION ACCIDENT AT A NUCLEAR FACILITY. PART 2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА АСКРО И ЛИКВИДАЦИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ НА ОИАЭ. ЧАСТЬ 2

Elokhin A.P./Елохин А.П., Starodubtsev I.A./Стародубцев И.А

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-008> 32

RESEARCH OF BIOCHEMICAL PARAMETERS OF HUMAN ORGANISM IN NORM AND IN PATHOLOGY WITH THE USE OF NON-INVASIVE METHODS

ВИВЧЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ В НОРМІ ТА ПРИ ПАТОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕІНВАЗИВНИХ МЕТОДІВ

Gorila M. B./Gorelaya M.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-043> 46

ECOLOGICAL AUDIT OF THE PROTECTED AREAS OF EASTERN PODILLYA: CURRENT STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS OF IMPROVEMENT

Mudrak O.V./Мудрак О.В., Mudrak H.V./Мудрак Г.В.

Innovations in medicine, pharmaceuticals, veterinary medicine**Инновации в медицине, фармацевтике, ветеринарии**<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-010> 53

INFLUENCE OF SODIUM PARECOXYBE ON CELLS OF ERYTHROCITAR RANGE OF BONE MARROW OF LABORATORY MICE IN VIVO

ВЛИЯНИЕ ПАРЕКОКСИБА НАТРИЯ НА КЛЕТКИ ЭРИТРОЦИТАРНОГО РЯДА КОСТНОГО МОЗГА ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ IN VIVO

Ivanov A.S./Иванов А.С.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-087>

65

METABOLISM OF LIPIDS IN PLASMA AND BLOOD ERYTHROCYTES IN PATIENTS WITH SEVERE PULMONARY TUBERCULOSIS, ITS FEATURES*МЕТАБОЛІЗМ ЛІПІДІВ У ПЛАЗМІ ТА ЕРИТРОЦИТАХ КРОВІ У ХВОРИХ НА ТУБЕРКУЛЬОЗ ЛЕГЕНЬ ІЗ ТЯЖКИМ ПЕРЕБІГОМ, ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ**Pikas O.B./Пікас О.Б.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-088>

73

THE STATE OF GASTRIN AND MICROFLORA OF THE STOMACH AND INTESTINES IN RATS WITH PROLONGED HYPOACIDITY, THEIR CORRECTION*СТАН ГАСТРИНУ ТА МІКРОФЛОРИ ШЛУНКА І КИШКІВНИКА У ЩУРІВ ПРИ ТРИВАЛИЙ ГІПОАЦИДНОСТІ, ЇХ КОРЕКЦІЯ**Pikas P.B./Пікас П.Б., Beregova T.V./Берегова Т.В.***Innovative approaches in jurisprudence*****Инновационные подходы в юриспруденции***<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-009>

79

CURRENT ASPECTS OF INSURANCE INSTITUTE: A COMPARATIVE-LEGAL ANALYSIS*СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИНСТИТУТА ИСКОВОЙ ДАВНОСТИ: СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ**Bezhevets A.M./Бежевец А.М., Afanasiev D.V./Афанасьев Д.В.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit12-05-058>

85

LOCAL GOVERNMENT IN THE CONTEXT OF REFORM AND DECENTRALIZATION OF PUBLIC AUTHORITY*МІСЦЕВЕ САМОВРЯДУВАННЯ В КОНТЕКСТІ РЕФОРМУВАННЯ ТА ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ**Kirika D.V./Кіріка Д.В., Kolosiuk I.A./Колосяк І.А.*



International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 84.35)

Issue №12

Part 5

June 2020

Development of the original layout - Sergeieva&Co

Signed: 14.07.2020

Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe
e-mail: editor@modernt techno.de
site: www.modernt techno.de



*The publisher is not responsible for the reliability of the
information and scientific results presented in the articles*

With the support of International research
project SWorld
www.sworld.education

