

ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)

2021 • 5

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

---

**ДОКЛАДЫ**  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**  
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944



ALMATY, NAS RK

**Бас редактор:**

**ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

**Редакция алқасы:**

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич** (бас редактордың орынбасары), медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

**РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы** (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан) Н = 23

**ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

**САНГ-СУ Квак**, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корей биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері (Дэчон, Корея) Н = 34

**БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы**, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан) Н = 12

**ӘБИЕВ Руфат**, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі (Санкт-Петербург, Ресей) Н = 14

**ЛОКШИН Вячеслав Нотанович**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш Республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Ақушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі (Чебоксары, Ресей) Н = 23

**ФАРУК Асана Дар**, Хамдар аль-Маджида Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің профессоры (Карачи, Пәкістан) Н = 21

**ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович**, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ) Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика)**, Нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н = 26

**РОСС Самир, Ph.D**, Миссисипи университетінің Фармация мектебі өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу орталығының профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 26

**МАЛЪМ Анна**, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша) Н = 22

**ОЛИВЬЕРО Росси Сезаре, Ph.D (химия)**, Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия) Н = 27

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология; физикалық және химиялық ғылымдар.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

**Главный редактор:**

**ЖУРИНОВ Мурат Журинович**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

**Редакционная коллегия:**

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич** (заместитель главного редактора), доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 11

**РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич** (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан) Н = 23

**АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

**САНГ-СУ Квак, доктор философии** (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея) Н = 34

**БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович**, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан) Н = 12

**АБИЕВ Руфат**, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия) Н = 14

**ЛОКШИН Вячеслав Нотанович**, академик НАН РК, доктор медицинских наук, профессор, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан) Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия) Н = 23

**ФАРУК Асана Дар**, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

**ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович**, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США) Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия) Н = 26

**РОСС Самир**, доктор Ph.D, профессор Школы фармации Национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 26

**МАЛЪМ Анна**, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша) Н = 22

**ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре**, доктор философии (Ph.D, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия) Н = 27

**Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы). Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии и медицины; физические и химические науки.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219; тел. 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

**Editor in chief:**

**ZHURINOV Murat Zhurinovich**, Doctor of Chemistry, Professor, Academician of NAS RK, President of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky" (Almaty, Kazakhstan) H = 4

**Editorial board:**

**BENBERIN Valery Vasilievich**, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 11

**RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich**, Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan) H = 23

**ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich**, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the International Scientific and Production Holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

**SANG-SOO Kwak**, Ph.D in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB) (Daecheon, Korea) H = 34

**BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan) H = 12

**ABIYEV Rufat**, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia) H = 14

**LOKSHIN Vyacheslav Notanovich**, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan) H = 8

**SEMENOV Vladimir Grigorievich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia) H = 23

**PHARUK Asana Dar**, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan) H = 21

**TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA) H = 27

**CALANDRA Pietro**, Ph.D in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H = 26

**ROSS Samir**, Ph.D, Professor, School of Pharmacy, National Center for Scientific Research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 26

**MALM Anna**, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland) H = 22

**OLIVIERRO ROSSI Cesare**, Ph.D in Chemistry, Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy) H = 27

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine; physical and chemical sciences.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

УДК 615.849.5; 539.12.04  
МРНТИ 29.15.35Зарипова Ю.А.<sup>1,\*</sup>, Гладких Т.М.<sup>1,2</sup>, Бигельдиева М.Т.<sup>1</sup>, Дьячков В.В.<sup>1</sup>, Юшков А.В.<sup>1</sup><sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;<sup>2</sup>Сункар, Алматы, Казахстана.

E-mail: ZJ\_KazNU@mail.ru

**МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОГЛОЩЕНИЯ  
ГАММА-КВАНТОВ НА ПУЧКЕ МЕДИЦИНСКОГО УСКОРИТЕЛЯ ELEKTA AXESSE**

**Аннотация.** В настоящей статье авторами предложена новая методика измерения линейных коэффициентов ослабления на линейном медицинском ускорителе Elekta Axesse. Были получены линейные коэффициенты ослабления для четырех образцов при различной концентрации веществ при энергии гамма-квантов 6 МэВ. Для регистрации прошедшего пучка гамма-квантов сквозь исследуемые образцы в качестве детектора использовалась унифицированная ионизационная камера. Были получены коэффициенты линейного поглощения для элементов В, С, О, S, Fe, Ba с учетом их концентрации, а также с учетом различного массового включения в исследуемые образцы парафина, который представляет собой ациклические углеводороды  $C_nH_{2n+2}$ . Результаты измерения показали, что учет тех или иных компонент в примесях приводит к относительно небольшим, но достаточно заметным различиям в определении полных коэффициентов поглощения. Особенно это важно учитывать для определения концентрации легких элементов в образцах. Для определения содержания же средних и тяжелых химических элементов учетом содержания легких элементов можно пренебречь. Использование пучка гамма-квантов с энергией 6 МэВ позволило уменьшить погрешности в определении коэффициентов поглощения, так как их зависимость от энергии в области применимой энергий гамма-квантов не так велика в сравнении с областью низких энергий, в которой оболочечные эффекты для тяжелых элементов будут вносить существенный вклад.

**Ключевые слова:** линейные коэффициенты поглощения, гамма-гамма-метод для определения концентрации примесей в веществе, массовые коэффициенты поглощения, прохождение гамма-квантов через вещество, Комптон эффект, рождение электрон-позитронных пар, доза поглощения, линейный медицинский ускоритель.

**Введение.** С начала развития ядерной физики радиоактивное излучение используется в различных ее областях: медицинской физики [1-3], дозиметрии и радиационной защите [4-6], промышленности и технологий [7, 8], радиационной биофизики [9, 10]. Уровень развития современной биофизики требует создания все более совершенных моделей внутриклеточного взаимодействия живой материи – органелл, мембран, ядра, ДНК и РНК. При решении же проблем ядерной медицины, в частности, проблем радиационной повреждаемости клетки и, в особенности, клеточного ядра, содержащего весь аппарат наследственности, актуально привлечение определенного арсенала средств и методов ядерной физики. В частности, необходимы точные значения величин пробегов альфа-частиц и коэффициентов линейного поглощения гамма-квантов, практически для всех элементов менделеевской таблицы. Эти же сведения важны и для других приложений. В связи с отсутствием электрического заряда и массы у гамма-излучения, изучение механизмов ослабления гамма-излучения в веществе является актуальной задачей и одним из наиболее важных аспектов использования гамма-лучей в ядерной медицине [11-13].

Наиболее важными величинами, характеризующими проникновение и диффузию гамма-лучей в протяженных средах, являются его коэффициенты ослабления [14]. Точные данные об этих величинах необходимы для использования гамма-излучения во многих областях, таких как ядерная медицина, томография, онкология и радиационная биофизика. Измерения и вычисления коэффициентов

ослабления с использованием различных методов и материалов были выполнены различными группами [15-20]. Теоретические значения массовых коэффициентов ослабления можно найти в [21].

Целью настоящего исследования было измерение коэффициентов линейного поглощения гамма-квантов в образцах, содержащих легкие химические элементы и примеси среднетяжелых и тяжелых элементов. Отличием данной работы от исследований, проводимых другими научными группами [15-20], является непосредственное измерение коэффициентов поглощения при взаимодействии гамма-квантов с энергией 6 МэВ с веществом на медицинском линейном ускорителе Elekta. Он, специально предназначен для дистанционной лучевой терапии и имеет маленький энергетический разброс. При данной энергии гамма-квантов необходимо учитывать вклад только двух механизмов: Комптон эффекта и рождения электрон-позитронных пар в поле ядра. Это позволяет уменьшить погрешности в определении коэффициентов поглощения, так как их зависимость от энергии гамма-квантов не так велика, как, например, в сравнении с областью низких энергий, в которой оболочечные эффекты для тяжелых элементов будут вносить существенный вклад.

**Материалы и методы.** Для изучения коэффициентов линейного поглощения гамма-квантов в исследуемых химических элементах в качестве источника гамма-квантов использовался электронный ускоритель Elekta Axesse [22]. Энергия гамма-квантов в пучке составляла 6 МэВ. На рисунке 1 показана схема устройства электронного ускорителя Elekta Axesse. Принцип действия установки электронного ускорителя Elekta Axesse подробно описан в [22]. На рисунке 2 представлены фотографии проведения экспериментов по облучению гамма-квантами образцов.

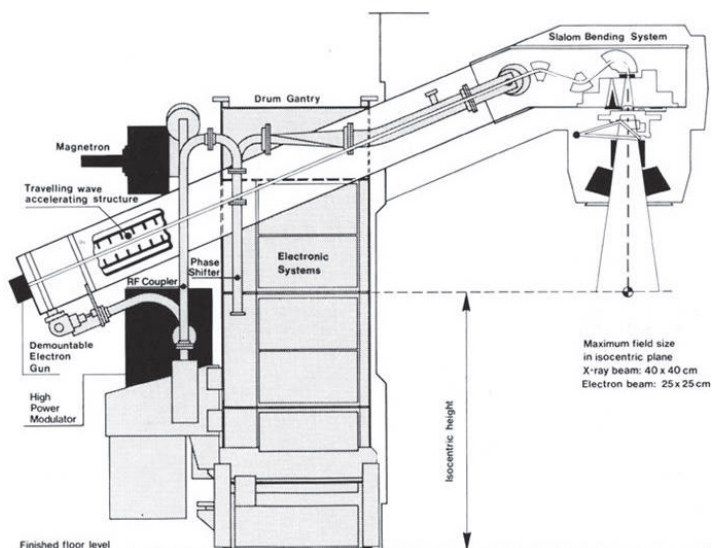


Рисунок 1 – Схема устройства электронного ускорителя Elekta Axesse [22]

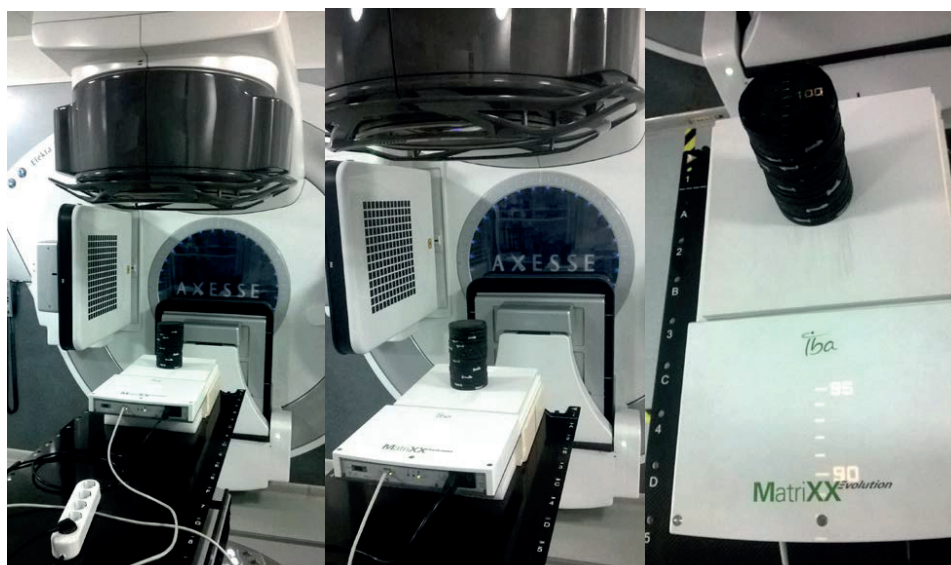


Рисунок 2 – Исследуемые образцы на подвижном столике электронного ускорителя Elekta Axesse.

Для изучения коэффициентов линейного поглощения в исследуемых химических элементах были использованы образцы, химический состав которых представлен в таблице 1. Образцы были изготовлены в Каирском университете (Арабская Республика, Египет) и предварительно проанализированы в [23]. Геометрически образцы представляют собой цилиндры диаметром 100 мм и высотой 10 мм. Каждый образец состоял из 20 шт. одинаковых цилиндров.

Таблица 1 – Состав примесей и их массовые доли в исследуемых образцах

Composition Part per hundred (gram)	Samples			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Styrene butadiene rubber (SBR)	2000	2000	2000	2000
Boron carbide ( $B_4C$ )	800	800	800	800
Magnetite ( $Fe_3O_4$ )	800	0	1600	0
Barium sulphate ( $BaSO_4$ )	0	800	0	1600
Carbon black (haf-330)	600	600	600	600
Stearic acid	100	100	100	100
ZnO	100	100	100	100
Paraffin Wax	1600	1600	800	800
Di-Octyl phthalate (DOP)	200	200	200	200
MBTS	40	40	40	40
PBN	20	20	20 </td <td>20</td>	20
Sulphur	40	40	40	40
TMQ	10	10	10	10
density	1.19	1.19	1.43	1.43

Были получены коэффициенты линейного поглощения для элементов В, С, О, S, Fe, Ва с учетом их концентрации, а также с учетом различного массового включения в исследуемые образцы парафина, который представляет собой  $C_n H_{2n+2}$ .

Измерения поглощенной дозы пучка гамма-квантов выполнялись следующим методом (рисунок 3): детектор (1), который был размещен на подвижном столе, перемещался с увеличением толщины исследуемого образца (2) на соответствующую величину равную 1 см. Таким образом, в используемом методе толщина воздушной прослойки (h), находящейся между образцом и источником, оставалась постоянной и была равна 100 см.

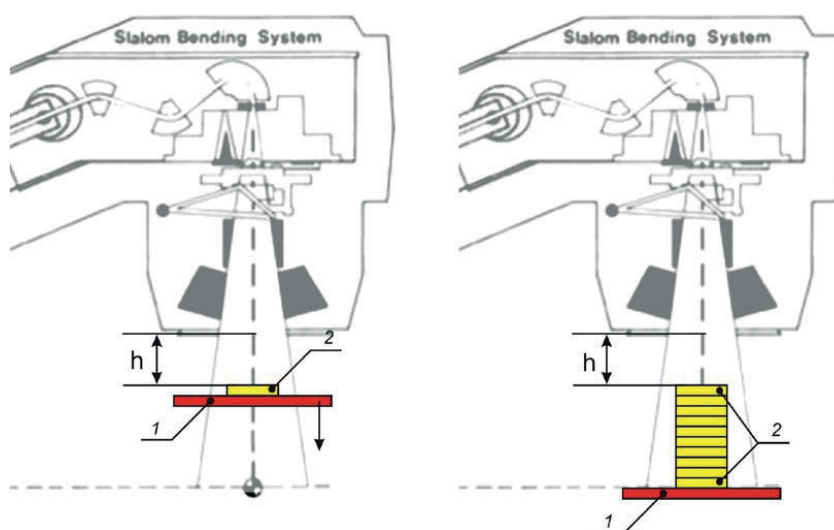


Рисунок 3 – Схема и геометрия измерений

В качестве регистрирующей системы используется унифицированная ионизационная камера с активной площадью 24,4 см × 24,4 см. В ней расположены 1020 датчиков в сетке 32×32. Погрешность регистрации поглощенной дозы ±1.0% [22]. Детектирование формы пучка гамма-квантов, прошедшего

сквозь исследуемый образец, и его интенсивности осуществлялась стандартным программным средством, которое поставляется с данным линейным ускорителем [22]. На рисунке 4 представлен профиль пучка и поглощенная доза гамма-квантов, вычисленная программным комплексом электронного ускорителя.

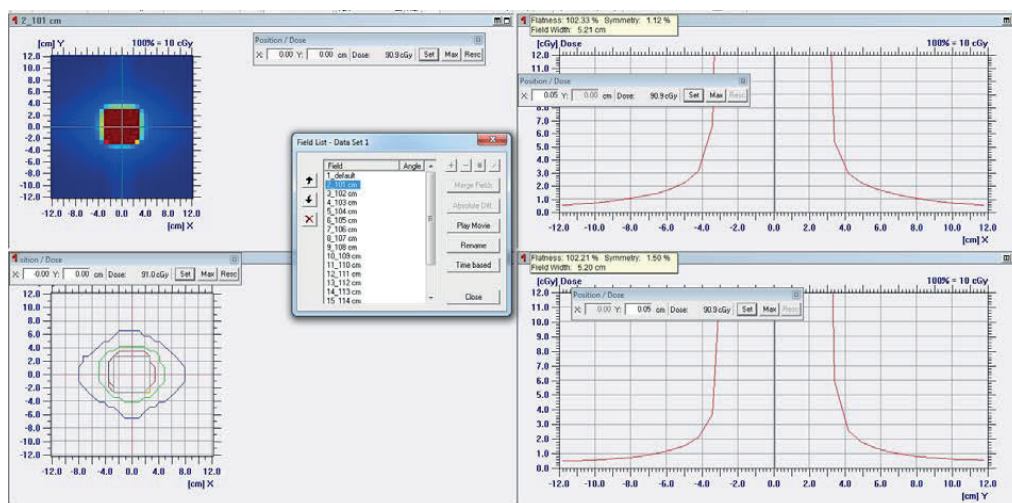


Рисунок 4 – Профиль пучка гамма-квантов

**Результаты и их обсуждение.** В результате измерений были получены данные (таблица 2) и построены зависимости дозы поглощения от толщины четырех образцов.

Таблица 2 – Исходные значения, полученные данным методом

Количество образцов	Образец 1, доза, сГр	Образец 2, доза, сГр	Образец 3, доза, сГр	Образец 4, доза, сГр
20	27,2	27	23,5	23,4
19	28,6	28,4	24,9	24,8
18	30	29,9	26,4	26,2
17	31,5	31,5	27,9	27,8
16	33,1	33,1	29,6	29,4
15	34,8	34,8	31,4	31,2
14	36,6	36,5	33,2	33
13	38,5	38,4	35,2	35
12	40,5	40,4	37,2	37
11	42,5	42,5	39,3	39,1
10	44,7	44,6	41,7	41,4
9	46,9	46,9	44	43,9
8	49,3	49,2	46,5	46,4
7	51,6	51,6	49,2	49
6	54,1	54	51,9	51,8
5	56,7	56,5	54,8	54,6
4	59,2	59	57,6	57,5
3	61,7	61,6	60,5	60,4
2	64,2	64	63,3	63,2
1	66,5	66,4	65,9	66
0	67,5	67,5	67,4	67,4

Для сравнения с экспериментальными данными были рассчитаны линейные коэффициенты поглощения гамма-квантов для примесей в виде химических элементов В, С, О, S, Fe, Ва с учетом



их концентрации. На рисунках 5-6 представлены справочные значения коэффициентов поглощения для исследуемых химических элементов, которые взяты из [25]. Уравнение на рисунке 5 является результатом интерполяции значений исследуемых химических элементов. Основные эффекты взаимодействия гамма-квантов с энергией 6 МэВ с веществом возникают за счет вклада двух основных механизмов, это Комптон эффекта и рождения электрон-позитронных пар в поле ядра [25]. Использование пучка гамма-квантов с энергией 6 МэВ позволило уменьшить погрешности в определении коэффициентов поглощения, так как их зависимость от энергии гамма-квантов не так велика, например, в сравнении с областью низких энергий, в которой оболочечные эффекты для тяжелых элементов будут вносить существенный вклад.

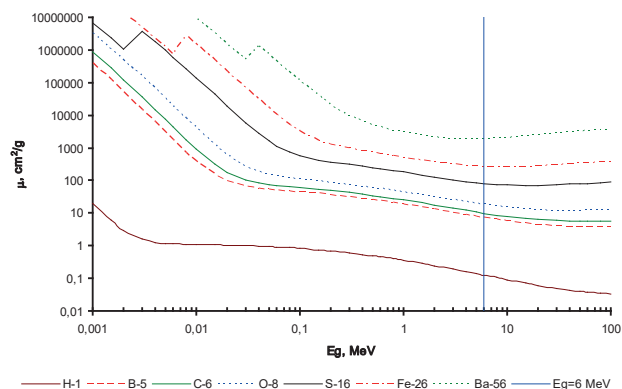


Рисунок 5 – Массовые коэффициенты поглощения гамма-квантов для некоторых химических элементов [25]

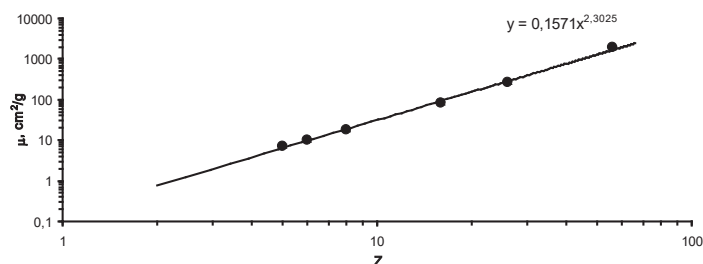


Рисунок 6 – Массовые коэффициенты поглощения гамма-квантов с энергией 6 МэВ для исследуемых химических элементов [25].

Ослабление узкого пучка монохроматического гамма-излучения при прохождении через слой среды толщиной  $x$  и плотностью  $\rho$ , содержащей элементы с атомными номерами  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ , происходит по следующему закону [24]

$$I = I_0 e^{-\rho x \sum_{i=1}^n \mu_i c_i},$$

где  $I, I_0$  – интенсивность пучка до и после ослабления;  $c_i$  – концентрация химического элемента в смеси с атомным номером  $Z_i$ ;  $\mu_i = \mu_i(Z_i, E_\gamma)$  – массовый коэффициент ослабления для данного элемента

По составу примесей и их массовой доли в образцах (таблица 1) были вычислены  $c$  и  $\mu_i$ , а также полный коэффициент поглощения для каждого соответствующего образца. Результаты теоретических коэффициентов представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Химический состав исследуемых образцов

Z	Символ	$m$	Образец 1, $c_i$	Образец 2, $c_i$	Образец 3, $c_i$	Образец 4, $c_i$
5	B	0.138238	0.097525	0.097525	0.097525	0.097525
6	C	0.1017	0.029258	0.029258	0.029258	0.029258
8	O	0.0555	0.034975	0.035279	0.069949	0.070557

16	S	0.012355	0	0.017639	0	0.035279
26	Fe	0.003809	0.091808	0	0.183617	0
56	Ba	0.000528	0	0.0755186	0	0.151037
Парафин	$C_n H_{2n+2}$	0.010885	0.206022	0.206022	0.103011	0.103011
С парафином	$\sum_i^n \mu_i c_i$	-	<b>0.020693</b>	<b>0.020618</b>	<b>0.0220115</b>	<b>0.021861</b>
Без парафина	$\sum_i^n \mu_i c_i$	-	<b>0.018748</b>	<b>0.0186730</b>	<b>0.0210388</b>	<b>0.020889</b>

С учетом экспериментальной поправки результаты экспериментальных и теоретических коэффициентов поглощения для исследуемых образцов приведены в таблице 4 и на рисунке 7.

Таблица 4 - Коэффициентов поглощения для исследуемых образцов

	$\mu$	$\rho$	С парафином, $\mu$	Без парафина, $\mu$
Образец 1	0.0479	1.19	0.05038	0.048065
Образец 2	0.048	1.19	0.050291	0.047976
Образец 3	0.0551	1.43	0.057231	0.05584
Образец 4	0.0554	1.43	0.057017	0.055626

Из полученных значений коэффициентов поглощения видно, что вклад линейного коэффициента поглощения в парафине невелик из-за содержания в своем составе легких элементов.

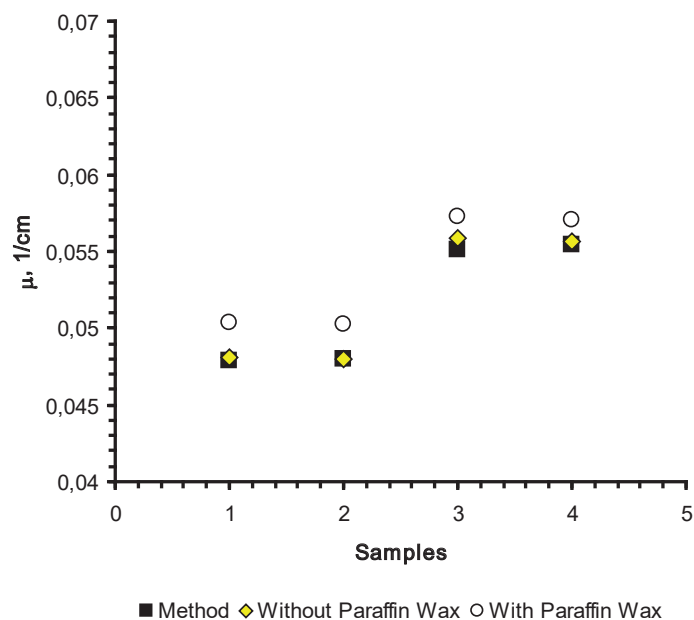


Рисунок 7 – Коэффициенты поглощения гамма-квантов с энергией 6 МэВ для исследуемых образцов.

Таким образом, полученные суммарные коэффициенты ослабления образцов, содержащих легкие химические элементы и примеси среднетяжелых и тяжелых элементов, позволят получить более точные данные доз для разрушения онкологических образований потенциальных пациентов.

**Заключение.** 1. Были получены экспериментальные линейные коэффициенты ослабления для четырех образцов с различной концентрацией веществ.

2. Учет тех или иных компонент в примесях приводит к относительно небольшим, но достаточно

заметным различиям в определении полных коэффициентов поглощения. Особенно это важно учитывать для определения концентрации легких элементов в образцах данным методом. Для определения содержания средних и тяжелых химических элементов учетом содержания легких элементов можно пренебречь.

3. Использование пучка гамма-квантов с энергией 6 МэВ позволило уменьшить погрешности в определении коэффициентов поглощения, так как их зависимость от энергии в области применимой энергий гамма-квантов не так велика в сравнении с областью низких энергий, в которой оболочечные эффекты для тяжелых элементов будут вносить существенный вклад.

Работа выполнена при поддержке государственного грантового финансирования научных исследований Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по проекту (№ ИРН АР09058404).

**Зарипова Ю.А.<sup>1,\*</sup>, Гладких Т.М.<sup>1,2</sup>, Бигельдиева М.Т.<sup>1</sup>, Дьячков В.В.<sup>1</sup>, Юшков А.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Сұңқар, Алматы, Қазақстан.

E-mail: \*ZJ\_KazNU@mail.ru

### **ELEKTA AXESSE МЕДИЦИНАЛЫҚ ҮДЕТКІШІНІҢ СӘУЛЕСІНДЕ СЫЗЫҚТЫҚ ГАММА-КВАНТ СІЦІРУ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІН ӨЛШЕУ ӘДІСІ**

**Аннотация:** Бұл мақалада авторлар Elekta Axesse сызықтық медициналық үдеткішінде сызықтық әлсіреу коэффициенттерін өлшеудің жаңа әдісін ұсынады. 6 МэВ гамма-сәулелік энергиясындағы заттардың әр түрлі концентрациясында, төрт сынама бойынша сызықтық әлсіреу коэффициенттері алынды. Зерттелетін үлгілер арқылы жіберілген гамма-сәулені тіркеу үшін детектор ретінде бірыңғай ионизациялық камера қолданылды. В, С, О, S, Fe, Ba элементтерінің концентрациясын ескере отырып, олардың сіңірілуінің сызықтық коэффициенттері алынды, сонымен қатар бұл  $C_nH_{2n+2}$  ациклді көмірсутектері түріндегі зерттелетін үлгілерге парафиннің массалық әр түрлі қосылуын ескере отырып алынды. Өлшеу нәтижелері көрсеткендей, қоспалардың құрамындағы кейбір компоненттерді есепке алу жалпы сіңіру коэффициенттерін анықтауда салыстырмалы түрде аз, бірақ айтарлықтай байқалатын айырмашылықтарға әкеледі. Бұл, әсіресе, осы әдіс арқылы үлгілердегі жеңіл элементтердің концентрациясын анықтау кезінде ескерілуі қажет. Орташа және ауыр химиялық элементтердің құрамын анықтау үшін жеңіл элементтердің мазмұнын ескеруге болмайды. 6 МэВ энергиясы бар гамма-квантты үдеткішті қолдану, сіңіру коэффициенттерін анықтаудағы қателіктерді азайтуға мүмкіндік берді, өйткені олардың қолданылатын гамма-кванттық энергиялар аймағында энергияға тәуелділігі төмен энергия аймағымен салыстырғанда онша үлкен емес, онда ауыр элементтерге арналған қабық әсерлері айтарлықтай үлес қосады.

**Түйінді сөздер:** сіңірудің сызықтық коэффициенттері, заттардағы қоспалардың концентрациясын анықтайтын гамма-гамма әдісі, масса сіңіру коэффициенттері, гамма-кванттардың зат арқылы өтуі, Комптон эффектісі, электрон-позитрондық қосақтар туғызу, сіңіру дозасы, сызықтық медициналық жеделдеткіш.

**Zaripova Y.A.<sup>1,\*</sup>, Gladkikh T.M.<sup>1,2</sup>, Bigeldiyeva M.T.<sup>1</sup>, Dyachkov V.V.<sup>1</sup>, Yushkov A.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Sunkar, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: \*ZJ\_KazNU@mail.ru

### **METHOD FOR MEASURING LINEAR GAMMA RADIATION ABSORPTION COEFFICIENTS AT THE ELEKTA AXESSE MEDICAL ACCELERATOR BEAM**

**Abstract:** In this article, the authors propose a new technique for measuring linear attenuation coefficients on the Elekta Axesse linear medical accelerator. Linear attenuation coefficients were obtained for four samples at different concentrations of substances at a gamma-ray energy of 6 MeV. To register the transmitted

beam of gamma quanta through the samples, a unified ionization chamber was used as a detector. Linear absorption coefficients were obtained for elements B, C, O, S, Fe, Ba taking into account their concentration, as well as taking into account the different mass inclusion of paraffin in the samples under study, which is acyclic hydrocarbons  $C_nH_{2n+2}$ . The measurement results showed that taking into account certain components in impurities leads to relatively small, but quite noticeable differences in the determination of the total absorption coefficients. This is especially important to take into account for determining the concentration of light elements in samples. To determine the content of medium and heavy chemical elements, taking into account the content of light elements can be neglected. The use of a 6 MeV gamma ray beam made it possible to reduce the errors in determining the absorption coefficients, since their dependence on energy in the region of applicable gamma ray energies is not so great in comparison with the low energy region, in which the shell effects for heavy elements will introduce significant contribution.

**Key words:** linear absorption coefficients gamma-gamma method for determining the concentration of impurities in a substance, mass absorption coefficients, passage of gamma quanta through substance, Compton effect, positron-electron pair production, absorption dose, linear medical accelerator.

**Information about authors:**

**Zaripova Yuliya** – al-Farabi Kazakh National University, PhD, Researcher, Kazakhstan, Almaty, <https://orcid.org/0000-0002-6907-2382>, e-mail: [ZJ\\_KazNU@mail.ru](mailto:ZJ_KazNU@mail.ru);

**Gladkikh Tatyana** – Sunkar, engineer, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-5727-1827>, e-mail: [87018795722@densauyk.kz](mailto:87018795722@densauyk.kz);

**Bigeldiyeva Mirgul** – al-Farabi Kazakh National University, Researcher, Almaty, <https://orcid.org/0000-0002-9101-6037>, e-mail: [83mika@mail.ru](mailto:83mika@mail.ru);

**Dyachkov Vyacheslav** – al-Farabi Kazakh National University, Candidate of Phys. And Math. Sciences, Chief Researcher, Kazakhstan, Almaty, <https://orcid.org/0000-0002-0594-4751>, e-mail: [lnirp206@gmail.com](mailto:lnirp206@gmail.com);

**Yushkov Alexandr** – al-Farabi Kazakh National University, Doctor Phys. And Math. Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-8093-6647>, e-mail: [alexanderyushkov2020@gmail.com](mailto:alexanderyushkov2020@gmail.com).

**ЖИТЕПАТЫПА**

[1] Manohara S., Hanagodimath S. Effective atomic numbers for photon energy absorption of essential amino acids in the energy range 1 keV to 20 MeV // Nucl Instrum Methods Phys Res, Sect B. – 2007. – Vol. 264, Issue 1. – P. 9-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2007.08.018>.

[2] Buyukyıldız M., Kurudirek M. Radiological properties of healthy, carcinoma and equivalent breast tissues for photon and charged particle interactions // Int J Radiat Biol. – 2018. – Vol. 94, Issue 1. – P. 70-78. DOI: <https://doi.org/10.1080/09553002.2018.1403057>.

[3] Mc Cullough E.C. Photon attenuation in computed tomography // Med Phys. – 1975. – Vol. 2, Issue 6. – P. 307-320. DOI: <https://doi.org/10.1118/1.594199>.

[4] Gowda S., Krishnaveni S., Yashoda T., Umesh T.K., Gowda R. Photon mass attenuation coefficients, effective atomic numbers and electron densities of some thermoluminescent dosimetric compounds // Pramana-J Phys. – 2004. – Vol. 63. – P. 529-541. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02704481>.

[5] Biswas R., Sahadath H., Mollah A.S., Huq M.F. Calculation of gamma-ray attenuation parameters for locally developed shielding material: Polyboron // J Radiat Res Appl Sci. – 2016. – Vol. 9, Issue 1. – P. 26-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.08.005>.

[6] Gulbicim H., Tufan M.C., Turkan M.N. The investigation of vermiculite as an alternating shielding material for gamma rays // Radiat Phys Chem. – 2017. – Vol. 130. – P. 112-117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.07.025>.

[7] Yakunin S., Dirin D.N., Shynkarenko Y., Morad V., Cherniukh I., Nazarenko O., et al. Detection of gamma photons using solution-grown single crystals of hybrid lead halide perovskites // Nat Photonics. – 2016. – Vol. 10. – P. 585-589. DOI: <https://doi.org/10.1038/nphoton.2016.139>.

[8] Sayyed M., AlZaatreh M., Matori K., Sidek H., Zaid M. Comprehensive study on estimation of gamma-ray exposure buildup factors for smart polymers as a potent application in nuclear industries // Results Phys. – 2018. – Vol. 9. – P. 585-592. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.01.057>.

[9] Lokhande R.M., More C.V., Surung B.S., Pawar P.P. Determination of attenuation parameters and energy absorption build-up factor of amine group materials // Radiat Phys Chem. – 2017. – Vol. 141. – P. 292-299. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.08.004>.

- [10] Hubbell J.H. Review of photon interaction cross section data in medical and biological context // *Phys. Med. Biol.* – 1999. – Vol. 44, No. 1. – R1-R22. DOI: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/44/1/001>.
- [11]. Hubbell J.H. Review and history of photon cross section calculations // *Phys. Med. Biol.* – 2006. – Vol. 51, No. 13. – P. 245-262. DOI: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/51/13/R15>.
- [12] Teli M.T., Nathuram R., Mahajan C.S. Single-experiment simultaneous measurement of elemental mass attenuation coefficients of hydrogen, carbon and oxygen for  $0.123 \pm 1.33$  MeV gamma rays // *Radiat. Meas.* – 2000. – Vol. 32, Issue 4. – P. 329-333. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1350-4487\(00\)00063-9](https://doi.org/10.1016/S1350-4487(00)00063-9).
- [13] Gaikwad D.K., Pawar P.P., Selvam T.P. Mass attenuation coefficients and effective atomic numbers of biological compounds for gamma ray interactions // *Radiation Physics and Chemistry.* – 2017. – Vol. 138. – P. 75-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.03.040>.
- [14] Akar A., Baltas H., Cevik U., Korkmaz F., Okumusoglu N. Measurement of attenuation coefficients for bone, muscle, fat and water at 140, 364 and 662 keV  $\gamma$ -ray energies // *J Quant Spectrosc Radiat Transfer.* – 2006. – Vol. 102, Issue 2. – P. 203-211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2006.02.007>.
- [15] Bashter I.I. Calculation of radiation attenuation coefficients for shielding concretes // *Ann Nucl Energy.* – 1997. – Vol. 24, Issue 17. – P. 1389-1401. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0306-4549\(97\)00003-0](https://doi.org/10.1016/S0306-4549(97)00003-0).
- [16] Abdel-Rahman M.A., Badawi E.A., Abdel-Hady Y.L., Kamel N. Effect of sample thickness on the measured mass attenuation coefficients of some compounds and elements for 59.54, 661.6 and 1332.5 keV g-rays // *Nucl Instrum Methods A.* – 2000. – Vol. 447, Issue 3. – P. 432-436. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-9002\(99\)01257-7](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(99)01257-7).
- [17] Singh K., Kaur G., Sandhu G.K., Lark B.S. Interaction of photons with some solutions // *Radiat Phys Chem.* – 2001. – Vol. 61. – P. 537-540. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(01\)00325-5](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(01)00325-5).
- [18] Shakhreef B.Z., Chong C.S., Bandyopathyay T., Bradley D.A., Tajuddin A.A., Shukri A. Measurement of photon mass-energy absorption coefficients of paraffin wax and gypsum at 662 keV // *Radiat Phys Chem.* – 2003. – Vol. 68, Issue 5. – P. 757-764. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(03\)00327-X](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(03)00327-X).
- [19] Bradley D.A., Chong C.S., Ghose A.M. Photon absorptiometric studies elements, mixtures and substances of biomedical interest // *Phys Med Biol.* – 1986. – Vol. 31. – P. 267-273. DOI: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/31/3/005>.
- [20] Webber C.E. The effect of fat on bone mineral measurements in normal subjects with recommended values of bone, muscle and fat attenuation coefficients // *Clin Phys Physiol Meas.* – 1987. – Vol. 8. – P. 143-158. DOI: <https://doi.org/10.1088/0143-0815/8/2/005>.
- [21] Hubbell J.H., Seltzer S.M. Tables of X-ray mass attenuation coefficients and mass energy-absorption coefficients from 1 keV to 20MeV for elements  $Z \frac{1}{4} 1$  to 92 and 48 an additional substances of dosimetric interest. – United States: National Institute of Standards and Technology, Physical Reference Data, 1995. – 114 p.
- [22] Stereotactic radiation therapy Elekta Axesse, 2008. <https://www.elekta.com/radiotherapy/treatment-delivery-systems/elekta-axesse/>.
- [23] Гладких Т.М., Наср Ахмед Наср Диаб, Дьячков В.В., Шакиров А.Л., Зарипова Ю.А., Юшков А.В. Измерение линейных коэффициентов поглощения гамма-квантов на пучке ускорителя ELEKTA AXESSE // 9-ая Международная научная конференция СДФФФО-9. Сборник тезисов и докладов. 12-14 октября. Алматы, 2016. – С. 10-11.
- [24] Варварин Г.Б., Филиппов Е.М. Плотностной гамма-гамма-метод в геофизике. – Новосибирск: Наука, 1972. – 240 с.
- [25] Немец О.Ф. и Гофман Ю.Б. Справочник по ядерной физике. – Киев: Наукова думка, 1975. – 417 с.

## REFERENCES

- [1] Manohara S., Hanagodimath S. Effective atomic numbers for photon energy absorption of essential amino acids in the energy range 1 keV to 20 MeV // *Nucl Instrum Methods Phys Res, Sect B.* – 2007. – Vol. 264, Issue 1. – P. 9-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2007.08.018>.
- [2] Buyukyıldız M., Kurudirek M. Radiological properties of healthy, carcinoma and equivalent breast tissues for photon and charged particle interactions // *Int J Radiat Biol.* – 2018. – Vol. 94, Issue 1. – P. 70-78. DOI: <https://doi.org/10.1080/09553002.2018.1403057>.
- [3] Mc Cullough E.C. Photon attenuation in computed tomography // *Med Phys.* – 1975. – Vol. 2, Issue 6. – P. 307-320. DOI: <https://doi.org/10.1118/1.594199>.
- [4] Gowda S., Krishnaveni S., Yashoda T., Umesh T.K., Gowda R. Photon mass attenuation coefficients, effective atomic numbers and electron densities of some thermoluminescent dosimetric compounds // *Pramana-J Phys.* – 2004. – Vol. 63. – P. 529-541. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02704481>.

[5] Biswas R., Sahadath H., Mollah A.S., Huq M.F. Calculation of gamma-ray attenuation parameters for locally developed shielding material: Polyboron // *J Radiat Res Appl Sci.* – 2016. – Vol. 9, Issue 1. – P. 26-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.08.005>.

[6] Gulbicim H., Tufan M.C., Turkan M.N. The investigation of vermiculite as an alternating shielding material for gamma rays // *Radiat Phys Chem.* – 2017. – Vol. 130. – P. 112-117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.07.025>.

[7] Yakunin S., Dirin D.N., Shynkarenko Y., Morad V., Cherniukh I., Nazarenko O., et al. Detection of gamma photons using solution-grown single crystals of hybrid lead halide perovskites // *Nat Photonics.* – 2016. – Vol. 10. – P. 585-589. DOI: <https://doi.org/10.1038/nphoton.2016.139>.

[8] Sayyed M., AlZaatreh M., Matori K., Sidek H., Zaid M. Comprehensive study on estimation of gamma-ray exposure buildup factors for smart polymers as a potent application in nuclear industries // *Results Phys.* – 2018. – Vol. 9. – P. 585-592. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.01.057>.

[9] Lokhande R.M., More C.V., Surung B.S., Pawar P.P. Determination of attenuation parameters and energy absorption build-up factor of amine group materials // *Radiat Phys Chem.* – 2017. – Vol. 141. – P. 292-299. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.08.004>.

[10] Hubbell J.H. Review of photon interaction cross section data in medical and biological context // *Phys. Med. Biol.* – 1999. – Vol. 44, No. 1. – R1-R22. DOI: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/44/1/001>.

[11] Hubbell J.H. Review and history of photon cross section calculations // *Phys. Med. Biol.* – 2006. – Vol. 51, No. 13. – P. 245-262. DOI: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/51/13/R15>.

[12] Teli M.T., Nathuram R., Mahajan C.S. Single-experiment simultaneous measurement of elemental mass attenuation coefficients of hydrogen, carbon and oxygen for  $0.123 \pm 1.33$  MeV gamma rays // *Radiat. Meas.* – 2000. – Vol. 32, Issue 4. – P. 329-333. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1350-4487\(00\)00063-9](https://doi.org/10.1016/S1350-4487(00)00063-9).

[13] Gaikwad D.K., Pawar P.P., Selvam T.P. Mass attenuation coefficients and effective atomic numbers of biological compounds for gamma ray interactions // *Radiation Physics and Chemistry.* – 2017. – Vol. 138. – P. 75-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.03.040>.

[14] Akar A., Baltas H., Cevik U., Korkmaz F., Okumusoglu N. Measurement of attenuation coefficients for bone, muscle, fat and water at 140, 364 and 662 keV  $\gamma$ -ray energies // *J Quant Spectrosc Radiat Transfer.* – 2006. – Vol. 102, Issue 2. – P. 203-211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2006.02.007>.

[15] Bashter I.I. Calculation of radiation attenuation coefficients for shielding concretes // *Ann Nucl Energy.* – 1997. – Vol. 24, Issue 17. – P. 1389-1401. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0306-4549\(97\)00003-0](https://doi.org/10.1016/S0306-4549(97)00003-0).

[16] Abdel-Rahman M.A., Badawi E.A., Abdel-Hady Y.L., Kamel N. Effect of sample thickness on the measured mass attenuation coefficients of some compounds and elements for 59.54, 661.6 and 1332.5 keV  $\gamma$ -rays // *Nucl Instrum Methods A.* – 2000. – Vol. 447, Issue 3. – P. 432-436. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-9002\(99\)01257-7](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(99)01257-7).

[17] Singh K., Kaur G., Sandhu G.K., Lark B.S. Interaction of photons with some solutions // *Radiat Phys Chem.* – 2001. – Vol. 61. – P. 537-540. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(01\)00325-5](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(01)00325-5).

[18] Shakhreet B.Z., Chong C.S., Bandyopathyay T., Bradley D.A., Tajuddin A.A., Shukri A. Measurement of photon mass-energy absorption coefficients of paraffin wax and gypsum at 662 keV // *Radiat Phys Chem.* – 2003. – Vol. 68, Issue 5. – P. 757-764. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(03\)00327-X](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(03)00327-X).

[19] Bradley D.A., Chong C.S., Ghose A.M. Photon absorptiometric studies elements, mixtures and substances of biomedical interest // *Phys Med Biol.* – 1986. – Vol. 31. – P. 267-273. DOI: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/31/3/005>.

[20] Webber C.E. The effect of fat on bone mineral measurements in normal subjects with recommended values of bone, muscle and fat attenuation coefficients // *Clin Phys Physiol Meas.* – 1987. – Vol. 8. – P. 143-158. DOI: <https://doi.org/10.1088/0143-0815/8/2/005>.

[21] Hubbell J.H., Seltzer S.M. Tables of X-ray mass attenuation coefficients and mass energy-absorption coefficients from 1 keV to 20MeV for elements  $Z \frac{1}{4} 1$  to 92 and 48 an additional substances of dosimetric interest. – United States: National Institute of Standards and Technology, Physical Reference Data, 1995. – 114 p.

[22] Stereotactic radiation therapy Elekta Axesse, 2008. <https://www.elekta.com/radiotherapy/treatment-delivery-systems/elekta-axesse/>.

[23] Gladkih T.M., Nasr Ahmed Nasr Diab, Dyachkov V.V., Shakirov A.L., Zaripova Yu.A., Yushkov A.V. Measurement of linear absorption coefficients of gamma quanta on the beam of the ELEKTA AXESSE accelerator // 9th International Scientific Conference “Modern achievements of physics and fundamental physical education”. Collection of abstracts and reports. October 12-14. Almaty, 2016. – P. 10-11.

[24] Varvarin G.B., Filippov E.M. Density gamma-gamma method in geophysics. – Novosibirsk: Nauka, 1972. – 240 p.

[25] Nemeč O.F., Gofman Yu.B. Nuclear Physics Handbook. – Kiev: Naukova dumka, 1975. – 417 p.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

**Абай Г.Қ., Юлдашбаев Ю.А., Чоманов У.Ч., Савчук С.В., Бержанова Р.Ж.**  
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ КОЗЬЕГО МОЛОКА КАК ОБЪЕКТА НУТРИЦЕВТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ.....5

**Иманбаева М.К., Арынова Р.А., Масалимов Ж.К., Просеков А.Ю., Серикбай Г.**  
БЕЗЛАКТОЗНАЯ ЗАКВАСКА НА ОСНОВЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ШТАММОВ ЛАКТОБАКТЕРИЙ.....12

**Кенжеханова М.Б., Мамаева Л.А., Ветохин С.С., Тулекбаева А.К., Кайсарова А.А.**  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ЯБЛОК, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ В ЯБЛОЧНЫЕ ЧИПСЫ.....22

**Насиев Б.Н., Бушнев А.С.**  
ФОРМИРОВАНИЕ МАСЛИЧНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В ЗОНЕ СУХИХ СТЕПЕЙ.....30

**Обухова А.В., Михайлов Н.С., Никитин Д.А., Кульмакова Н.И., Альдяков А.В.**  
МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ И ВЕТЕРИНАРНО - САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА МЯСА НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ.....37

**Онегов А.В., Стрельников А.И., Семенов В.Г., Исхан К.Ж., Баймуканов Д.А.**  
ВЛИЯНИЕ ГРУПП КРОВИ СИСТЕМЫ D НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ ПОРОД.....43

**Рахымжан Ж., Ашимова Б.А., Бейсенова Р.Р.**  
ПРОБЛЕМА ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ КАЗАХСТАНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....48

**Сыдыков Ш.К., Байболов А.Е., Алибек Н.Б., Токмолдаев А.Б., Абдикадилова А.А.**  
К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА ТЕПЛОВОГО НАСОСА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМИРОВАННОГО МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКОМ ПОМЕЩЕНИИ.....56

**Садырова Г.А., Инелова З.А., Байжигитов Д.К., Жамилова С.М.**  
АНАЛИЗ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГАЛОФИЛЬНОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ХРЕБТА КЕТПЕН-ТЕМИРЛИК.....65

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Абильмагжанов А.З., Иванов Н.С., Адельбаев И.Е.**  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ С АЛМАТИНСКОГО ПОЛИГОНА.....73

**Бейсеев С.А., Наукенова А.С., Сатаев М.И., Ивахнюк Г.К., Тулекбаева А.К.**  
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ РИСКОВ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИЩЕВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO 45001.....82

**Багова З., Жантасов К., Бектуреева Г., Сапаргалиева Б., Javier Rodrigo-Parri**  
ВЛИЯНИЕ СВИНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....94

**Дергачева М.Б., Хусурова Г.М., Пузикова Д.С., Леонтьева К.А., Панченко П.В.**  
ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК СУЛЬФИД ИОДИД ВИСМУТА.....100

<b>Джелдыбаева И.М., Каирбеков Ж., Суймбаева С.М.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ УГЛЯ.....	109
<b>Ермагамбет Б.Т., Казанкапова М.К., Касенова Ж.М.</b> ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ОКСИДА КРЕМНИЯ...	119
<b>Зарипова Ю.А., Гладких Т.М., Бигельдиева М.Т., Дьячков В.В., Юшков А.В.</b> МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ГАММА- КВАНТОВ НА ПУЧКЕ МЕДИЦИНСКОГО УСКОРИТЕЛЯ ELEKTA AXESSE.....	126
<b>Ибраимова Ж.У., Полимбетова Г.С., Борангазиева А.К., Иткулова Ш.С., Болеубаев Е.А.</b> КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ПЕЧНОГО ГАЗА ФОСФОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПУТИ ЕГО ДАЛЬНЕЙШЕЙ УТИЛИЗАЦИИ.....	136
<b>Ильясова Г.У., Ахметов Н.К., Казыбекова С.К., Касымбекова Д.А.</b> УСТРАНЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИЙ В ТАБЛИЦЕ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА.....	144
<b>Исаева А., Корганбаев Б., Волненко А., Жумадуллаев Д.</b> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕГУЛЯРНОЙ ТРУБЧАТОЙ НАСАДКИ.....	151
<b>Нурлыбекова А.К., Кудайберген А.А., Дюсебаева М.А., Ибрахим М., Женис Ж.</b> ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ARTEMISIA SEROTINA.....	158
<b>Нурмаканов Е.Е., Калимулдина Г.С., Кручинин Р.П.</b> НОСИМЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ НАНОГЕНЕРАТОР НА ОСНОВЕ PDMS-PPy/НАЙЛОНОВОЙ НИТИ.....	166
<b>Нургазина А.Е., Шокобаев Н.М.</b> ПОЛУЧЕНИЕ МЕДНОГО ПОРОШКА В ПРИСУТСТВИИ НИТРИЛОТРИМЕТИЛ-ФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ.....	174
<b>Такибаева А.Т., Касенов Р.З., Демец О.В., Алиева М.Р., Бакибаев А.А.</b> ВЫДЕЛЕНИЕ БЕТУЛИНА ИЗ БЕРЕСТЫ БЕРЕЗЫ КИРГИЗСКОЙ (BETULAKIRGHISORUM) МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АКТИВАЦИИ.....	182
<b>Уразов К.А., Грибкова О.Л., Тамеев А.Р., Рахимова А.К.</b> ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОМПЛЕКСА ПОЛИАНИЛИНА НА ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК CZTSE.....	189

#### ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Батырбекова М.Б.</b> УВЕЛИЧЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ВЫГОДЫ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ERP В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТЬЮ.....	198
<b>Кабылбеков К.А., Абдрахманова Х.К., Винтайкин Б.Е., Сайдахметов П.А., Исаев Е.Б.</b> РАСЧЕТ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА С ПАРАШЮТОМ.....	210
<b>Мазаков Т.Ж., Саметова А.А.</b> КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ И СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ.....	219
<b>Шопагулов О.А., Исмаилова А.А., Корячко В.П.</b> БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВЕТЕРИНАРИИ.....	226



МАЗМҰНЫ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

**Абай Г.Қ., Юлдашбаев Ю.А., Чоманов У.Ч., Савчук С.В., Бержанова Р.Ж.**  
НУТРИЦЕВТИКАЛЫҚ ТАҒАМ ОБЪЕКТИСІ РЕТІНДЕ ЕШКІ СҮТІНІҢ МИКРОФЛОРАСЫН  
ЗЕРТТЕУ.....5

**Иманбаева М.К., Арынова Р.А., Масалимов Ж.К., Просеков А.Ю., Серикбайқызы Г.**  
ЛАКТОБАКТЕРИЯЛАРДЫҢ ПРОБИОТИКАЛЫҚ ШТАМДАРЫНАН НЕГІЗІНДЕ  
ЛАКТОЗАСЫЗ АШЫТҚЫ.....12

**Кенжеханова М.Б., Мамаева Л.А., Ветохин С.С., Тулекбаева А.К., Қайсарова А.А.**  
ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ ФЕРМЕРЛІК ШАРУАШЫЛЫҚТАРДА ӨСІРІЛЕТІН АЛМАЛАРДЫҢ  
АЛМА ҚЫТЫРЛАҒЫН ӨНДЕУГЕ ЖАРАМДЫЛЫҒЫН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....22

**Насиев Б.Н., Бушнев А.С.**  
ҚҰРҒАҚ ДАЛА ЖАҒДАЙЫНДА МАЙЛЫ АГРОЦЕНОЗДАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....30

**Обухова А.В., Михайлов Н.С., Никитин Д.А., Кульмакова Н.И., Альдяков А.В.**  
ШОШҚА ТӨЛІНІҢ ЕТТІ ӨНІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ПРОБИОТИКАЛЫҚ ПРЕПАРАТТАРДЫ ҚОЛДАНУ  
АЯСЫНДАЕТТІ ВЕТЕРИНАРИЯЛЫҚ-САНИТАРИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....37

**Онегов А.В., Стрельников А.И., Семенов В.Г., Исхан К.Ж., Баймуканов Д.А.**  
D ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАН ТОПТАРЫНЫҢ АУЫР ЖҮК ТАСЫМАЛДАУШЫ ТҰҚЫМДЫ БИЕЛЕРДІҢ  
СҮТ ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ.....43

**Рахымжан Ж., Ашимова Б.А., Бейсенова Р.Р.**  
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҢ ТҮЗДАНУ МӘСЕЛЕСІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ШЕШУ  
ЖОЛДАРЫ.....48

**Сыдықов Ш.Қ., Байболов А.Е., Әлібек Н.Б., Тоқмолдаев А.Б., Әбдіқадірова А.А.**  
МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҚОРА-ЖАЙЫНДА ҚОЛАЙЛЫ МИКРОКЛИМАТТЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ  
ҮШІН ЖЫЛУ СОРҒЫСЫН ТАҢДАУ ӘДІСТЕМЕСІ.....56

**Садырова Г.А., Инелова З.А., Байжігітов Д.К., Жәмилова С.М.**  
ГАЛОФИЛЬДІ ТҮРЛЕРДІҢ ӨРТҮРЛІЛІГІН ТАЛДАУ КЕТПЕН-ТЕМІРЛІК ЖОТАСЫНЫҢ  
ФЛОРИСТИКАЛЫҚ КЕШЕНІ.....65

ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

**Абильмагжанов А.З., Иванов Н.С., Нургазина А.Е., Адельбаев И.Е.**  
АЛМАТЫ ПОЛИГОНЫНАН ҚАЛҒАН ТҮРМЫСТЫҚ ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ  
ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....73

**Бейсеев С.А., Наукенова А.С., Сатаев М.И., Ивахнюк Г.К., Тулекбаева А.К.**  
ISO 45001 ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СТАНДАРТЫНЫҢ КРИТЕРИЙЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ ӨСІМДІК МАЙЫН  
ӨНДІРЕТІН КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ЖҰМЫС ОРЫНДАРЫНДАҒЫ ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАҒАЛАУ  
БОЙЫНША ҰСЫНЫСТАР.....82

**Багова З., Жантасов Қ., Бектүреева Г., Сапарғалиева Б., Javier Rodrigo-Parri**  
ҚҰРАМЫНДА ҚОРҒАСЫН БАР ҚОЖДЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ ТІРШЛІК ЕТУ  
ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ӘСЕРІ.....94

**Дергачева М.Б., Хусурова Г.М., Пузикова Д.С., Леонтьева К.А., Панченко П.В.**  
ВИСМУТ ЙОДИД СУЛЬФИД ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШ ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ  
ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ТҮНДЫРЫЛУЫ.....100

<b>Джелдыбаева И.М., Қайырбеков Ж., Суймбаева С.М.</b> КӨМІРДЕН БӨЛІНІП АЛЫНҒАН ГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ АНТИОКСИДАНТТЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	109
<b>Ермағамбет Б.Т., Қазанқаспаева М.К., Касенова Ж.М.</b> ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫ ЖӘНЕ КРЕМНИЙ ТОТЫҒЫ НЕГІЗІНДЕ КОМПОЗИТ АЛУ.....	119
<b>Зарипова Ю.А., Гладких Т.М., Бигельдиева М.Т., Дьячков В.В., Юшков А.В.</b> EЛЕКТА АХЕССЕ МЕДИЦИНАЛЫҚ ҮДЕТКІШІНІҢ СӘУЛЕСІНДЕ СЫЗЫҚТЫҚ ГАММА-КВАНТ СІңІРУ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІН ӨЛШЕУ ӘДІСІ.....	126
<b>Ибраимова Ж.У., Полимбетова Г.С., Борангазиева А.К., Итқұлова Ш.С., Болеубаев Е.А.</b> ФОСФОР ӨНДІРІСІНІҢ ПЕШ ГАЗЫН КАТАЛИТИКАЛЫҚ ТАЗАЛАУ ЖӘНЕ ОНЫ ОДАН ӘРІ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ЖОЛДАРЫ.....	136
<b>Ильясова Г.У., Ахметов Н.К., Казыбекова С.К., Касымбекова Д.А.</b> Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ КЕСТЕСІНІҢ ҚАРАМА-ҚАЙШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖОЮ.....	144
<b>Исаева А., Корманбаев Б., Волненко А., Жумадуллаев Д.</b> РЕЖИМ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ТҰРАҚТЫ ҚҰБЫРЛЫ САПТАМАНЫҢ ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	151
<b>Нурлыбекова А.К., Құдайберген А.А., Дюсебаева М.А., Ибрахим М., Жеңіс Ж.</b> ARTEMISIA SEROTINA ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ.....	158
<b>Нурмаканов Е.Е., Калимулдина Г.С., Кручинин Р.П.</b> КИЛЕТІН ПДМС-ПП / НЕЙЛОН ЖІБІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ТЕКСТИЛЬ ТРИБОЭЛЕКТРИКАЛЫҚ НАНОГЕНЕРАТОРЫ.....	166
<b>Нургазина А.Е., Шокобаев Н.М.</b> НИТРИЛОТРИМЕТІЛ ФОСФОН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ҚАТЫСУЫМЕН МЫС ҰНТАҒЫН АЛУ.....	174
<b>Такибаева А.Т., Касенов Р.З., Демец О.В., Алиева М.Р., Бакибаев А.А.</b> БЕТУЛИНДІ УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ АКТИВТЕНДІРУ ӘДІСІМЕН ҚЫРҒЫЗ ҚАЙЫҢ ҚАБЫҒЫНАН (BETULAKIRGHISORUM) БӨЛІП АЛУ.....	182
<b>Уразов К.А., Грибкова О.Л., Тамеев А.Р., Рахимова А.К.</b> ПОЛИАНИЛИН КОМПЛЕКСІ ҚҰРАМЫНЫҢ CZTSE ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	189
<b>ФИЗИКА ҒЫЛЫМДАРЫ</b>	
<b>Батырбекова М.Б.</b> КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЖЫЛЖЫМАЙТЫН МҮЛІКТІ БАСҚАРУ САЛАСЫНДА ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛМАҒАН ERP ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУДЫҢ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ПАЙДАСЫН АРТТЫРУ.....	198
<b>Қабылбеков К.А., Абдрахманова Х.К., Винтайкин Б.Е., Сайдахметов П.А., Исаев Е.Б.</b> ПАРАШЮТПЕН СЕКІРГЕН АДАМНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЕСЕПТЕУ МЕН БЕЙНЕЛЕУ.....	210
<b>Мазаков Т.Ж., Саметова А.А.</b> ОРМАН ЖӘНЕ ДАЛА ӨРТТЕРІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕРІНІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ.....	219
<b>Шопагулов О.А., Исмаилова А.А., Корячко В.П.</b> ВЕТЕРИНАРИЯ МІНДЕТТЕРІН ШЕШУГЕ АРНАЛҒАН САРАПТАМАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БІЛІМ ҚОРЫ.....	226

## CONTENTS

### BIOTECHNOLOGY

<b>Abay G.K., Yuldashbaev Yu.A., Chomanov U.Ch., Savchuk S.B., Berzhanova R.Zh.</b> STUDY OF THE MICROFLORA OF GOAT'S MILK AS AN OBJECT OF NUTRACEUTICAL NUTRITION.....	5
<b>Imanbayeva M.K., Arynova R.A., Masalimov Zh.K., Prosekov A.U., Serikbay G.</b> LACTOSE-FREE STARTER CULTURE BASED ON PROBIOTIC STRAINS OF LACTOBACILLI.....	12
<b>Kenzhekhanova M.B., Mamaeva L.A., Vetokhin S.S., Tulekbayeva A.K., Kaysarova A.A.</b> TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF APPLES CULTIVATED IN FARMING TURKESTAN REGION FOR PROCESSING INTO APPLE CHIPS.....	22
<b>Nasiyev B.N., Bushnev A.S.</b> THE FORMATION OF OIL-BEARING AGROCENOSISES IN THE ZONE OF DRY STEPPES.....	30
<b>Obukhova A.V., Mikhailov N.S., Nikitin D.A., Kulmakova N.I., Aldyakov A.V.</b> MEAT PRODUCTIVITY OF YOUNG PIGS AND VETERINARY MEAT ASSESSMENT IN THE BACKGROUND OF APPLICATION OF PROBIOTIC PREPARATIONS.....	37
<b>Onegov A.V., Strelnikov A.I., Semenov V.G., Iskhan K.Zh., Baimukanov D.A.</b> INFLUENCE OF BLOOD GROUPS D ON DAIRY PRODUCTIVITY OF HEAVYDRAFT MARES.....	43
<b>Rakhymzhan Zh., Ashimova B.A., Beisenova R.R.</b> THE PROBLEM OF SOIL SALINITY IN KAZAKHSTAN AND WAYS TO SOLVE THEM.....	48
<b>Sydykov Sh., Baibolov A., Alibek N., Tokmoldaev A., Abdikadirova A.</b> ON THE METHOD OF CHOOSING A HEAT PUMP FOR THE FORMATION OF A NORMALIZED MICROCLIMATE IN A LIVESTOCK BUILDING.....	56
<b>Sadyrova G., Inelova Z., Bayzhigitov D., Jamilova S.</b> ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL DIVERSITY OF THE HALOPHILIC FLORISTIC COMPLEX OF THE KETPEN-TEMERLIK RIDGE.....	65

### CHEMICAL SCIENCES

<b>Abilmagzhanov A.Z., Ivanov N.S., Nurtazina A.E., Adelbayev I.E.</b> STUDY OF ENERGY CHARACTERISTICS OF SOLID HOUSEHOLD WASTE FROM THE ALMATY LANDFILL.....	73
<b>Beiseev S.A., Naukenova A.S., Sataev M.I., Ivakhnyuk G.K., Tulekbayeva A.K.</b> RECOMMENDATIONS FOR RISK ASSESSMENT AT WORKPLACES OF ENTERPRISES PRODUCING EDIBLE VEGETABLE OILS BASED ON THE CRITERIA OF THE INTERNATIONAL STANDARD ISO 45001.....	82
<b>Bagova Z., Zhantasov K., Bektureeva G., Sapargaliyeva B., Javier Rodrigo-Illarri</b> THE IMPACT OF LEAD-CONTAINING SLAG WASTES ON THE LIFE SAFETY.....	94
<b>Dergacheva M.B., Khusurova G.M., Puzikova D.S., Leontyeva X.A., Panchenko P.V.</b> CHEMICAL DEPOSITION OF BISMUTH IODIDE SULFIDE SEMICONDUCTOR THIN FILMS.....	100
<b>Jeldybayeva I.M., Kairbekov Zh., Suimbayeva S.M.</b> INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF HUMIC ACIDS ISOLATED FROM COAL.....	109

<b>Yermagambet B.T., Kazankapova M.K., Kassenova Zh.M.</b> PREPARATION OF A COMPOSITE BASED ON HUMIC ACID AND SILICON OXIDE.....	119
<b>Zaripova Y.A., Gladkikh T.M., Bigeldiyeva M.T., Dyachkov V.V., Yushkov A.V.</b> METHOD FOR MEASURING LINEAR GAMMA RADIATION ABSORPTION COEFFICIENTS AT THE ELEKTAAXESSE MEDICAL ACCELERATOR BEAM.....	126
<b>Ibraimova Z.U., Polimbetova G.S., Borangazieva A.K., Itkulova S.S., Boleubaev E.A.</b> CATALYTIC PURIFICATION AND WAYS FOR UTILIZATION OF FURNACE GAS OF PHOSPHORUS PRODUCTION.....	136
<b>Ilyasova G.U., Akhmetov N.K., Kazybekova S.K., Kassymbekova D.A.</b> ELIMINATION OF CONTRADICTIONS IN THE TABLE OF D. I. MENDELEEV.....	144
<b>Issayeva A., Korganbayev B., Volnenko A., Zhumadullayev D.</b> STUDY OF THE INFLUENCE OF OPERATING CONDITIONS ON THE HYDRODYNAMIC REGULARITIES OF A REGULAR TUBULAR PACKING.....	151
<b>Nurlybekova A.K., Kudaibergen A.A., Dyusebaeva M.A., Ibrahim M., Jenis J.</b> CHEMICAL CONSTITUENTS OF ARTEMISIASEROTINA.....	158
<b>Nurmakanov Y.Y., Kalimuldina G.S., Kruchinin R.P.</b> WEARABLE TEXTILE PDMS-PPy/NYLON FIBER-BASED TRIBOELECTRIC NANOGENERATOR.....	166
<b>Nurtazina A.E., Shokobayev N.M.</b> OBTAINING COPPER POWDER IN THE PRESENCE OF NITRIL OTRIMETHYL PHOSPHONIC ACID.....	174
<b>Takibayeva A.T., Kassenov R.Z., Demets O.V., Aliyeva M.R., Bakibayev A.A.</b> ISOLATION OF BETULIN FROM BIRCH BARK (BETULA KIRGHISORUM) BY THE ULTRASONIC ACTIVATION METHOD.....	182
<b>Urazov K.A., Gribkova O.L., Tameev A.R., Rahimova A.K.</b> EFFECT OF THE COMPOSITION OF THE POLYANILINE COMPLEX ON THE PHOTOELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF CZTSE THIN FILMS.....	189

#### PHYSICAL SCIENCES

<b>Batyrbekova M.B.</b> INCREASE IN INVESTMENT BENEFITS FROM THE USE OF A DECENTRALIZED ERP SYSTEM IN THE FIELD OF COMMERCIAL REAL ESTATE MANAGEMENT.....	198
<b>Kabylbekov K.A., Abdrakhmanova Kh.K., Vintaykin B.E., Saidakhmetov P.A., Issayev Ye.B.</b> CALCULATION AND VISUALIZATION OF A MAN PARACHUTING DOWNWARD.....	210
<b>Mazakov T.Zh., Sametova A.A.</b> CLASSIFICATION OF MATHEMATICAL MODELS FOR FOREST AND STEPPE FIRES.....	219
<b>Shopagulov O.A., Ismailova A.A., Koryachko V.P.</b> EXPERT SYSTEMS KNOWLEDGE BASES FOR SOLVING VETERINARY PROBLEMS.....	226

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

**[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)**

**ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)**

**<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>**

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*  
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 15.10.2021.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф.  
8,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.