

VI International Conference

***„Medical physics – the current status, problems,  
the way of development. Innovation technologies”***

Book of Abstracts

October 23 – 24, 2014, Kyiv, Ukraine

**Medical physics – the current status, problems, the way of development. Innovation technologies.** Abstracts of 4th International Conference, October 23 – 24, 2014, Kyiv, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 2014. – 44 p.

The published abstracts are speaker's and participant's papers of 4th International Conference "Medical physics – the current status, problems, the way of development. Innovation technologies". Abstracts are reflecting the scientific, methodical and practical results of scientific researches. Results are directed to improve the way of medical physics development in post-Soviet countries and further promotion of innovation technologies in the market of medical services.

The workshop is held by initiative of Taras Shevchenko National University of Kyiv and Ukrainian Association of Medical Physicists and Engineers with the participation of specialists of leading institutions of higher education, medical and scientific organizations, authorities and also representatives of Ministry of Public Health of Ukraine, State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine, National Academy of Medical Science of Ukraine, etc. The conference aim is cooperation of community in the area of enlightenment, science, public health and nuclear regulation for effective training of specialists in medical physics.

#### **Organizers of conference:**

Taras Shevchenko National University of Kyiv (KNU);  
Training-Research Center for Radiation Safety of KNU;  
Ukrainian Association of Medical Physicists and Engineers.  
Sponsor of conference: Medical Center "Cyber Clinic Spizhenko"

#### **Organizing committee:**

<i>Chairman</i>	Hubersky L., Academician of NAS of Ukraine, Rector
<i>International</i>	Izewska J., Head, Dosimetry Laboratory, International Atomic Energy Agency, Austria Tarutin I., Chief Scientist, N.N. Alexandrov National Cancer Centre, Belarus
<i>KNU</i>	Anisimov I., Dean, Radiophysics Faculty Aslamova L., Director, TRC for Radiation Safety Bulavin L., Academician of NAS of Ukraine, Head of Department of Molecular Physics, Physics Faculty Kulish M.P., Corresponding Member of NAS of Ukraine, Head of Department of Functional Materials Physics, Physics Faculty Makarets M., Dean, Physics Faculty Vyzhva S., Pro-rector (Scientific Work) Kulich Ie., Secretary of Conference
<i>MC "Cyber Clinic Spizhenko"</i>	Spizhenko Natalia, President

The proceedings are reproduced from the original manuscripts given and edited by authors.

Четверта міжнародна конференція

***„Медична фізика – сучасний стан, проблеми,  
шляхи розвитку. Новітні технології”***

Збірник тез

23 – 24 жовтня 2014 року, м. Київ, Україна

**Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології.**  
Збірник тез 4-ї міжнародної конференції, 23 - 24 жовтня 2014 р., м. Київ,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2014. – 44 с.

Тези, що публікуються, являють собою матеріали доповідачів та учасників 4-ї міжнародної конференції „Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології”, та відображають наукові, методичні та практичні результати досліджень, спрямованих на вдосконалення шляхів розвитку медичної фізики в країнах пострадянського простору, подальшого просування новітніх технологій на ринку медичних послуг.

Конференція проводиться за ініціативою Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Всеукраїнського об'єднання медичних фізиків та інженерів за участю фахівців з провідних вищих навчальних закладів, медичних, наукових та регулюючих установ, а також представників з Міністерства охорони здоров'я, Державної інспекції ядерного регулювання України, Академії медичних наук України, тощо. Метою конференції є об'єднання зусиль спільноти в галузі освіти, науки, охорони здоров'я та ядерного регулювання для ефективної підготовки фахівців з медичної фізики.

**Організатори семінару:**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка (КНУ);

Навчально-науковий центр радіаційної безпеки КНУ;

Всеукраїнське об'єднання медичних фізиків та інженерів.

Спонсор семінару: Медичний центр «Кібер Клініка Спіженка».

**Організаційний комітет:**

*Голова* Губерський Л.В., академік НАН України, ректор  
*Міжнародний* Іжевська Д., начальник дозиметричної лабораторії  
МАГАТЕ, Австрія  
Тарутін І.Г., гол. наук. спів., РНЦОМР ім.  
Н.Н. Александрова, Білорусь  
*КНУ* Анісімов І.О., декан радіофізичного факультету  
Асламова Л.І., директор ННЦ радіаційної безпеки  
Булавін Л.А., академік НАН України, завідувач кафедри  
молекулярної фізики фізичного факультету  
Вижва С.А., проректор з наукової роботи  
Куліш М.П., член-кореспондент НАН України, завідувач  
кафедри фізики функціональних матеріалів фізичного  
факультету  
Макарець М.В., декан фізичного факультету  
Куліч Є.В., секретар конференції  
*МЦ «Кібер Клініка Спіженка»* Спіженко Н.Ю., президент

Матеріали відтворені в авторській редакції з оригіналів, поданих до оргкомітету.

# Навчання та підготовка медичних фізиків

## *Education and training of medical physicists*

---

### **Підготовка медичних фізиків, як один з основних напрямків діяльності професійних об'єднань медичних фізиків**

Макаровська О.А.<sup>1,2</sup>, Асламова Л.І.<sup>1,3</sup>, Куліч Є.В.<sup>1,3</sup>, Меленевська Н.В.<sup>1,3</sup>

- 1) *Всеукраїнське об'єднання медичних фізиків та інженерів*
- 2) *Державна інспекція ядерного регулювання України*
- 3) *Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Навчально-науковий центр радіаційної безпеки  
vomfi.info@gmail.com*

Протягом останніх десяти років фахівці з фізики та медичної фізики є невід'ємною частиною робочого колективу радіологічних клінік не тільки у відділеннях променевої терапії, а і у діагностиці та ядерній медицині. В сучасних умовах, коли все активніше застосовується найсучасніше медичне обладнання, їх роль в забезпеченні якості надання медичних послуг з підготовки та проведення лікувальних процедур, невинно зростає. На міжнародному рівні медичні фізики визнаються рівноправними учасниками процесів реалізації променевої діагностики та терапії, разом з лікарями відповідають за результати лікування пацієнтів.

Проте, на теперішній час в національний класифікатор професій і досі не введено професію «медичний фізик». Для вирішення цього питання та надання якісних послуг з використання джерел іонізуючого випромінювання в сфері охорон здоров'я, лікувальні заклади змушені залучати біофізиків, інженерів-дозиметристів, інженерів-радіологів, інженерів-радіоелектроніків. Частину цих фахівців залучають до робіт з обслуговування обладнання. Але такі складові, як: планування променевої терапії (включаючи оцінку доз опромінення), забезпечення радіаційної безпеки, дозиметричний контроль та контроль якості, не можуть бути виконані перерахованими вище спеціалістами, оскільки вони не мають відповідної кваліфікації. Це пов'язано з браком базових знань з радіобіології, анатомії, фізіології, рентгенології, онкології, променевої терапії тощо. Фахівці медичних закладів, які виконують функції медичного фізика потребують постійної інформаційної та навчальної підтримки. Особа, яка прагне бути професіоналом з медичної фізики має здобути відповідну освіту, мати клінічну практику, приймати активну участь в науковій діяльності, постійно підвищувати та підтверджувати свою кваліфікацію.

Виходячи з вищезикладеного Всеукраїнське об'єднання медичних фізиків та інженерів (ВОМФІ), як громадська організація, що об'єднує професіоналів з усієї України ставить перед собою такі основні задачі:

1. *Просування на теренах України міжнародних стандартів з підготовки та навчання медичних фізиків:*

- у 2015 році за ініціативи ВОМФІ (разом з Шведським регулюючим органом з радіаційної безпеки, Науково-виробничим об'єднанням «Телеоптик» та колективом науковців та викладачів Київського національного університету) на базі Начально-наукового центру з радіаційної безпеки університету буде створено першу в Україні між- факультетську навчально-наукову лабораторію. Оснащення лабораторії сучасним рентгенодіагностичним обладнанням дозволить проводити заняття з вирішенням конкретних задач, що постають перед практикуючими спеціалістами.

2. *Інтеграція ВОМФІ до міжнародної професійної спільноти:*

- об'єднання проводить активну роботу з багатьма міжнародними організаціями. Планується, що в 2015 році ВОМФІ, як офіційно зареєстрована громадська організація, стане повноправним членом European Federation of Organizations in Medical Physics та International Organization of Medical Physicists;

- ВОМФІ організовує та проводить конференції та зустрічі, що дозволяють розповсюджувати міжнародний досвід серед широкого кола українських спеціалістів.

3. *Проведення наукових досліджень та популяризація отриманих результатів серед зацікавлених спеціалістів:*

- задля цього ВОМФІ об'єднує та заохочує до вступу науковців та практикуючих професіоналів з багатьох установ.

Розвиток новітніх наукоємних технологій та імплементація їх досягнень в сфері медицини призводить до значного розширення бази завдань, що постають перед медичним фізиком та збільшення кола його відповідальності. Відповідно, ВОМФІ, як об'єднання фахівців, виступає, за систематичний підхід до підвищення професіоналізму та підтримки належного рівня роботи медичних фізиків в Україні, як професіоналів, які несуть відповідальність за життя та здоров'я нації.

# Інноваційні технології в медицині

## *Innovation technologies in medicine*

---

### Неінвазивна методика визначення пульсового артеріального тиску без деформації артеріальної стінки та з можливістю неперервної реєстрації

Бацак Б.В.<sup>1\*</sup>, Булавін Л.А.<sup>2</sup>, Забашта Ю.Ф.<sup>2</sup>,  
Трембовецька О.М.<sup>1</sup>

1) ДУ Національний Інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України

2) КНУ ім.Т.Г. Шевченко, фізичний факультет, кафедра молекулярної фізики  
\* [bats1211@mail.ru](mailto:bats1211@mail.ru)

**Мета.** Розробити неінвазивну методику яка дозволила визначити пульсовий артеріальний тиск без деформації артеріальної стінки та з можливістю неперервної реєстрації

**Матеріали та методи.** 20 волонтерів були обстежені за допомогою ультразвуковою апарату (Vivid E9, General electric). Пацієнти обстежувались за розробленим протоколом.

Для кожного пацієнту було визначено: радіусу обстежуваної артерії, швидкості крові в даному перетині судини на доплерехограммі та радіальному зміщені стінки судини для цього перетина, яка визначається в М режимі. Отриманні данні були опрацьовані за допомогою спеціалізованих медичних робочих станціях.

**Результати.** Отримані дані були додані до розрахованого рівняння. Підставляючи час залежні данні було отримано залежність тиску від часу. Отриманий пульсовий тиск співпадав з отриманим інвазивним тиском у аорті.

**Висновки.** Завдяки застосуванню нової методики вдалося значно покращити діагностику пульсового тиску. Новим є те, що під час вимірювання тиску артеріальна стінка збережує свій стан, не отримуючи ніяких деформацій, можливе вимірювання тиску в будь-якій артерії. Цей спосіб дозволяє визначити залежність тиску від часу.

**Комплексне застосування векторелектрокардіографії, ехокардіографії та просторової реконструкції міокарду лівого шлуночка за даними комп'ютерної томографії при визначенні сегментарної електромеханічної затримки в міокарді**

**Бацак Б.В.\***, Книшов Г.В., Білинський Є.О., Лазоришинець В.В., Вітовський Р.М., Залевський В.П., Захарчук Н.В., Кравчук Б.Б., Трембовецька О.М.

*ДУ Національний Інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України*

*\* bats1211@mail.ru*

Складна природа електричної і механічної дисинхронії шлуночків серця та механізм позитивної дії ресинхронізаційної терапії залишаються до кінця невиясненими, тому поглиблений аналіз цих процесів вимагає застосування нових методів діагностики

Мета: дослідити можливості нового неінвазивного методу діагностики сегментарної електромеханічної затримки (ЕМЗ) лівого шлуночка (ЛШ) що є важливим компонентом ефективності механічної функції

Матеріали та методи: Обстежено 50 здорових пацієнтів віком 11-25 років, без кардіологічної патології. Використовувались електровекторкардіографія (ВКГ) та ехокардіографічний (ЕхоКГ) метод «speckle tracking». Час ЕМЗ вираховувався від початку збудження кожного сегменту до піку кривої зміщення чи деформації.

Для узгодження в часі анатомічного сегменту ЛШ з моментом його збудження, записаного ВКГ петлями в ортогональній системі координат відносно тіла пацієнта використовувалась просторова реконструкція сегментів міокарду ЛШ, з врахуванням будови грудної клітки (астенік, нормостенік, гіперстенік), отримана в результаті сегментації DICOM зображень. Обстеження виконувалось за стандартною методикою на комп'ютерному томографі TOSHIBA AQUILION ONE з внутрішньовенним контрастуванням

Результати: Аналіз параметрів ВКГ та ЕхоКГ дозволив отримати послідовність моментів початку збудження та піків зміщення і деформацій відповідних сегментів ЛШ, тобто просторову послідовність електричних і механічних процесів в міокарді. Величина сегментарної електромеханічної затримки показала значну просторову гетерогенність. Таким чином показник сегментарної ЕМЗ дозволяє пояснити виявлену відсутність чіткого синхронізму між електричними і механічними процесами, і може бути використаний як додатковий критерій оцінки дисинхронії.

Висновки: Використання запропонованого нами неінвазивного показника сегментарної ЕМЗ у форматі просторового аналізу поглибить розуміння складного явища дисинхронії і є простим та легко відтворюваним критерієм при діагностиці і оцінці ефективності лікування.



## **Визначення швидкості пульсової хвилі за даними МРТ**

Бацак Б.В.<sup>1</sup>, Забашта Ю.Ф.<sup>2</sup>, Сенчуров С.П.<sup>2\*</sup>, Трембовецька О.М.<sup>1</sup>

1) *ДУ Національний Інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України*

2) *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, фізичний факультет*  
*\* sergsenc@mail.univ.kiev.ua*

Дослідження жорсткості артеріальної стінки застосовуються для оцінки стану судинної системи при різноманітних серцево-судинних захворюваннях з метою визначення ризику можливих ускладнень, а отже, і оптимальної медикаментозної терапії [1]. Найбільш поширеною є методика визначення швидкості пульсової хвилі за даним ультразвукового дослідження. Проте вимірювання швидкості пульсової хвилі за даними ультразвукового дослідження є непрямим вимірюванням і має набір фізичних обмежень при застосуванні. Крім того, результати такого непрямого вимірювання є дещо суб'єктивними через значний вплив оператора (діагноста) на інтерпретацію результатів.

Метою нашого дослідження була розробка прямого методу визначення швидкості пульсової хвилі в аорті за допомогою використання результатів обстеження на МРТ, наявному в НІССХ ім. М.М. Амосова.

Методи: 10 кардіохірургічних хворих та 4 здорових волонтера було скановано за допомогою МРТ використовуючи спеціально розроблені протоколи виміру швидкості течії крові та руху стінок аорти. Сканування проводилось в декількох площинах навколо центральної вісі аорти.

Результати: Було отримано набори томографічних даних протонних густин, швидкостей руху крові та тканин під час поширення пульсової хвилі.

За результатами томографічних даних будувались тривимірні хвильові поверхні, які апроксимувались відповідними хвильовими поверхнями. З результатів апроксимації визначали швидкість поширення пульсової хвилі. В подальшому планується розробити в подальшому планується розробити методи неінвазивного визначення пружних властивостей аортальної стінки за результатами МРТ-дослідження. Результати роботи узгоджуються з подібними дослідженнями, виконаними іншими авторами [2]. На відміну від опублікованих результатів, запропонований метод є точнішим за рахунок використання апроксимації хвильових поверхонь відповідними функціями.

Висновки: запропонований метод дозволяє визначати параметри пульсової хвилі в будь-якій частині аорти, а також отримати основні гемодинамічні параметри току крові в аорті.

1. Schlatmann TJ, Becker AE. Histologic changes in the normal aging aorta: implications for dissecting aortic aneurysm. // Am J Cardiol 1977;39:13–20.

2. Heynric B. Grotenhuis, Jos J.M. Westenberg, Paul Steendijk, Rob J. van der Geest, Jaap Ottenkamp, Jeroen J. Bax, J. Wouter Jukema and Albert de Roos. Validation and reproducibility of aortic pulse wave velocity as assessed with velocity-encoded MRI //Journal of Magnetic Resonance Imaging Volume 30, Issue 3, pages 521–526

## **Використання систем на основі MPGD детекторів в медицині**

Безшийко О.А., Голінка-Безшийко Л.О.\*, Каденко І.М.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*\* lyalkagb@gmail.com*

За останні роки активними темпами розвивається новий клас газових детекторів іонізуючого випромінювання – мікроструктурних газових детекторів (MPGD - Micro-Pattern Gas Detectors). Такий підхід забезпечив прорив в розвитку класичних газових детекторів, дозволив кардинально зменшити характерні розміри детектуючих комірок до десятків мікрометрів, при цьому покращились цілий ряд характеристик таких детекторів – часова роздільна здатність (у наносекундному діапазоні), просторова роздільна здатність (близько 30 мкм) та трекова роздільна здатність при великій густині треків (менше 0.5 мм), здатність до високих завантажень (більше 106 Гц/мм<sup>2</sup>). Ледь не кожного року з'являються нові типи і підтипи детекторів цього класу – MicroMegas, GEM, THGEM, MHSP, microPIC, Ingrid... Головними каталізаторами розвитку таких систем є великі проекти фізики високих енергій, але вже зараз починається суттєва зацікавленість в таких детектуючих системах для отримання 2D зображень полів іонізуючих випромінювань з роздільною здатністю порядку (або краще) характеристик найсучасніших рентгенівських плівок, з великою площею покриття і ціною, суттєво меншою за напівпровідникові детекторні системи. В найближчих планах розробки вчених ядерників унікальне поєднання величин критичних характеристик детекторних систем – просторова роздільна здатність 10 мкм, часова роздільна здатність не більше 1 нс, розміри окремих модулів більше 2 м<sup>2</sup>, ціна модуля за м<sup>2</sup> – порядку 1000 доларів.

На кафедрі ядерної фізики фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка проводяться дослідження MPGD детекторів – модельні розрахунки та розробляється система тестових вимірювань таких детекторів, дослідження їх основних характеристик.

Дослідження виконано за часткової фінансової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень України, проект № Ф58/04 (договір №Ф58/380-2013) в рамках Проблемної ключової лабораторії з фізики високих енергій.

## **Використання SiPM фотодетекторів в медичних дослідженнях**

Безшийко О.А., Голінка-Безшийко Л.О.\*, Каденко І.М.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*\* lyalkagb@gmail.com*

За останні роки бурхливо почала розвиватися область кремнієвих лавинних багатопіксельних фотодетекторів, які працюють в режимі лічильника Гейгера (SiPM). Такі фотодетектори показують вже зараз кращі характеристики по більшості параметрів в порівнянні з вакуумними ФЕП і складають серйозну конкуренцію ФЕП на основі мікроканалних пластин. При цьому в недалекій перспективі, виходячи із стандартних технологій виготовлення напівпровідникових елементів можна очікувати різкого зниження цін на такі системи. Також такі фотодетектори конструктивно набагато більш зручні, ніж вакуумні ФЕП.

SiPM фотодетектори можуть ефективно реєструвати однофотонні сигнали і добре розрізнити форму сигналів для різної кількості фотонів. Хоча кожна комірка видає стандартний по амплітуді сигнал як відгук на фотон, із-за маленького розміру комірки (десятки мікрометрів) різні кванти світла від спалаху сцинтиляції при попаданні іонізуючої частинки в сцинтилятор попадуть в різні комірки і сигнал від кожної просумується в один сигнал, заряд якого буде пропорційний кількості фотонів, а отже і енергії іонізуючої частинки. Фронти наростання SiPM менше однієї наносекунди, що дозволяє забезпечити унікальні часові характеристики для часопрольотних систем не тільки в фізиці високих енергій та фундаментальних дослідженнях ядерної фізики, а і при розробці новітніх медичних діагностичних систем.

На кафедрі ядерної фізики фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка проводяться дослідження характеристик кремнієвих лавинних багатопіксельних фотодетекторів, які працюють в режимі лічильника Гейгера та розробляється системний комплекс для тестування параметрів SiPM. Для ефективного дослідження цих величин необхідний цілий ряд підсистем, які повинні управлятися від комп'ютера для забезпечення автоматизованого проведення експериментів: установки напруги зміщення, вимірювання струмів фотодетекторів, зйому та оцифровки з накопиченням часових форм сигналів, установки та контролю температурних умов в широкому інтервалі температур, джерела світла з субнаносекундними імпульсами в різних частотних діапазонах. Такий комплекс обладнання дозволить також забезпечити розробку педагогічної платформи для навчання студентів роботі з новими типами фотодетекторів.

Дослідження виконано за часткової фінансової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень України, проект № Ф58/04 (договір №Ф58/380-2013) в рамках Проблемної ключової лабораторії з фізики високих енергій.

## **Розробка та експериментальна апробація системи реєстрації поведінкової харчової реакції щурів**

**Горбаченко В.<sup>1,\*</sup>, Черета В.<sup>1</sup>, Врублевський С.<sup>2</sup>,  
Крученко Ж.<sup>2</sup>, Лук'янець О.<sup>2</sup>**

*1) Київський національний університет імені Тараса Шевченка, радіофізичний факультет, кафедра медичної радіофізики*

*2) Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України  
\* gorbachenkovasyl@gmail.com*

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, в даний час близько 450 мільйонів людей у світі страждають від психічних і неврологічних розладів, серед яких найбільш поширеними є когнітивні порушення. Серед таких хвороб слід відмітити такі як ішемія, Хвороба Альцгеймера, хвороба Паркінсона, нейропатії та інші. Проте, молекулярні механізми, залучені в патологічний нейрогенез різних нервових захворювань, ще не повністю вивчені. У зв'язку з цим дуже актуальним є вивчення механізмів розвитку нервових захворювань, що лежать в основі організації інтегративної функції мозку при реалізації складних форм поведінки в нормі і при найпоширеніших нейродегенеративних патологій. Для реєстрації змін у функціонуванні мозку та когнітивної здібності використовуються дослідження складних форм поведінки на тваринах. Задачею роботи було створення системи реєстрації поведінкової харчової реакції щурів для автоматичної реєстрації часових характеристик вироблення умовних рефлексів та маніпулятивних рухів щура. Порівняння отриманих характеристик для контрольних тварин та модельних тварин (у яких індукована певна хвороба нервової системи) дає можливість об'єктивно оцінювати порушення роботи мозку при мозкових захворюваннях та оцінювати когнітивні здібності дослідних тварин. Ця модель дає змогу тестувати нові фармакологічні агенти та ліки на їх здатність запобіганню розвитку важких патологій мозку. Для виконання поставлених задач використовувалися методи розробки електронних схем, розробки програмного забезпечення, програмування мікроконтролера та метод вироблення умовного харчового рефлексу у щурів.

В якості експериментальної апробації були використані щури самці лінії Вістар віком 5 місяців. Вивчалась динаміка умовнорефлекторної діяльності в експериментальній камері при виробленні та відтворенні умовного харчового рефлексу "рукості" у відповідь на звуковий стимул. Для реєстрації подій використовували наступні параметри: діставання з порожньої годівниці; годівниця заряджена кулькою їжі; діставання із зарядженої годівниці; тривалість діставання; інтервал між реакціями діставання; кількість спроб, необхідних для діставання кульки; час між першою спробою і до остаточного вилучення кульки. Проведені дослідження підтвердили ефективність застосування методу програмного аналізу відеозапису поведінки щурів.

# **Removal EMG and EOG artifacts from EEG signal Blind Separation Sources algorithm**

Gaidar V.O.\*, Radchenko S.P., Sudakov O.O.

*Taras Shevchenko National University of Kyiv,  
Faculty of Radiophysics, Electronics and Computer Systems  
\*gaidar.viktoria@gmail.com*

Electroencephalography (EEG) is useful for clinical and biomedical research because it is noninvasive method for recording of electrical activity along the scalp. EEG is used for diagnostics of various kinds of disorders related to processes in the brain. EEG signal often contains strong artifacts produced by eye movements (EOG) and muscle contraction (EMG), which strongly distort the real signal and create difficulties for further analysis of the data. That is why in this work we focus on solving the problem of the artifacts removal.

When we talk about EEG data taken from specific electrodes, we must consider that this signal is weighted linear mixture of underlying cortical source signal. The weights of each recorded mixture are determined by the distance of cortical sources domains from the electrodes pair, the electrical properties of underlined tissues etc. The method of Blind Source Separation (BSS) allows separate a set of sources from a set of mixed signals without the aid of information about signals or mixing process. BSS technique is able to separate EEG signal into spatial components and then identify the artifacts components by using the proper criterion. After that we can remove artifact components and reconstruct the signal free of artifacts. BSS relies on the assumption that the signals are not correlated and statistically

independent from each other. The data from  $i$  electrode  $g_i(t)$  can be obtained by mixing a large number of independent sources  $s_x(t)$ . We need to find the mixing matrix  $A$ . For these purposes, we used algorithm SOBI and reformulating the problem as a weighted least - squares (WLS) problem. Thus, we achieve two main goals: minimizing the mean square error (MSE) of the estimated matrix  $A$ .

After obtained matrix  $A$  we can identify columns of  $A$  corresponding to EOG and EMG sources by using the criteria that marks as artifacts the components with smaller fractal dimension. Conceptually, components with low fractal dimensions are those who are composed of few low-frequency components. This is often the case of ocular activity and therefore this is a suitable criterion for detecting ocular (EOG) components.

In our case we had a real EEG signal was collected from 21 scalp electrodes placed according to the international 10-20 System at the Department of Medical Radiophysics. Experimental conditions provided the opportunity for display EOG and EMG signals on the data. The original EEG frame contains few blinks and well defined EMG signal. As we can see the WASOBI algorithm using with fractal dimension criteria gives desirable result of remove EOG and EMG data from EEG

data and wherein applied method do not distort real EEG signal. In order to make sure that, after using this method of artifacts remove, our data, that did not consist artifacts has not changed significantly we used Kolmogorov – Smirnov test. Obtained value of the parameter  $p: p = 0.18$  enables us to say that the method can be used for processing EEG data.

### **Application of alginate-oil beads in medicine**

Korolovych V.<sup>1</sup>, Hrebnoy O.<sup>1</sup>, Inozemtseva O.<sup>2</sup>, Gorin D.<sup>2</sup>,  
Sukhorukov G.<sup>3</sup>, Bulavin L.<sup>1</sup>

*1) Taras Shevchenko National University of Kyiv, Molecular physics department*

*2) Saratov State University, Faculty of Nano- and Biomedical technologies*

*3) School of Engineering and Materials Science, Queen Mary University of London  
\*astakolle@yandex.ua*

Odors are the key component of our perception of environment. It makes influence on our decisions in daily life, changes our mood and feelings.

The aim of our work is to produce the microcontainers - odors carriers, and find the method for emission of odors from these containers.

For producing microcontainers we used alginate and applied two methods: method using syringe and high-voltage electro-spray method. To control oil encapsulation efficiency we used Raman microscopy and Raman spectroscopy.

Using spraying by syringe were obtained beads with diameter varying from 2550 to 1000  $\mu\text{m}$  for inner diameter of capillary from 150 to 1000  $\mu\text{m}$ . For high-voltage electro-spray method diameter for beads varies from 1300 to 250  $\mu\text{m}$  for voltage from 6 to 16 kV.

Examining optical microscopy images of alginate beads we see that those particles have homogeneous structure and spherical symmetry.

Using 3D Raman spectroscopy and microscopy the oil encapsulation efficiency was investigated.

The study was also supported by Government of the Russian Federation (grant No. 14.Z50.31.0004 to support scientific research projects implemented under the supervision of leading scientists at Russian institutions and Russian institutions of higher).

**Дослідження гісто-фізичних властивостей  
тканинних структур після імплантації модифікованого  
біокерамічного матеріалу у хрящ зовнішнього вуха щурів з  
використанням поляризаційної мікроскопії**

**Карась Г.А.<sup>\*</sup>, Карась А.Ф., Чайка С.П., Цвірінько І.Р.,  
Зінченко Д.О., Костюченко О.Л.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*\* gkaras@ukr.net*

Успішне використання в медицині композитних матеріалів для імплантації сьогодні пов'язують з максимальним наближенням їх до фізичних та хімічних характеристик живих тканин, які потребують відновлення чи заміщення. При цьому, зважаючи на відомі дані про безпосереднє значення поляризованого світла для виявлення макромолекулярних утворень в міжклітинній речовині та їх просторового упорядкування у складі композиту, особливої уваги потребує проведення досліджень поведінки різних складових таких композитних матеріалів, їх взаємодії з живими тканинами, резорбції та асиміляції в процесі відновлення тканин та органів. Мета дослідження – виявити особливості поляризаційно-оптичних характеристик модифікованого композитного матеріалу та тканин після введення імплантату в дефект хрящової пластинки зовнішнього вуха щурів. Матеріал та методи. Дослідження проведено на 26 щурах з використанням в якості імплантату ГАП гелю після обробки сумішшю з гелофузином, хондроїтинсульфатом та глюкозоаміноглі-каном. Через 1,2 та 3 місяці після введення композитного матеріалу із зони операції видаляли тканини блоком з імплантатом, готували кріостатні зрізи та проводили паралельне вивчення гематоксилін-еозинових препаратів, а також поляризаційне дослідження нативних та фарбованих зразків з використанням системного мікроскопу „Olympus” BX53 і застосуванням поляризатора. В результаті гістологічного дослідження виявлено, що через 1 місяць після імплантації композитного матеріалу спостерігається розвиток реактивних процесів з боку хряща та навколишніх ділянок сполучної тканини, а також наявність залишків матеріалу з ознаками його резорбції та проникнення в хрящову пластинку. При проведенні поляризаційного дослідження імплантаційний матеріал виявляється у вигляді як структурованих кристалічних, так і аморфних утворень з яскравим свічінням. При цьому виражене жовте свічіння найбільш відповідає біокерамічній основі композиційного матеріалу, яскраве бірюзове - макромолекулярним утворенням модифікуючих препаратів, а синювате - новоутвореному колагену. Відповідність наведеного типу свічіння була встановлена при паралельному дослідженні контрольних зразків з нанесенням на скельця окремих препаратів. Слід відмітити також, що через 1 місяць після імплантації мало місце вивільнення деякої кількості гранул ГАП

гелю та вільне його розміщення серед тканинних структур без негативних реакцій, що свідчить про його толерантність та нетоксичність. Однак, важливо підкреслити, що характер поляризації модифікованого біокерамічного імплантату суттєво залежав від взаємодії макромолекулярних утворень в наявних залишках, що не виключає також і взаємодії введеного матеріалу з середовищем, куди він був введений, що потребує подальшого уточнення. Проведені дослідження гістологічних зрізів хряща з навколишніми тканинами через 2 місяці після імплантації свідчить про аналогічний характер свічення при зменшенні величини залишків імплантаційного матеріалу та збільшенні маси новоутвореного колагену в зонах заміщення експериментального дефекту. Через 3 місяці в зоні імплантації спостерігається часткове відновлення структури хряща з наявністю новоутвореної сполучної тканини. В цілому, результати дослідження свідчать про високу інформативність поляризаційних досліджень, що дозволяють візуалізувати та контролювати процеси резорбції та інтерналізації різних імплантатів при пластичних операціях.

## **Metal strip detector for beam monitoring and positioning in hadron radiotherapy**

Iliukhina A.<sup>1,2\*</sup>, Pugatch V.<sup>2</sup>, Iakovenko V.<sup>2</sup>, Storoyk D.<sup>2</sup>, Kovalchuk O.<sup>2</sup>

1) *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv*

2) *Institute for Nuclear Research NAS of Ukraine, Kyiv*

\* *iliukhina@gmail.com*

Hadron radiotherapy is a hadron irradiation malignancies (protons, nuclei  $^{12}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}$  etc.). The main advantage of this method is Bragg peak - the increase in energy loss immediately before the particles stop. The dose distribution is affected by precision of positioning and beam monitoring, thus making them extremely urgent.

High Energy Physics Department in KINR together with The National Center for Scientific Research (France) have prepared the experiment «Towards in vivo dosimetry in  $^{12}\text{C}$  therapy» in Heidelberg Ion Therapy center in 2014. The main aim of this project is measurement of depth-dose distribution when irradiated nuclei  $^{12}\text{C}$  phantom with the energy of 150-300 MeV per nucleon.

The prototype of metal strip detector was constructed in HEP department. The detector pitch is 1.27 mm and the diameter of each strip is 100  $\mu\text{m}$ , which allows good method precision. Monte-Carlo simulations of the experiment (using GEANT4 platform) is presented in this work.



## **Applied infrared thermography for analyzing condition radiation burn**

Mamilov S.O.\*, Fedorov V.O., Misyura A.G.

*Institute of Applied Problems of Physics and Biophysics of NAS of Ukraine*

*\*mamilov@mail.ru, mamilovSO@nas.gov.ua*

The radiation burn of biological tissue is difficult in terms of follow-up treatment. Invisible symptoms at an early stage and requires specific instruments, difficult in using and transportations, make problem for analyzing of the condition of the affected area. Biological tissue is heated immediately after irradiation of doses that are hazardous to human health and life. It's one of the features of radiation burn that appear after biological tissue interacted with high energy radiation exposure. The significant deviations of the temperature of the tissue in affected area have a direct relationship with pathological processes. It make possible to judge about progression or regression injury that based on the level of the tissue's temperature. To solve the problems of control degree and depth of the lesion in the case of radiation burns, we propose to use infrared thermography that applied to analyze spatial distribution of temperature on the surface of the skin. Using infrared thermography can clearly define the boundaries of the affected area according to the spatial form of radiation burn on the skin surface. This allows to select a treatment regimen taking into account all vital organs, caught in a clearly defined area. Analysis of biological processes based on regression or progression of the surface affected areas, analysis of deformation this area's boundaries, and analysis of changes in the temperature gradient above affected area will provide additional information. This information helpful in the treatment process of the patient and in the analyze body's reaction to the selected treatment regimen. One important feature of infrared thermography in the case of radiation burns is that infrared cameras are non-invasive devices. Infrared thermography as a noninvasive method of data collection cannot act on the affected area. The second feature of infrared thermography is that it allows real-time data in a graphical format that does not require special skills to decrypt and read the information. The third important feature of infrared thermography is a high rate of collection of information on the affected area and to provide data in the form of thermogram.

# A novel plasma source for biological and medical applications

Martysh E., Vasylykiv I.\*

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

\* *innesa.vasylykiv@gmail.com*

Nonthermal, low-temperature plasmas, having populations of high-temperature electrons and ions at or near room temperature mixed with a neutral gas background, are emerging as a novel tool for in vivo nondamaging treatment of living tissues in biological and medical applications. To be efficient for this purpose, plasma should meet the following criteria: it should significantly reduce bacterial density in the determined area, cause a long-term post-irradiation inhibition of bacterial growth, without causing any negative effect on the natural living cells [1].

The sterilizing effect of the plasma source is mainly due to oxygen free radicals, like atomic oxygen O and hydroxyl group OH, other reactive oxygen species (ROS) and UV radiation have an essential role in the plasma germicidal effect. But, under the promise of sterilization effect, industrial applications can select their appropriate operating conditions. There are types of feeding gas and systems energy efficiency as the strong criterions among them. In order to satisfy these requirements of plasma characteristics and its production, a new generation of plasma sources specifically designed for this kind of application is being developed [2].

The possibility of creating a source of non-equilibrium atmospheric pressure plasma based on the rotating gliding discharge was investigated in the researches, that were conducted at RPhECS faculty (KSU). Systems were used for these researches, have the prototype of discharge chamber in the plasma–liquid systems (PLS) with tornado-type reverse vortex gas flow with liquid electrode [3]. The presence of active radicals and UV radiation in the source was tested by means of spectral measurements. These PLS beneficial characteristics, connected with system gas-dynamic peculiarities, were proved for both groups of requirements, mentioned above.

There is a second direction also of these investigations, where main attention is devoted to DC microdischarge properties in the vortex air flow. The electrical parameters of the discharge and optical characteristics of the microdischarge plasma torch pointed the way to the PLS formation, which will be most compatible for chronic wound disinfection.

1. G. Fridman, A. Gutsol, V. Vasilets, e.a. Applied Plasma Medicine, Plasma Process. Polym., 5, p.503–533, 2008.

2. E.Martysh, Peculiarities of plasma sources in plasma medicine, Bullet. of Taras Shevchenko Nation. University. Ser.: Radio Physics & Electronics, № 19, p. 59– 62, 2013.

3. O.A. Nedybaliuk , V. Ya. Chernyak, E.V. Martysh. Dynamic Plasma-Liquid System with Discharge in Reverse Vortex Flow of “Tornado” Type, International Journal of Plasma Environ. Science & Technology. v. 5, №1, p. 20-24, 2011.

**Оцінка дозового розподілу в області пенумбри  
з використанням світлодіодних структур**  
Куліш М.П., Дмитренко О.П., Мельник О.П.<sup>\*</sup>, Малий Є.В.,  
Тартачник В.П., Шлапацька В.В.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*  
*\* olhamelnyk@mail.ru*

Відомо, що формування дозного поля складної конфігурації на тілі пацієнта здійснюється за допомогою системи клинів та болусів специфічного профілю. Внаслідок дифракції частинок і впливу розмірів джерела неминуче виникає ефект пенумбри – напівтіні, який спричиняє переопромінення здорових тканин. Проблема їхнього захисту стає особливо актуальною у разі, якщо поблизу зони опромінення розташований критичний орган.

Дозиметрія дозного поля у межах напівтіні повинна здійснюватись давачем мінімальних розмірів з максимальною чутливістю. Саме таким елементом може бути структура розміром менше 1мм<sup>2</sup>, висока чутливість якої до дії пучків проникаючого опромінення забезпечується екситонним механізмом рекомбінації. З нашого погляду найдоцільнішим є використання епітаксійних фосфід-галієвих р-п-переходів з огляду на їхню дешевизну та випромінювання у видимій області спектру.

Дозова залежність інтенсивності свічення світлодіода GaP, знята в процесі опромінення електронами з E=2 MeV, лінійна до значення  $\Phi=5 \cdot 10^{14}$  см<sup>-2</sup>, що дозволяє використовувати його у ролі дозиметра малих доз.

Побудова дозиметричної карти поля потребує деякої кількості зразків з однаковою вихідною інтенсивністю свічення. Тому попередньо один із них повинен бути відградуєваним на прискорювачі, який пізніше використовуватиметься у клінічній практиці. Досвід показує, що зміна інтенсивності свічення пропонованого детектора внаслідок опромінення може бути проконтрольована найпростішим кремнієвим фотоелементом без використання стаціонарного спектрометричного обладнання.

З цією метою проектується світлонепроникна камера із під'єднаним до неї регульованим джерелом живлення світлодіода та вмонтованим фотоелементом.

Число поглинутих часток визначається за кривою зміни інтенсивності свічення при опроміненні; оцінка поглинутої тканиною дози проводиться на основі відомих значень зважувальних факторів для неї та для пучка.

# Biocompatible properties of Ti alloys, SiO<sub>2</sub> and automated system of anisotropy visualization

Onanko A.<sup>\*</sup>, Kulish M., Prodayvoda G., Onanko Y., Rozhkovskiy O.

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

*\* onanko@univ.kiev.ua*

Ti alloys as biocompatible are widely used in prosthetics and in implantology. Endoprosthetics - are the basic method of treatment of pathology of thurl, which allows to deliver a patient from claudication and pain.

Ti alloys is very little ionizes in physiological solutions NaCl, the products of its corrosion are not toxic, in addition, they do not spread on all of organism, but concentrated nearby the implant. Thin oxidic film, which appears on the Ti surface and its alloys provides the complete corrosion protection of metal in many environments including physiology. Ti alloys have high specific strength and low elastic module E, which indicate that Ti alloys is favourable material from the point of endoprosthetics view. Multiple “in vitro” and “in vivo” experiments testify the use of Ti alloys not a single case of tearing away of this alloy or appearance of allergic reactions, which are typical for non-rusting steels is known.

Exeperement. For ultrasound devices USMV-KNU on frequencies  $f_1 \approx 1,67$  MGz and  $f_2 \approx 5$  MGz and computer Kern-4 on frequencies  $f_{||} \approx 1,11$  MGz and  $f_{\perp} \approx 0,43$

MGz the measured error is equal  $\frac{\Delta V}{V} = 0,5 \div 1,5\%$ . The measuring error of

measuring internal friction was  $\frac{\Delta Q^{-1}}{Q^{-1}} \approx 10\%$  and the elastic module relative

changing was  $\frac{\Delta E}{E} \approx 0,1\%$ .

Experimental results. The Puasson coefficient  $\mu$  is equal to ratio of relative transversal compression to relative longitudinal lengthening. Debye model sets the conditions existence stand waves in solid state. One oscillator produce 3 waves: 1 longitudinal and 2 transversal. Temperature-pressure dependence directional surface of elastic body of elastic module SiO<sub>2</sub> before and after the satiation of

physiological solution NaCl  $\rho_{NaCl} = 180 \frac{kg}{m^3}$  are represented.

Conclusions. The measuring of internal friction background Q-10 after different heat treatments gives information about the changes of the fields of elastic strains  $\sigma$  in Ti alloys. The correlation between elastic module E, pressure P and temperature T may be presented az surface “directional surface of elasticity body” before and after satiation, which gives additional information about influence of the satiation of physiological solution.

## Таємниця часу розгадана?

Поліщук М.А.

*Клініка хрономедицини "Резонанс"  
rezonansua@gmail.com*

Системне осмислення даних про час як явище і застосування до них закономірностей СТВ здатні відкрити стародавню таємницю часу. Швидкість, рівна 90% швидкості світу, наявна на трьох рівнях нашого світу, і знання про цю швидкість є результатом системного і релятивістського аналізу.

Для пізнання часу повинні використовуватися відомості з різних наук, тому що час - категорія всеосяжна. Хронобіологи виявили, що у здорової людини хід часу збігається з ходом часу в неживій природі. А ось у людей, які хворіють різними захворюваннями, які піддалися стрессам, а також в результаті розвитку процесів старіння, тривалість інтервалів власного часу (ТІВЧ) скорочуються. Найменших значень ТІВЧ досягає у людей на межі переходу від життя до смерті, тобто при спробі самогубства: 22-27 секунд.

Колись мислитель Середньовіччя Дж.Бруно сказав:

"Хто хоче пізнати найбільші таємниці природи, хай розглядає і вивчає мінімуми і максимуми суперечностей і протилежностей". При цьому з двох екстремумів - максимуму і мінімуму, він найбільше значення приділяв мінімуму:

"... мінімум, як субстанція всіх речей, є основою всього, в тому числі і максимуму" <http://www.portal-slovo.ru/history/35553.php>

Матеріал і методи. Для аналізу даних ТІВЧ використовувалися алгоритми спеціальної теорії відносності (СТВ), а також формула релятивістського уповільнення часу Лоренца-Ейнштейна. Вважається, що СТВ може застосовуватись для аналізу різних різновидів часу, в т.ч. і біологічного (У.Клемец). Надалі використовувався системний підхід - один з дієвих прийомів будь-якого наукового дослідження.

Власні дослідження. За допомогою застосування формули Лоренца-Ейнштейна для аналізу ТІВЧ у здорових людей і суїцидентів було встановлено, що швидкість обміну речовин в організмі здорових людей здійснюється збіля світловими швидкостями, рівними 270-280 тис. км / с. Це становить 90% швидкості світу (0,9 с).

Обговорення. Така швидкість, згідно з публікаціями фізика Б.Перона (Д.Мельхіседека) - найвідомішого випускника фізичного факультету Каліфорнійського університету (м.Берклі), виявлена при обертанні електронів в атомах навколо ядер. За аналогією така ж швидкість повинна бути присутня і в обертанні нашої Галактики відносно центру мас Всесвіту. Ймовірно, саме ця швидкість продукує час як явище і є головним чинником, що об'єднує по типу резонансу всі три рівні світу: (атом – мікросвіт, обмін речовин в організмі людини – макросвіт, Галактика і Всесвіт – макросвіт) в єдине ціле.

## Модифікація властивостей алкалоїдів

### протиухлинного препарату Коніум

Заболотний М.А.<sup>1</sup>, Полуян Н.А.<sup>1\*</sup>, Довбешко Г.І.<sup>2</sup>, Куліш М.П.<sup>1</sup>,  
Момот А.І.<sup>1</sup>, Дмитренко О.П.<sup>1</sup>

1) Київський національний університет імені Тараса Шевченка

2) Інститут фізики НАНУ

\* [poluyannadia@gmail.com](mailto:poluyannadia@gmail.com)

Створення ефективних і малотоксичних протиухлинних препаратів є одним з найбільш актуальних завдань сучасної онкології, а модифікація фармакологічних властивостей вже відомих протиухлинних агентів, спрямована на підвищення ефективності та / або зниження токсичності, розглядається як перспективний напрям на шляху розробки ефективних протиухлинних препаратів. З попередніх робіт по даній темі стало відомо, що для збільшення біологічної активності та покращенням лікувальних характеристик онкологічного препарату Коніум особливо перспективним є використання в якості модифікаторів фулеренів.

Робота присвячена визначенню адекватної числової моделі для опису характеристик алкалоїдів онкологічного препарату Коніум, залежності фізичних, електрофізичних, оптичних та конформаційних характеристик алкалоїдів Коніуму від характеристик розчинника, характеристик комплексів алкалоїдів Коніуму з гідратованим фулереном С<sub>60</sub> у воді з метою визначення можливості модифікації їх біологічної активності.

В результаті були визначені конформаційні, оптичні та електрофізичні характеристики алкалоїдів Коніуму : коніїну, N - метилконіїну, γ -коніциїну, конгїдрину і псевдоконгїдрину у воді і вакуумі, ідентифіковано смуги ІЧ; доведена можливість комплексоутворення γ –коніциїну та С<sub>60</sub> у воді за рахунок розриву подвійного зв'язку С=N у молекулі алкалоїду γ -коніциїну.

В ході досліджень були визначені структурні форми, розраховані значення дипольних моментів і енергії основного стану алкалоїдів, що входять до складу коніуму.

Смугам ІЧ поглинання молекул алкалоїдів коніуму співставлені коливання фтомів, що відповідають за їх появу. Встановлено, що величина дипольного моменту та максимальні лінійні розміри молекули γ - коніциїну з великою степінню ймовірності є незалежними величинами, а їхнє значення визначається різними фізичними процесами.

За використання модельних розрахунків доведено, що кількість стійких конформаційних станів молекули γ- коніциїну залежить від характеристик молекулярного оточення, показано, що у воді суттєво зростає величина дипольного моменту по відношенні до його значення у вакуумі.

Також було доведено, що конформаційний стан електрофізичні характеристики (а, отже і біологічна активність) молекул коніїну, N -

метилкониїну,  $\gamma$  -коніциїну, конгідрину і псевдоконгідрину залежить від властивостей їх розчинника.

## **Metal micro-detectors for imaging and beam profile monitoring in radiation therapy**

Yakovenko V.<sup>1,2\*</sup>, Kovalchuk O.<sup>1</sup>, Sorokin Iu.<sup>1,3</sup>, Pugatch V.<sup>1</sup>, Okhrimenko O.<sup>1</sup>, Prezado Y.<sup>4</sup>, Martinez-Rovira I.<sup>4</sup>, Iliukhina A.<sup>1,5</sup>

1) *Institute for Nuclear Research NAS of Ukraine, Kyiv*

2) *Cancer Center "INNOVACIA",*

3) *GSI, Darmstadt,*

4) *IMNC, IN2P3, Orsay,*

5) *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv*

\* *vic.yakovenko@gmail.com*

The main goal of radiotherapy is to deposit a high dose of ionizing radiation in a tumor, while keeping the absorbed dose in the surrounding healthy tissue at a tolerant level. Radiation therapy requires radiation hard beam monitoring devices providing dose distribution measurements and imaging in real time.

Metal micro-detectors (MMD) have been developed at Kiev Institute for Nuclear Research (KINR) in collaboration with researchers from MPIfK (Heidelberg) and DESY (Hamburg). MMD physics and techniques are discussed for applications in measuring and imaging of charged particles and synchrotron radiation beams. An extremely low thickness (1  $\mu\text{m}$ ) of the MMD in combination with its high radiation tolerance (about 100 MGy) introduces an opportunity to keep a device in the beam permanently. These advantages allow the creation of reliable radiation monitoring systems for radiation therapy applications.

Our team participates in studies of non-invasive 3D dose monitoring for charged particle radiation therapy. To provide the precise beam profile monitoring a (64 x 64)-channel X-Y MMD was produced at KINR. Test studies were performed with X-rays generated at linear accelerators of KINR (5 MeV) and Cancer Center "Innovacia" (Varian Clinac 2100C at 6 and 10 MeV). Hadron beams (protons, 12C-ions and 16O-ions) were explored for the MMD characterization at Heidelberg Ion-Beam Therapy Center. MMD has shown reliable performance for online beam profile monitoring. Once calibrated, the detector could also be used for dose monitoring in real time. The results of our studies suggest the possibility of MMD application in clinical practice.

## **Вплив магнітного поля на структури кластерів глюкози**

**Теліман К.<sup>\*</sup>, Мягченко Ю., Вергун Л., Забашта Ю.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*\* keit1989@ukr.net*

Відомо[1], що вплив електромагнітного випромінювання суттєво впливає на біофізичні процеси, які відбуваються в організмі людини. Найбільш чутливою до впливу магнітного поля є система крові, яка складається з багатьох компонентів, у тому числі й глюкози.

Досліджувався вплив магнітного поля на структуру кластерів глюкози в модельних системах – водних розчинів глюкози різної концентрації. Вимірювалась в'язкість даних систем, за допомогою експериментальної методики, яка базується на методі Стокса [2]. Встановлено, що дія слабких магнітних полів (порядку декількох мТл) знижують в'язкість водних розчинів глюкози біля 10%. Зазначене зниження в'язкості, на думку авторів, обумовлено орієнтацією кластерів за напрямом магнітного поля.

1. Бондарь Г.В., Шевченко В.В., Поляков П.И. та ін., Влияние магнитного поля на показатели крови. – Режим доступу: <http://www.biophys.ru/archive/crimea2011/abstr-p168.pdf> – 25.09.2014

2. Yuriy O. Myagchenko, Kate O. Teliman, Liena Yu. Vergun, Oksana S. Svechnikova. The experimental methods for research of biomolecules water solutions in magnetic field,- Abstract of 6th International Conference PLMMP – 2014, 9-5P – P. 223



## Застосування гліцерину для удосконалення МРТ-сканування

Вергун Л.Ю.<sup>1\*</sup>, Бацак Б.В.<sup>2</sup>, Свечнікова О.С.<sup>1</sup>, Олійник А.В.<sup>1</sup>

1) Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

фізичний факультет, кафедра молекулярної фізики

2) ДУ НІСХХ імені М.М.Амосова МАН України

\* [aktanl@univ.kiev.ua](mailto:aktanl@univ.kiev.ua)

Для діагностики м'яких тканин при проведенні МРТ- досліджень використовують речовини, що змінюють релаксаційні властивості тканин, а саме, -пара-, -супер- і феромагнетики [1]. При проведенні МРТ - обстеження в шкірі людини, що виконує функції захисного бар'єру, можуть виникати релаксаційні процеси, пов'язані із впливом постійного магнітного поля. Відомо, що дія постійного магнітного поля на шкіру людини відбувається при напруженості 0,7 ерстед [2]. Поверхневий шар шкіри (епідерміс) є впорядкованою структурою, що складається з без'ядерних клітин, заповнених нерозчинним кератином, і міжклітинним ліпідним матриксом [3]. Епідерміс містить різного роду дефекти. Під впливом зовнішніх чинників зазначені дефекти можуть містити магнітні частинки, які потрапляють в організм із навколишнього середовища. У роботі [3] був запропонований фізичний механізм впливу постійного магнітного поля на епідерміс людини, пов'язаний зі зміною розмірів і форм дефектних зон. Для виключення дії таких зон на процес сканування при проведенні МРТ-досліджень пропонується використати гліцерин, як речовину з діамагнітними властивостями. Дослідження проводилися на установці Toshiba Titan 1,5 Тл. В процесі експерименту сканувались кисті рук, попередньо оброблені гліцерином (ГОСТ 6259-75 "чда" ТОВ НІД "Альфарус"). Також було проведено сканування рук з нанесеним гліцерином, що, перед нанесенням, попередньо витримувався в постійному магнітному полі, індукція якого складала 4 ерстед. Для порівняння були отримані зображення кисті руки, необробленої гліцерином. При аналізі результатів було встановлено, що використання намагніченого гліцерину сприяє збільшенню зернистості на зображенні м'яких тканин. Зроблено висновок про вплив намагніченого гліцерину на впорядкування релаксаційних процесів в поверхневому шарі шкіри людини під дією магнітних полів, що створюються в установці Toshiba Titan 1,5 Тл.

1.Felix R., Heshiki A., Hricak H. *Magnevist. Monograph 4th edd.* — Berlin: Blackwell Science, 2001. — 242 p

2.Головин Н.И., Курик М.В., Гарнага Н.М. Магнитное поле Земли и здоровье человека. — Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, №5-6, Москва, 2002.

3.Vergun Liena. Yu., Zagorodnia Olga. A., Teliman Katerina.O. Molecular Mechanism of Disordering the Epidermis Structure Under the Effect of Static Magnetic Field. *Journal of Physical Science and Application* 2013,3(2),312-315.

## **Theoretical estimation of the slice thickness in digital tomosynthesis**

Motolyga O.<sup>1</sup>, Miroshnichenko S.<sup>2</sup>, Nevgasimii A.<sup>2</sup>, Senchurov S.<sup>1\*</sup>

1) *Taras Shevchenko National University of Kyiv*

2) *Teleoptic PRA*

\* *sergsenc@mail.univ.kiev.ua*

Digital tomosynthesis is one of the emerging technologies in medical imaging. It allows the reasonable compromise between image quality, 3D reconstruction and patient dose. Today on market are several models of digital tomosynthesis equipment, mainly general purpose tomosynthesis equipment and mammographic tomosynthesis equipment. Technically there is possibility to use numerous variants of X-ray tube and digital receptor movement and variety of the reconstruction algorithms. During the design of the digital tomosynthesis system we need some estimations of the relationship between the angular scan range, number of projection images, and the reconstruction quality. The aim of our study is to obtain corresponding theoretical dependencies.

Slice thickness is assumed the distance between reconstructed planes, where the intensity of the in-plane object decreases two times. Slice thickness was calculated from simple geometrical considerations. It appeared to be proportionally dependent on the in-plane geometrical size of the object.

Another problem which appears during the design of the tomosynthesis system is the relation between the number of voxels and the number of projections. The minimal number of projections needed for the reconstruction was calculated in the algebraic reconstruction approach depending on the number of voxels. Number of projections is inverse proportional to the projection pixel size.

**Порівняння характеристик гадолінієвих екранів різних поколінь**  
Асламова Л.І.<sup>1</sup>, Мірошниченко Н.С.<sup>1,2\*</sup>, Куліч Є.В.<sup>1</sup>, Меленевська Н.В.<sup>1</sup>,  
Радько Д.А.<sup>2</sup>, Мірошниченко С.І.<sup>2</sup>

1) Київський національний університет імені Тараса Шевченка

2) Науково-виробниче об'єднання «Телеоптик»

\* *mns@teleoptic-pra.com.ua*

При рентгенографічному обстеженні внутрішніх органів тіла пацієнта для візуалізації зображення на плівці або моніторі комп'ютера використовують спеціальні флуоресцентні (посилюючі) екрани. Відомі наступні типи екранів: кальцій-вольфрамові (CaWO<sub>4</sub>), лантанові (La) гадолінієві (Gd), вдосконалені гадолінієві (Gd DRZ) та цезій-йодові (CsI).

Значення коефіцієнтів поглинання різних екранів змінюються в залежності від енергії рентгенівських фотонів. CaWO<sub>4</sub> екрани мають низькі коефіцієнти поглинання, тому їх не рекомендується використовувати при напрузі на трубку вище 80 кВ. CsI екрани мають високу абсорбційну спроможність, що дозволяє зменшити дозу на пацієнта, не погіршуючи якість зображення. Однак такі екрани мають низькі експлуатаційні характеристики та високу вартість, що обмежує їх використання. Екрани с люмінофорами (La, Gd і Gd DRZ) мають дещо менші коефіцієнти поглинання, але не вимогливі при експлуатації.

Відомі дослідження La і Gd екранів, в яких стверджується, що під час обстеження пацієнтів на низьких напругах Gd екрани мають «провал» на графіку залежності яскравості зображення від напруги на рентгенівській трубці в порівнянні з La екранами. З цього випливає, що під час обстежень на низьких напругах при малих експозиціях використання таких екранів небажане.

Оскільки такі дослідження виконані для Gd екранів першого покоління, то метою наших досліджень було перевірка вище викладених стверджень для Gd DRZ екранів, які розроблені пізніше. В експериментах отримувалися зображення у діапазоні напруг 40-100 кВ та експозиції 1 мАс.

Оцінка результатів експериментів показала, що «провал» на графіку залежності яскравості зображення від напруги на рентгенівській трубці для Gd DRZ екранів відсутній і в цілому такі значення яскравості вище, ніж у La і Gd екранів ранніх поколінь. Внаслідок цього можна зробити висновок, що Gd DRZ екрани можна застосовувати у всьому діапазоні напруг при малих експозиціях. При цьому високі експлуатаційні характеристики і невисока вартість, в порівнянні з CsI екранами, робить застосування Gd DRZ екранів доцільним для застосування в умовах економічної ситуації України.

# Радіаційний захист

## *Radiation protection*

---

### **Radiation safety aspects during 11-MeV medical cyclotron operation and maintenance**

**Bondar B.M.**<sup>1,2\*</sup>, Mikhnytsky I.B.<sup>1</sup>, Kmetiyuk Ya.V.<sup>1</sup>

1) *All-Ukrainian Center for Radiosurgery of the Clinical Hospital "Feofania*

2) *Nuclear Physics Department, Taras Shevchenko National University*

*\* miarex@ukr.net*

The tracer production technologies have found widespread applications in nuclear medicine, especially for radionuclide imaging. In particular, they are necessary for positron emission tomography (PET), and a lot of PET tracers can be produced through the proton induced nuclear reactions, such as (p,n) and (p, $\alpha$ ) using low energy cyclotrons. The usage of cyclotrons leads to radiation exposure, caused by prompt radiation, produced tracer and induced activity. Moreover, in most cases cyclotron maintenance requires handling of radioactive components and wastes. Therefore, special attention should be paid to the radiation safety aspects, providing additional shielding and dose control for personnel, who perform cyclotron operation and technical support.

In this work we consider the radiation safety aspects of tracer production technology, required for PET with <sup>18</sup>F-FDG. The main sources of radiation exposure and the efficiency of a cyclotron shielding were analyzed. The neutron and gamma dose rates were measured on a working places using RadEye B-20 and RadEye PX (with NRD probe) dosimeters and the effective dose to personnel, performing operation and technical support of a cyclotron was estimated with the help of electronic personnel dosimeters EPD Mk2+ and thermoluminescence dosimeters TLD Harshaw 100.

**Оцінка вмісту природних радіонуклідів у  
залишках (відходах) виробничої діяльності**  
Аксьонов М.<sup>1\*</sup>, Павленко Т.<sup>1</sup>, Макаровська О.<sup>2</sup>,  
Фризюк М.<sup>1</sup>, Шабуніна Н.<sup>1</sup>, Тарасюк О.<sup>1</sup>

1) ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України"

2) Державна інспекція ядерного регулювання України

\* *nvaks1@gmail.com*

Відходам та залишкам підприємств, які здійснюють добування та переробку корисних копалин, притаманний підвищений вміст природних радіонуклідів (ПРН). В Україні на сьогодні такі відходи знаходяться у вигляді звалищ, які накопичуються поблизу відповідних підприємств і можуть бути доступні для населення через відсутність за ними контролю. У разі використання цих відходів, наприклад, при індивідуальному будівництві для підсіпок та фундаментів тощо населення може зазнавати додаткового опромінення.

Чинними вітчизняними нормативними документами ("Норми радіаційної безпеки" та "Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України") вміст ПРН у залишках (відходах) не регламентується, а визначено лише дозові обмеження опромінення на робочих місцях.

В рамках співпраці за меморандумом між ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ" та Державною інспекцією ядерного регулювання України досліджувались залишки та відходи діяльності підприємств з підвищеним вмістом ПРН.

Було проведено за допомогою гамма-спектрометричного методу вимірювання питомої активності ПРН радію-226, торію-232, калію-40, свинцю-210, урану-238 та урану-235 у 187 зразках залишків виробничої діяльності 39 підприємств України з видобутку та переробки корисних копалин (паливно-енергетичний комплекс, нафтогазова, гірничо-металургійна, залізорудна промисловість, чорна й кольорова металургія та інш.).

За результатами проведених досліджень встановлено, що у понад 90 % зразків залишків виробничої діяльності досліджених підприємств значення питомої активності ПРН не перевищує референтних рівнів МАГАТЕ за рівнем вмісту радіонуклідів. Лише підприємства нафтогазової промисловості потребують обов'язкового радіаційного контролю у зв'язку з перевищенням у понад 10 разів референтних рівнів МАГАТЕ за радієм-226 та торієм-232.

## Сучасний стан радіаційної безпеки в Україні

Павленко Т.О.

*ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України"  
travlenko@ukr.net*

Доповідь присвячена структурним проблемам регулювання радіаційної безпеки та протирадіаційного захисту населення в Україні та гармонізації вітчизняної нормативної бази до стандартів директив «Євроатому».

До недавнього часу регуляторні функції в цій галузі було поділено між радіологічними відділами Служби Санепіднагляду, які відповідали за здоров'я населення, та Державною інспекцією ядерного регулювання (ДІЯР), яка опікувалася питаннями радіаційної безпеки. Сьогодні ми фактично маємо тільки одного регулятора – ДІЯР. Постають питання: які структури і якою мірою будуть контролювати опромінення населення; хто відповідає за радіаційних моніторинг; хто відповідає за розробку нормативів тощо.

Друга частина доповіді буде стосуватися безпосередньо питань відповідності української нормативної бази вимогам нової системи протирадіаційного захисту, які практично реалізовані у нових директивах «Євроатому», та проблем гармонізації цих документів. Більшість вітчизняних нормативних документів застосовують «жорстку» систему регулювання на відміну від «гнучкої» європейської системи, в основу якої закладено принципи «виправданості» та «оптимізації». Окрім того, у вітчизняній нормативно-правовій базі відсутня низка термінів та понять, на яких будується європейська система, а також вимог щодо контролю медичного опромінення, природних радіонуклідів у відходах підприємств тощо.

У доповіді також будуть приведені структура та величина дозового навантаження населення України та окреслені напрямки розвитку системи протирадіаційного захисту, спрямовані на зменшення впливу на здоров'я населення радіаційного чинника.

## **Системи адміністрування даних, як один з засобів забезпечення контролю за безпекою у відділенні променевої терапії**

Спіженко Н.Ю., Шараєвський О.А., Зелінський Р.М.\*,

Бурик В.М., Леонович А.Л.

*МЦ «Кібер клініка Спіженко»*

*\* zelinskyi.ruslan@gmail.com*

Мета. Сучасне відділення променевої терапії є складним багатокомпонентним комплексом, для функціонування якого необхідна чітка взаємодія між діагностичним, планувальним та лікувальним структурними елементами системи. Ефективна взаємодія інформаційних потоків, забезпечується адміністративними системами обробки даних.

Методи і матеріали. З 2012 року в МЦ «Кібер Клініка Спіженка» для обробки та координації інформаційних даних в відділенні променевої терапії використовується адміністративна система MOSAIQ. З січня 2012 до вересня 2014 було в систему MOSAIQ були введені дані 474 хворих, яким проводилось лікування на лінійному прискорювачі Elekta Synergy.

Адміністративна система MOSAIQ використовувалась для реєстрації періодичного контролю (quality assurance) технічних параметрів лінійного прискорювача. Вносились дані щоденної, щотижневої, щомісячної, щоквартальної та щорічної верифікації параметрів лінійного прискорювача.

На етапі призначення дози та планування променевого лікування проводилось внесення, накопичення та передача всієї медичної інформації, в тому числі DICOM зображень, дозних розподілів та планів променевого лікування. Під час укладки та позиціонування пацієнта, за допомогою системи MOSAIQ проводилась верифікація правильності розміщення пацієнта на лікувальному столі та автоматичне налаштування положення пацієнта. При проведенні опромінення система MOSAIQ забезпечувала контроль за відпуском разової та сумарної дози, встановлення лімітів доз, що підтверджувала коректність плану опромінення і, таким чином, дозволяла забезпечувати безпеку пацієнта.

Зручність у використанні для авторизованих користувачів (лікар-онколог, променевий терапевт, медичний фізик, рентген-лаборант, медичний адміністратор) та персональне налаштування необхідних функцій, робочих сторінок, а також ведення документації у електронному вигляді унеможливило втрату даних та ймовірність помилок при проведенні лікування онкологічних хворих.

Висновки: Система надає можливість моніторингу під час діагностики, планування, лікування та фіксації віддалених наслідків лікування онкохворих. Система MOSAIQ є одним з ключових факторів забезпечення безпеки у онкологічних закладах.

**Оцінка впливу на довкілля експлуатації  
Центру позитронно-емісійної томографії  
Гайдар О.В.<sup>1\*</sup>, Тришин В.В.<sup>1</sup>, Сваричевська О.В.<sup>1</sup>,  
Павленко І.О.<sup>1</sup>, Гайдар В.О.<sup>2</sup>**

1) Інститут ядерних досліджень НАН України

2) Київський національний університет імені Тараса Шевченка

\* svarich@kinr.kiev.ua

У м. Донецьк будується сучасний Центр раннього виявлення онкологічних захворювань із застосуванням позитронно-емісійної томографії (ПЕТ-центр), в якому для виготовлення фтордеоксиглюкози (ФДГ) на основі короткоіснуючого радіонукліду  $^{18}\text{F}$  використовуватиметься медичний циклотрон MINITrace фірми GE Medical systems,

Було проведено оцінку впливу на довкілля експлуатації ПЕТ-центру при нормальному режимі роботи та аварійних ситуаціях.

При нормальному режимі роботи ПЕТ-центру радіоактивні речовини (РР) будуть локалізовані системою захисних бар'єрів (контейнерами, захисними екранами, елементами технологічного обладнання, робочими приміщеннями), які перешкоджатимуть їх безпосередньому контакту з навколишнім середовищем. Вихід РР за межі ПЕТ-центру та їх вплив на довкілля і населення можливий за рахунок викидів і скидів, для зменшення яких використовуватимуться системи спецвентиляції та спецканалізації.

При розрахунках впливу експлуатації ПЕТ-центру на повітряне і водне середовища використовували нормативні документи України, рекомендації МАГАТЕ, сучасні програмні продукти (HotSpot, FRAMES, MCNP, MicroShield).

За прогнозними оцінками, при нормальному режимі роботи максимальний добовий викид  $^{18}\text{F}$  з вентиляційної труби блоку виготовлення фтордеоксиглюкози (БВФ) не перевищуватиме  $1,85 \cdot 10^7$  Бк. При цьому річна ефективна доза опромінення населення не перевищуватиме  $8,2 \cdot 10^{-8}$  Зв, що майже в 500 разів менше квоти ліміту дози  $40 \text{ мкЗв/рік}$ , яка встановлена Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97) для референтного ядерно-радіаційного об'єкту.

Максимальна активність радіонукліду  $^{18}\text{F}$  у стічних водах (на кінець другої зміни нормальної експлуатації) у відстійнику БВФ становитиме  $\sim 10^8$  Бк  $^{18}\text{F}$ , а у відстійнику блоку радіонуклідної діагностики (БРД) –  $1,87 \cdot 10^9$  Бк. Після їх витримки на протязі не менше 24 годин перед скиданням до побутової каналізації концентрація радіонукліду  $^{18}\text{F}$  у скидах буде нижчою за розраховане значення допустимої концентрації у питній воді для категорії В (ДКВingest).

При максимальній проектній аварії (відсутність фільтрації в системі спецвентиляції) з викидом  $^{18}\text{F}$  у повітряне середовище максимальна сумарна



ефективна доза осіб з населення не перевищить 1,2·10<sup>-5</sup> Зв (на відстані 10 м від будівлі).

Аварійні скиди радіоактивних речовин безпосередньо у довкілля виключаються завдяки захисним засобам і заходам, передбаченим в ПЕТ-центрі.

У випадку аварійного скиду всієї напрацьованої активності радіонукліду <sup>18</sup>F (9,25·10<sup>10</sup> Бк за цикл) до бака-відстійника після 24-годинної витримки його сумарна активність зменшиться до ~10<sup>7</sup> Бк, а питома активність – до ~ 5 МБк/м<sup>3</sup>, що нижче ДКВingest для <sup>18</sup>F. Стічні води з такою концентрацією радіонукліду <sup>18</sup>F можна скидати до побутової каналізації.

Таким чином, виходячи з приведених прогнозних оцінок впливу експлуатації ПЕТ-центру на довкілля при нормальному режимі роботи та проектних аваріях, можна зробити висновок, що цей вплив не призведе до понаднормового ризику.

## **Обладнання фірми Канберра Паккард для дозиметричного оснащення медицині радіології Самочерних С.В.**

*ВАТ «Канберра Паккард»  
s.samochnykh@cpce.net*

Фірма Канберра Паккард виконує продаж, установку, гарантійне та післягарантійне обслуговування обладнання виробництва ряду фірм США та Германії для ядерної фізики, радіоекологічного моніторингу та радіології.

Продукція німецької фірми РТW призначена для вирішення основних задач гарантій якості радіотерапії та зниження дозового навантаження на пацієнтів та персонал.

Збільшення дози на об'єм пухлини без перевищення толерантної дози на оточуючі нормальні тканини є ключем до покращення клінічних результатів. Сучасні вимоги до точності підведення дози в межах 5 % зумовлюють проведення ретельної дозиметрії та контролю якості променевої терапії – це єдиний спосіб зробити мінімальною різницю між запланованою та реально підведеною дозами.

Програма Гарантії якості в променевої терапії виділяє дозиметричне супроводження, як одну з основних позицій, що забезпечує точність підведення запланованої дози та отримання очікуваного клінічного результату.

**Методика проведення дозиметричного контролю  
в рентгенівських відділеннях  
Коваленко Ю.<sup>1\*</sup>, Мірошніченко С.<sup>2</sup>**

1) *Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика*

2) *Національний авіаційний університет*

\* *kyun05@mail.ru*

Мета роботи. В теперішній час дозиметричний контроль в рентгенівських кабінетах проводиться згідно «Гігієнічних вимог до влаштування та експлуатації рентгенівських кабінетів і проведення рентгенологічних досліджень. Державні санітарні правила та норми ДСП 6.6.1.6.3.000–03». Проте в правилах не наведено методики виконання контролю, що призводить до значних розбіжностей в отриманих результатах та необґрунтовано завищених вимог до стаціонарного захисту рентгенівських кабінетів. Метою роботи є розробка методики дозиметричного контролю, яка б реально оцінювала збільшення опромінення персоналу та населення за рахунок роботи рентгенівського обладнання. Матеріали та методи. Розрахунок проводиться на основі вимог до радіаційної безпеки діючих НРБУ-97 та Санітарних правил, а також часових нормативів на проведення рентгенологічних досліджень, встановлених Наказом Міністерства охорони здоров'я (МОЗ) №340 1997 року з урахуванням досвіду експлуатації рентгенівського обладнання. Результати. В будь-якому рентгенівському кабінеті наявні 2 складові іонізуючого опромінювання: природне, що діє постійне, та короточасне техногенне, обумовлене роботою рентгенівського обладнання. Тому на першому етапі виконуються вимірювання в кабінеті без включення рентгенівського апарату для визначення природної складової опромінення: дозиметр протягом хвилини вимірює дозу у визначеній точці кабінету  $D_1$ . Після цього протягом хвилини виконується ще одне вимірювання дози  $D_2$ , під час якого робиться ввімкнення рентгенівського апарату в режимі, який використовується для конкретного виду досліджень: наприклад, для рентгенографії органів грудної порожнини встановлюється напруга 90 кВ та кількість електрики 10 мАс. Після цього знаходимо різницю  $\Delta D = D_2 - D_1$ , яка визначатиме дозу, отриману персоналом за рахунок ввімкнення рентгенівського апарату. Враховуючи, що згідно Наказу №340 таких включень за годину має бути не більше 6, отримуємо значення дози, яку персонал отримує за годину внаслідок роботи рентгенівського апарату  $D_3 = 6 \cdot \Delta D$ . Такі вимірювання виконуються у всіх точках, визначеними діючими Санітарними правилами. Висновки. Запропонована методика проведення дозиметричного контролю дозволяє визначати реальне збільшення опромінення персоналу за рахунок роботи рентгенівського обладнання завдяки виключенню впливу природного фону на результати вимірювань, а також врахування реальної експозиції, яка

встановлюється на конкретному рентгенівському апараті для виконання даного виду рентгенологічного дослідження.

## **Ризики шкідливих викидів при використанні позитронно-емісійної томографії**

Безшийко О.А.<sup>1</sup>, Бондар Б.М.<sup>1,2</sup>, Говоруха Т.М.<sup>3</sup>,  
Голінка-Безшийко Л.О.<sup>1\*</sup>, Каденко І.М.<sup>1</sup>, Кириченко В.<sup>3</sup>,  
Кметюк Я.В.<sup>2</sup>, Шевченко О.<sup>3</sup>

- 1) Київський національний університет імені Тараса Шевченка
  - 2) Всеукраїнський центр радіаційної хірургії клінічної лікарні «Феофанія»
  - 3) Київський міський онкологічний клінічний центр
- \* *lyalkagb@gmail.com*

Наукові дослідження, клінічний досвід та економічний аналіз показали, що позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) є клінічно і економічно ефективний спосіб діагностики раку. Використання ПЕТ/КТ систем істотно зросло за останні кілька років, із збільшенням числа лікарень і установок центрів візуалізації ПЕТ/КТ щороку. Проте, поєднання двох процедур, кожна з яких робить свій внесок в формування дози опромінення і, як результат, збільшує шкідливий вплив на здоров'я, створює додаткові проблеми радіаційної безпеки. Також виробництво радіофармпрепаратів в клінічному центрі вимагає особливої уваги до можливих джерел шкідливих викидів, особливо радіоактивних ізотопів.

У роботі досліджено потенційні джерела радіоактивного забруднення при використанні технологічного ланцюжка ПЕТ, можливі шляхи розповсюдження радіоактивності, також розглядаються методи вимірювань і контролю. Особливу увагу приділено впливу нейтронного потоку, що виникає в результаті реакції  $^{18}\text{O}(p, n)^{18}\text{F}$  при виробництві радіоактивного фтору  $^{18}\text{F}$ , активації матеріалів, та утворення  $^{41}\text{Ag}$  ізотопу. Реакція  $^{40}\text{Ar}(n, \gamma)^{41}\text{Ar}$  з радіоактивним ізотопом аргону-41 у вихідний канал забезпечує основний внесок в загальну наведену активність повітря. Також проведена оцінка можливої емісії F-18 до вентиляційної системи.

Експериментальні дослідження проводились у двох провідних українських онкологічних центрах: Всеукраїнському центрі радіаційної хірургії клінічної лікарні «Феофанія» та Київському міському онкологічному клінічному центрі. Ці центри використовують різні види медичних циклотронів - з і без внутрішньої спеціальної комбінованого захисту.

**The models of the electron transport kinetics  
in bacterial reaction centers**

Ramazanov D.M.<sup>\*</sup>, Zabolotnyi M.A., Barabash O. P.,  
Kulish M. P., Dmitrenko O.P.

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

*\* sartteon@ukr.net*

Photosynthetic bacteria are investigated for the past 40 years. Several types of bacterial reaction centers (RCs) exist. They have different nature and spectral properties of the primary and secondary electron donor and acceptor. The first such complex was isolated in the early 70's from the purple photosynthetic bacteria *Rhodobacter sphaeroides*. Biochemical and biophysical techniques are used to obtain information about RCs structure, function and dynamics. First the structure of the *Rhodobacter viridis* RC was determined. The RC of *Rhodobacter sphaeroides* was studied later.

Based on the experimental data we proposed a model of slow electron transport and structural changes in the RC as the system with four electron-conformational states. This system characterized by 12 rate constants for the oxidation process and 9 for the recovery process. In this model all RCs are the same. First state means that the electron located on the donor (dark-adapted state), 2nd, 3rd, 4th states mean that the electron is on the acceptor as the result of photo-excitation. Each RC can move from one electron-conformational state to another during oxidation and reduction processes.

We received the values of rate constants for the RC oxidation and reduction processes and calculated occupancy kinetics of the 1st, 2nd, 3rd and 4th electron-conformational states of the RC. Occupancy obtained for oxidation and reduction coincides with the kinetics of the 1st state experimental occupancy for different photo-excitation modes. The dependencies rate constants  $k_{12}$  and  $k_{21}$  for the oxidation process were obtained. Constant  $k_{21}$  which characterizes the electron return in the process of oxidation from state 2 to state 1 almost does not change under lighting in the range of light intensity from 0.2 to 2 mW/cm<sup>2</sup> and growing with increasing light intensity in the range from 2 to 6 mW/cm<sup>2</sup>. This is because the RC is in a nonequilibrium state under the influence of electro-magnetic waves during the photo-excitation. This leads to structural changes in RC.

It is assumed that there are two competing processes which affect the RC during photo-excitation. Both processes cause structural changes in the RC. After switching off the light observed only the one process which slows down changes in the RC during the recovery process.

## **Model of light-activated changes in reaction centers of purple bacteria**

Drapikovskiy M.<sup>1\*</sup>, Kulish M.P.<sup>1</sup>, Zabolotny M. A.<sup>1</sup>, Barabash Y.M.<sup>2</sup>,  
Dmytrenko O.P.<sup>1</sup>, Ramazanov D. M.<sup>1</sup>

1) *Taras Shevchenko National University of Kyiv*

2) *Institute of Physics of the NAS of Ukraine*

\* *drapikovskiy.maksym@gmail.com*

Purple bacteria are known more than 40 years, and the last 30 of them are variously investigated. After some research of their peak the scientific interest in them has slightly decreased, but the last 10-15 years the situation has changed and new theoretical and experimental models were offered for their investigation. This only underscores the fact that humanity is constantly in search of advantageous and economical energy sources and ways to accumulate and effective conservation. The urgency of the examination of bacterial reaction centers remains today, because this work is devoted to the kinetics of electron transport in bacterial reaction centers (RC), and particularly interesting and important is studying the kinetics of electron-conformational transitions in RC doped fullerenes. The results of experimental investigation of dynamics of RC absorption and the theoretical analysis of relaxation curves are represented.

Following conclusions from the research:

Kinetics micro speed electron of the transfer from the donor to the acceptor and donor acceptor solutions at RS Rhodobacter sphaeroides, depends on the time and intensity of light. With increasing time or intensity reduction processes are slower, which may indicate the influence of polarization effects on the processes of intramolecular electron transport.

The received subordinations of optical absorption and quantitative parameters of the kinetics of the oxidation reaction centers at different modes of photo excitation allowed to divide the kinetics of optical absorption into two parts: slow and fast. Fast kinetics characterizes electron transport and slow one - electron transport and slow conformational change RSs.

With the exclusion of light exiting the optical absorption of the solution returned in original condition, which proves that the photo induced changes in the molecular complex RS are reversible. Measurement of the refractive index of the solution by holographic interferometry shows that the change in volume of the molecular complex RS, with its light, is 0.1% -1%. This change in volume of the RS can be caused by a change in the angle between the bonds M, L, H RC globules that are most labile.

Qualitative coincidence of oxidation kinetics of recovery with phytospectrums RS in their light, confirming the relationship between electron transport and conformational changes in EC.

Thus high efficiency reaction Photo-stimulated electron transfer in biological systems, including the structure of the reaction centers enables you to understand and learn to use Photo processes.

Analysis of the main factors that determine the rate of such reactions is important as a fundamental and from the point of view of creating artificial systems of conservation and transformation of energy, enabling the improvement and creation of new medical nanoelectronics

## **Reliability of biological systems: teaching comes from Kyiv**

Koltover V.

*Institute of Problems of Chemical Physics, RAS*

*koltover@icp.ac.ru*

Biological systems perform their functions in the presence of a great number of random factors which disturb all functional strata. Therefore, similarly to technical devices, they are not perfectly reliable in operation. The field of systems biology and biophysics, in dealing with the problem of reliability (“robustness”), incorporates the theoretical and experimental investigations of quantitative characteristics and mechanisms of failures and renewal processes. It also includes elaboration of methods for testing reliability and predicting failures in biological systems. The reliability problems are closely related with the problems of resistance of biosystems to deleterious environmental factors including ionizing radiation and aging. The regular conferences, which were initiated by the scientists from Kiev to deal with the problem of reliability of biological systems, have given a strong impetus to research in this direction starting from 1975. It has also spurred the similar studies on reliability (“robustness”) on the other side of the former "iron curtain". In this report, to illustrate the ideas of the reliability trend, several examples of analysis of reliability of biosystems at different functional levels, from “biomolecular nanoreactors” to aging of the whole organism, are presented. Furthermore, the systems reliability approach serves as heuristic methodology for novel preventive medicine including the new radiation protectors based on the stable magnetic isotopes [Supported by RFBR, project no. 14-04-00593a].

1. Grodzinsky D.M. (Ed.) Systems of Reliability of Cell (Proceedings of the 1st all-union conference “Systems of Reliability of Cell”, Kiev, 1975). – Kiev: Naukova Dumka, 1977.

2. Grodzinsky D.M., Vojtenko V.P., Kutlakhmedov Y.A., Koltover V.K. Reliability and Aging of Biological Systems. – Kiev: Naukova Dumka, 1987. – 172 p.

3. Koltover V.K. Theory of reliability in systems biology: aging versus reliability. // Recent Advances in Systems Biology Research. – 2014. Nova Science Publishers Inc., New York. – P. 109-130.

# Застосування температурно-залежних флуоресцентних барвників у біомедичних експериментах з електромагнітними хвилями міліметрового діапазону

Бабіч Д.П.<sup>\*</sup>, Попенко О.О., Якунов А.В.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, фізичний факультет*  
*\* danilo.babich@gmail.com*

Вплив електромагнітних хвиль міліметрового діапазону (ЕМХ ММД) спостерігався на різні біологічні об'єкти, що знайшло широке застосування в медицині та біотехнології. Відзначається, що характер дії ЕМХ ММД неможливо пояснити лише тепловим поглинанням. Для побудови адекватної фізичної моделі важливим є визначення критерію, так званого "нетеплового впливу", що вимагає точного вимірювання температури опромінюваних об'єктів.

Для визначення зміни температури води при поглинанні ЕМХ ММД ми застосували оптичний безконтактний метод, який базується на існуванні залежності від температури інтенсивності флуоресценції водних розчинів органічних барвників. Ми виміряли локальне підвищення температури в капілярі, розміщеному в середині прямокутного хвилеводу, по якому розповсюджується ЕМХ. Для вимірювання використовувались два барвники з протилежними температурними ефектами: родамін 6Ж (Р6Ж) та родамін С (РС).

Випромінювання міліметрового діапазону від генератора сигналів високої частоти Г4-141 через поляризаційний атенюатор ДЗ-37 подавалось на вимірювальний модуль : відрізок прямокутного хвилеводу, в середину якого по центру перпендикулярно до широких стінок було вставлено скляний капіляр. Сфокусований промінь напівпровідникового лазера  $\lambda=406$  нм,  $P=60$  мВт збуджував флуоресценцію розчину барвника, який заповнював капіляр. Сигнал флуоресценції виводився через отвір, зроблений посередині вузької стінки хвилеводу напроти капіляру. Світловий потік фокусувався лінзою і проходив через світлофільтр ОС-12 на фотоприймач ФД-18К. Електричний сигнал підсилювався і подавався на аналого-цифровий перетворювач з подальшою реєстрацією на персональному комп'ютері.

З експериментальних даних отримано залежності відносної зміни інтенсивності флуоресценції від коефіцієнта послаблення атенюатора. В першому наближенні їх можна апроксимувати лінійними функціями:  $y=0.15-0.023x$  для R6G та  $y=0.14-0.024x$  для RC.

З урахуванням калібрувальної залежності отримано два значення локального підвищення температури в капілярі при максимальній поглинутій потужності 20 мВт:  $\Delta T_1=(7.7\pm 0.4)^\circ\text{C}$  у випадку розчину R6G та  $\Delta T_2=(7.4\pm 0.4)^\circ\text{C}$  для розчину RC.

Отже, навіть малопотужне джерело електромагнітних хвиль міліметрового діапазону, за певних умов спричиняє значний нагрів зразка (локальне збільшення температури може сягати декількох градусів), що може призвести до суттєвих біологічних наслідків. Варто зазначити, що особливі умови експерименту (розміщення зразка усередині хвилеводу, опромінення на резонансній частоті) визначають максимально можливий температурний відгук. Безконтактний метод є актуальним для вимірювання зміни температури при опроміненні біологічних об'єктів.

## **Комплексоутворення молекул медичних препаратів з одношаровими вуглецевими нанотрубками** Храпатий С.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
khrapatyisv@ukr.net*

Досліджено процес комплексоутворення молекул медичних препаратів з поверхнею одношарових вуглецевих нанотрубок (ВНТ). Встановлено, що значення рівноважної константи зв'язування складає порядку  $10^4$ - $10^5$  М<sup>-1</sup>, а також існування певної специфічності ліганду до поверхні одношарових ВНТ залежно від структури молекули медичного препарату. Спостерігали особливості регулювання кривизни ліганду хромофору і типу бічних ланцюгів. Стабілізація комплексів «медичний препарат - одношарова ВНТ» відбувається, головним чином, завдяки Ван-дер-Ваальсівській міжмолекулярної і, меншою мірою, гідрофобної взаємодії.

Розроблено простий метод кількісного аналізу комплексоутворення молекул медичних препаратів з поверхнею одношарових ВНТ. За допомогою УФ/Вид спектроскопії оцінювали рівноважну константу зв'язування  $K$  для різних молекул медичних препаратів з одношаровими ВНТ у водній суспензії, яка не вимагає розподілу адсорбованих препаратів і дозволяє ввести у схему реакції інших процесів.

Запропонований підхід може бути зведений до адсорбційного рівняння Ленгмюра, що в даний час широко використовується для вивчення комплексоутворень «медичний препарат-ВНТ». Однак, на відміну від підходу Ленгмюра, він не вимагає окремих вимірювань вільної та зв'язаної концентрації препарату і дозволяє безпосередньо визначити параметри зв'язування. Рівняння запропонованої моделі дозволяють включення будь-яких додаткових процесів, таких як агрегація ВНТ або конкурентне зв'язування препарату, що випадають за рамки традиційного аналізу Ленгмюра. Загалом, запропонований підхід може бути використаний як альтернатива або доповнення до аналізу Ленгмюра.



Знання величини константи зв'язування  $K$  можуть бути використані для співвіднесення їх значень з фізико-хімічними або біологічними ефектами при дослідженні індукованих комплексоутворень ліганд-ВНТ і, таким чином, отримати уявлення про енергетику системи загалом. Зокрема, можливість категоризації різних медичних препаратів за їх спорідненістю до ВНТ може бути важливою при конструюванні нових ВНТ з метою цільової доставки ліків, що наразі вважається перспективним підходом у протипухлинній терапії.

Показано, що стабілізація комплексів ліганд-ВНТ істотно залежить від Ван-дер-Ваальсівської міжмолекулярної та гідрофобної взаємодій, у той час як внесок електростатичних сил є малим внаслідок часткової втрати електростатичного контакту з водним середовищем.

## **Використання нейронної мережі Кохонена в задачі класифікації даних ультразвукової діагностики**

**Бивалькевич Р.В.<sup>\*</sup>, Радченко С.П., Судаков О.О.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
факультет радіофізики, електроніки і комп'ютерних систем  
\* byvalkevichrv@gmail.com*

Нейронні мережі все частіше застосовуються для вирішення різноманітних практичних задач. Зокрема в медицині вони набули широкого застосування у кардіодіагностиці, в аналізованні ЕКГ, в онкології, в генетиці, в психіатрії та багатьох інших галузях. У роботі пропонується використати нейронну мережу Кохонена для класифікації даних ультразвукової діагностики за результатами обчислення характеристик сигналів.

В межах дослідження було реалізовано програмно алгоритм роботи мережі Кохонена. Він дає можливість кластеризувати дані. Кластеризація означає розбиття деякої сукупності об'єктів на групи, які називаються кластерами. Причому об'єкти, що знаходяться в одній групі дуже схожі між собою, але істотно відрізняються від об'єктів інших груп. Таким чином дані, що відповідають конкретному діагнозу, мають потрапляти до окремих кластерів.

З метою досягнення кращих результатів класифікації було зроблено деякі модифікації класичного алгоритму роботи мережі Кохонена. Було введено коефіцієнти сили кожної складової сигналу, адже кожна із них може по різному впливати на виділення того чи іншого діагнозу. Було вирішено навчати систему на розпізнавання кожного діагнозу окремо шляхом підбору оптимальної саме для нього комбінації коефіцієнтів сили.

Тестування системи проводилося на даних УЗД пацієнтів із одним з 9 діагнозів (норма, гіпотеріоз, рак, вузли, тиреотоксикоз, зоб, дифузний зоб, а також обстеження з невідомим і з кількома діагнозами одночасно). За

результатами тестування специфічність виявилася досить значною, система з імовірністю більше 91% визначає істинно негативні діагнози. Також для тиреотоксикозу система більш ніж з 95% ймовірністю визначає істинно позитивний діагноз. Для різних діагнозів характерні різні набори параметрів, що найбільше впливають на їх виділення в один клас.

Отримані результати показують, що ймовірність правильно прийняти діагноз та відкинути хибний достатньо велика для практичних застосувань. За результатом підбору оптимальних параметрів запропонована технологія дозволяє визначити які характеристики стану пацієнта більше, а які менше, впливають на ймовірність визначення саме цього діагнозу. Запропоновану методика буде використано при розробці нових технологій медичної діагностики, зокрема для розробки класифікатора медичних даних у Українській національній ґрид-інфраструктурі.

## **Комплекси фулерен-барвник як фотосенсибілізатори у фотодинамічній терапії**

Павленко О.Л.<sup>\*</sup>, Гой О.М., Брусенцов В.А., Момот А.І.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*\* leno4ka\_pavl@mail.ru*

Фотодинамічна терапія є добре відомим методом у лікуванні злоякісних утворень, дерматології. Сьогодні для розширення областей її ефективного застосування ведуться пошуки ефективних фотосенсибілізаторів, які повинні відповідати кільком критеріям: бути хімічно стабільними, водорозчинними, мати високий квантовий вихід генерації  $1O_2$ , нетоксичними у темноті, високий коефіцієнт молярного поглинання в області терапевтичного вікна. У якості таких сенсибілізаторів перспективними є комплекси фулеренів з барвниками, які відповідають ряду вказаних критеріїв. Механізм знищення злоякісної пухлини для таких комплексів досягається за рахунок передачі енергії від збудженого фотосенсибілізатора для молекулярного кисню, при цьому сенсибілізатор повертається у збуджений стан та відбувається генерація синглетного кисню, який знищує пухлину. Ми вивчили електронну та коливну структуру комплексів  $C_{60}$  із двома модифікаціями скварайнових барвників, функціональні групи яких можна змінювати у напрямку досягнення запланованого ефекту. Використовувалися методи оптичного поглинання, комбінаційного розсіювання світла, фотолюмінесценції для нипилених у вакуумі плівок  $C_{60}$ -барвник та квантово-хімічні розрахунки для моделювання комплексів. В результаті показано, що має місце взаємодія між молекулами  $C_{60}$  та барвниками. У спектрах поглинання плівок формуються нові смуги у порівнянні зі спектрами чистих плівок барвників та фулеренів, спектр КРС також не є адитивними. Квантово-хімічні розрахунки пояснюють

природу виникнення нових смуг: вони відбуваються не лише в результаті трансформації енергетичних положень електронних рівнів комплексів, а і внаслідок електронних переходів між молекулярними орбіталами, локалізованими на барвнику та молекулі C60. Водночас є орбіта лі, локалізовані одночасно на обох складових комплексах, які задіяні у переходах. Коливні спектри та розрахунки також вказують на взаємодію між молекулами, виникають спільні коливні моди. У комплексах також можуть виникати триплетні переходи між рівнями, локалізованими на скварилієвому кільці барвників та іншими молекулярними орбіталами, що підтверджує можливість застосування досліджуваних комплексів у фото динамічній терапії.

**Біомеханічні аспекти розвитку  
дисплазії кульшового суглобу у дітей**  
Забашта Ю., Ігнатєва Г.<sup>\*</sup>, Свечнікова О.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*\* skorpiousha85@mail.ru*

Проаналізовані фізичні механізми виникнення напруженого стану в моделі кульшового суглобу дитини. Виявлено, що дію тиску, який виникає в фіброзній сумці внаслідок скорочення м'язів, можна розглядати як одну з причин виникнення дисплазії кульшового суглобу у дітей.

Дисплазія кульшового суглобу у дітей - це порушення розвитку структур, яке може привести до підвиху або виху головки стегнової кістки і, як наслідок, до стійкого порушення опорно-рухового апарату дитини [1]. Серед вроджених аномалій розвитку опорно-рухового апарату дисплазія кульшового суглобу спостерігається досить часто – до 3% серед усіх новонароджених. Рання діагностика і кваліфіковане лікування приводить в 95% до повного вилікування, на відміну від пізнього виявлення, яке може призвести до інвалідності [2]. Завданням даного дослідження є аналіз фізичних механізмів виникнення зазначеної патології з метою подальшого застосування мануальної терапії для своєчасного кваліфікованого лікування даної патології розвитку суглоба у дитини.

Формуванню кісткової тканини передують утворення хрящової прошарку, яка відноситься до класу з'єднувальних тканин, структурним компонентом яких є колаген [3]. Виникнення колагенової структури забезпечується двома процесами: синтезом молекул колагену та їх транспортом у ділянку простору, де виникає зазначена структура. Швидкість протікання цих процесів обумовлена низкою причин, зокрема, такими постійно діючими фізичними факторами як температура і тиск. Внаслідок того, що при розгляді даного процесу температура всього організму може вважатись однаковою, цей

параметр можна виключити з розгляду. Наскільки вплив тиску є істотним у даному процесі, можна проаналізувати після того, як з'ясуємо, за рахунок чого може змінитися тиск в фіброзній капсулі суглобу.

Для аналізу напруженого стану, що виникає в суглобі, оцінимо тиск, що виникає всередині фіброзної сумки при скороченні м'язів. Зв'язки, що утворюють фіброзну сумку, орієнтовані за медіальним (поздовжнім) напрямком. Модуль пружності волокон, що входять до складу зв'язок, у поздовжньому напрямку значно перевищує поперечний модуль. Ця обставина дозволяє вважати, що при дії сил, викликаних скороченням м'язів, деформація уздовж меридіана відсутня. Оскільки відносні деформації за напрямком дотичної до кола радіусу (тобто за напрямком поперечних зв'язків, що з'єднують зв'язки фіброзної сумки) також однакові, приходимо до висновку, що у фіброзній сумці виникає розтягуюче напруження [4]. Це напруження, що діє у порожнині певного розміру, врівноважується дією тиску. Якщо прийняти, що розмір області, де відбуваються вищезазначені процеси синтезу і транспорту колагенових молекул, не менше 1 нм, то слід припустити, що тиск усередині фіброзної сумки, який виник внаслідок скорочення м'язів, може зменшити швидкість цих процесів більш, ніж на два порядки.

Таким чином, внаслідок скорочення м'язів, що оточують тазостегновий суглоб, у фіброзній сумці виникає тиск, достатній для того, щоб практично повністю загальмувати процес формування хрящової тканини всередині суглобу. Саме тому дію цього тиску слід розглядати як одну з основних причин виникнення дисплазії кульшового суглобу у дітей.

1. Травматологія та ортопедія: Підручник / Складенко Є.Т. – К: Здоров'я, 2005. – 384 с.
2. Смирнова Л.А. Травматологія і ортопедія (практичні заняття) / Смирнова Л.А., Шумада І.В. – К: Вища школа, 1984. – 351 с.
3. Медична фізика: Підручник. У 4 т. Т. 2. Експеримент у медичній фізиці /Л.А.Булавін, Ю.Ф.Забашта, О.С.Свечнікова та інш. – К: ВПЦ «Київський університет», 2011. – С.34-88.
4. Булавін Л.А. Фізична механіка полімерів. Ч.1 Деформації полімерних континуумів. //Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф. – К: ВЦ «Київський університет», 1999. – 226 с.

# Дослідження механізмів впливу наночастинок $\text{TiO}_2$ на скорочувальну активність гладеньких м'язів шлунку

Скришевський В.А., Цимбалюк О.В., Нипорко О.Ю., Давидовська Т.Л.\*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*  
*\* otymbal@bigmir.net*

У останнє десятиріччя застосування наночастинок діоксиду титану ( $\text{TiO}_2$ ) для надання забарвлення різноманітним матеріалам органічного та неорганічного походження набуло значного поширення. Не зважаючи на те, що  $\text{TiO}_2$  вважається біологічно інертним, дані експериментальних досліджень показують, що ця сполука у нанорозмірній формі (діаметр частинок  $<100$  нм) здатна проникати через мембрани клітин та трансформувати внутрішньоклітинні сигнальні каскади, спричиняти порушення метаболізму, проявляти генотоксичні ефекти, аж до апоптичної загибелі. Відкритим залишається питання щодо механізмів впливу  $\text{TiO}_2$  на скорочувальну активність гладеньких м'язів (ГМ) шлунку - потенційної мішені дії його наночастинок.

У нашій роботі тензометричним методом в ізометричному режимі було досліджено вплив наночастинок  $\text{TiO}_2$  (діаметр 20 нм, в концентраціях  $(2.10^{-4} - 5.10^{-2})$  мг/мл) на спонтанну та викликану скорочувальну активність кільцевих ГМ шлунку щурів. Встановлено, що аплікація  $\text{TiO}_2$  за кумулятивного підвищення його концентрацій у діапазоні  $(2.10^{-4} - 5.10^{-2})$  мг/мл не супроводжувалась зміною тонуусу гладеньком'язових препаратів (ГМП), але спричиняла пригнічення їх спонтанної скорочувальної активності. За цих умов спостерігалось зниження амплітуди викликаних гіперкалієвою деполяризацією плазматичної мембрани (ГКД) та нейромедіатором ацетилхоліном (АХ) скорочень ГМП. Зареєстровані в експериментах зміни величин фазного та тонічного компонентів гіперкалієвої контрактури за дії наночастинок достовірно перевищували зміни АХ-скорочень, що виникали за тих же умов. З'ясовано також, що ні р'анодинове, ні інозитолтрифосфат-чутливе депо  $\text{Ca}^{2+}$  гладеньком'язових клітин не залучені у ефектах цих наночастинок.

За присутності одноразової аплікації  $\text{TiO}_2$  у концентраціях  $(10^{-2}$  та  $5.10^{-2})$  мг/мл спостерігали вірогідне посилення викликаних дією АХ та ГКД скорочень ГМП. За даних умов, активація АХ-скорочень в значній мірі пригнічувалась за умов блокування  $\text{Ca}^{2+}$ -каналів D-600; і навпаки – атропінізація ГМП не усувала активаційної дії  $\text{TiO}_2$  на скорочення, викликані гіперкалієвою деполяризацією мембрани. Результати проведених досліджень дозволяють думати, що за присутності високих концентрацій наночастинок  $\text{TiO}_2$  має місце активація надходження в клітини позаклітинних іонів  $\text{Ca}^{2+}$ .

# Зміст

## Content

---

<b>Навчання та підготовка медичних фізиків</b>	
<b><i>Education and training of medical physicists</i></b>	<b>1</b>
Підготовка медичних фізиків, як один з основних напрямків діяльності професійних об'єднань медичних фізиків	
<i>Макаровська О.А., Асламова Л.І., Куліч Є.В., Меленевська Н.В.</i>	1
<b>Інноваційні технології в медицині</b>	
<b><i>Innovation technologies in medicine</i></b>	<b>3</b>
Неінвазивна методика визначення пульсового артеріального тиску без деформації артеріальної стінки та з можливістю неперервної реєстрації	
<i>Бацак Б.В., Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф., Трембовецька О.М.</i>	3
Комплексне застосування векторелектрокардіографії, ехокардіографії та просторової реконструкції міокарду лівого шлуночка за даними комп'ютерної томографії при визначенні сегментарної електромеханічної затримки в міокарді	
<i>Бацак Б.В., Книшов Г.В., Білинський Є.О., Лазоришинець В.В., Вітовський Р.М., Залевський В.П., Захарчук Н.В., Кравчук Б.Б., Трембовецька О.М.</i>	4
Визначення швидкості пульсової хвилі за даними МРТ	
<i>Бацак Б.В., Забашта Ю.Ф., Сенчуров С.П., Трембовецька О.М.</i>	5
Використання систем на основі MPGD детекторів в медицині	
<i>Безиийко О.А., Голінка-Безиийко Л.О., Каденко І.М.</i>	6
Використання SiPM фотодетекторів в медичних дослідженнях	
<i>Безиийко О.А., Голінка-Безиийко Л.О., Каденко І.М.</i>	7
Розробка та експериментальна апробація системи реєстрації поведінкової харчової реакції щурів	
<i>Горбаченко В., Череди В., Врублевський С., Крученко Ж., Лук'янець О.</i>	8
Removal EMG and EOG artifacts from EEG signal Blind Separation Sources algorithm	
<i>Gaidar V.O., Radchenko S.P., Sudakov O.O.</i>	9
Application of alginate-oil beads in medicine	
<i>Korolovych V., Hrebnov O., Inozemtseva O., Gorin D., Sukhorukov G., Bulavin L.</i>	10
Дослідження гісто-фізичних властивостей тканинних структур після імплантації модифікованого біокерамічного матеріалу у хрящ зовнішнього вуха щурів з використанням поляризаційної мікроскопії	
<i>Карась Г.А., Карась А.Ф., Чайка С.П., Цвірінько І.Р., Зінченко Д.О., Костюченко О.Л.</i>	11

Metal strip detector for beam monitoring and positioning in hadron radiotherapy <i>Pliukhina A., Pugatch V., Iakovenko V., Storoyk D., Kovalchuk O.</i>	12
Applied infrared thermography for analyzing condition radiation burn <i>Mamilov S.O., Fedorov V.O., Misyura A.G.</i>	13
A novel plasma source for biological and medical applications <i>Martysh E., Vasylykiv I.</i>	14
Оцінка дозового розподілу в області пенумбри з використанням світлодіодних структур <i>Куліш М.П., Дмитренко О.П., Мельник О.П., Малий Є.В., Тартачник В.П., Шлапацька В.В.</i>	15
Biocompatible properties of Ti alloys, SiO <sub>2</sub> and automated system of anisotropy visualization <i>Onanko A., Kulish M., Prodayvoda G., Onanko Y., Rozhkovskiy O.</i>	16
Таємниця часу розгадана? <i>Поліщук М.А.</i>	17
Модифікація властивостей алкалоїдів протипухлинного препарату Коніум <i>Заболотний М.А., Полуян Н.А., Довбешко Г.І., Куліш М.П., Момот А.І., Дмитренко О.П.</i>	18
Metal micro-detectors for imaging and beam profile monitoring in radiation therapy <i>Iakovenko V., Kovalchuk O., Sorokin Iu., Pugatch V., Okhrimenko O., Prezado Y., Martinez-Rovira I., Pliukhina A.</i>	19
Вплив магнітного поля на структури кластерів глюкози <i>Теліман К., Мягченко Ю., Вергун Л., Забаїта Ю.</i>	20
Застосування гліцерину для удосконалення МРТ-сканування <i>Вергун Л.Ю., Бацак Б.В., Свечнікова О.С., Олійник А.В.</i>	21
Theoretical estimation of the slice thickness in digital tomosynthesis <i>Motolyga O., Miroshnichenko S., Nevgasimii A., Senchurov S.</i>	22
Порівняння характеристик гадолінієвих екранів різних поколінь <i>Асламова Л.І., Мірошніченко Н.С., Куліч Є.В., Меленевська Н.В., Радько Д.А., Мірошніченко С.І.</i>	23
<b>Радіаційний захист</b>	
<b><i>Radiation protection</i></b>	<b>24</b>
Radiation safety aspects during 11-MeV medical cyclotron operation and maintenance <i>Bondar B.M., Mikhnytsky I.B., Kmetiyuk Ya.V.</i>	24
Оцінка вмісту природних радіонуклідів у залишках (відходах) виробничої діяльності <i>Аксьонов М., Павленко Т., Макаровська О., Фризюк М., Шабуніна Н., Тарасюк О.</i>	25
Сучасний стан радіаційної безпеки в Україні <i>Павленко Т.О.</i>	26

Системи адміністрування даних, як один з засобів забезпечення контролю за безпекою у відділенні променевої терапії <i>Спіженко Н.Ю., Шараєвський О.А., Зелінський Р.М., Бурик В.М., Леонович А.Л.</i>	27
Оцінка впливу на довкілля експлуатації Центру позитронно-емісійної томографії <i>Гайдар О.В., Тришин В.В., Сваричевська О.В., Павленко І.О., Гайдар В.О.</i>	28
Обладнання фірми Канберра Паккард для дозиметричного оснащення медикої радіології <i>Самочерних С.В.</i>	29
Методика проведення дозиметричного контролю в рентгенівських відділеннях <i>Коваленко Ю., Мірошніченко С.</i>	30
Ризики шкідливих викидів при використанні позитронно-емісійної томографії   <i>Безшийко О.А., Бондар Б.М., Говоруха Т.М., Голінка-Безшийко Л.О., Каденко І.М., Кириченко В., Кметюк Я.В., Шевченко О.</i>	31
<b>Біомедична інженерія</b> <b><i>Biomedical engineering</i></b>	<b>32</b>
The models of the electron transport kinetics in bacterial reaction centers <i>Ramazanov D.M., Zabolotnyi M.A., Varabash O. P., Kulish M. P., Dmitrenko O.P.</i>	32
Model of light-activated changes in reaction centers of purple bacteria <i>Drapikovskiy M., Kulish M.P., Zabolotny M. A., Varabash Y.M., Dmytrenko O.P., Ramazanov D. M.</i>	33
Reliability of biological systems: teaching comes from Kyiv <i>Koltover V.</i>	34
Застосування температурно-залежних флуоресцентних барвників у біомедичних експериментах з електромагнітними хвилями міліметрового діапазону <i>Бабіч Д.П., Попенко О.О., Якунов А.В.</i>	35
Комплексоутворення молекул медичних препаратів з одношаровими вуглецевими нанотрубками <i>Храпатий С.</i>	36
Використання нейронної мережі Кохонена в задачі класифікації даних ультразвукової діагностики <i>Бивалькевич Р.В*, Радченко С.П., Судаков О.О.</i>	37
Комплекси фулерен-барвник як фотосенсибілізатори у фотодинамічній терапії <i>Павленко О.Л., Гой О.М., Брусенцов В.А., Момот А.І.</i>	38
Біомеханічні аспекти розвитку дисплазії кульшового суглобу у дітей <i>Забашта Ю., Ігнат'єва Г., Свечнікова О.</i>	39



Дослідження механізмів впливу наночастинок  $TiO_2$  на скорочувальну активність гладеньких м'язів шлунку

*Скришевський В.А., Цимбалюк О.В., Нипорко О.Ю., Давидовська Т.Л.*

**Зміст Content**

41

42

























