

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ІЕФ НАНУ,
Академік НАН України О.Б. Шпенік
_____ 11 грудня 2015 р.

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

про науково-дослідну роботу
**“РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТЕНДУ РАДІАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ
МАТЕРІАЛІВ ТА ПРИЛАДІВ КОСМІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ”**

за договором № К01/2015 від 05.03.2015 р.

(Етап # 3, 01.01 - 12.2015 р.)

Етап 3 Модернізація методичного забезпечення радіаційних випробувань матеріалів та приладів космічної техніки

Модернізація методичного забезпечення радіаційних випробувань у відповідності із світовим рівнем. Комплекс експериментальних досліджень атестаційних параметрів мікротрона М-30, вирішення задачі архівування та захисту даних вимірювань та конфіденційності on line інтернет-доступу до процесу радіаційних випробувань. Забезпечення регламентів Держатомрегулювання, проведення регулярних випробувань радіаційної стійкості матеріалів та виробів космічного призначення в пучках прискорених електронів (1-18 MeV) з контрольованими параметрами.

Роботи даного етапу досліджень полягають у модернізації методичного забезпечення радіаційних випробувань матеріалів та приладів космічного призначення, згідно світового рівня із використанням мікротрона М-30.

Це передбачає проведення циклу експериментальних досліджень метрологічних характеристик радіаційного поля мікротрона М-30, фіксації етапів та послідовності їх виконання для забезпечення радіаційних випробувань об'єктів дослідження на дію високоенергетичних електронів, що імітують радіаційні фактори космічного простору. Такі роботи важливі для модернізації методичного забезпечення радіаційних випробувань, зокрема, у плані регламентації послідовність операцій при дозиметричному супроводі опромінення зразків.

Серед параметрів, що визначають режими роботи мікротрону як радіаційного стенду є норма випробування, або поглинута доза $\Phi_{\text{ени}}$, яка встановлюється для даної енергії електронів E_e , падаючих на зразок, їх густину потоку ϕ_e і геометричні розміри опромінюваної площі. Метрологічні дослідження дозволяють визначити допустимі відхилення експлуатаційних параметрів, що забезпечують при опроміненні зразків підтримання енергії електронів з похибкою $\approx \pm 5\%$, густини потоку електронів з похибкою $\pm 20\%$ при довірчій ймовірності $P = 95\%$.

Згідно Робочого плану за даний період проведено наступні дослідження та отримано такі результати:

- Проведено експериментальні дослідження на мікротроні М-30 при енергії електронів 12 та 18 МеВ для встановлення можливості визначення ймовірної енергії пучка електронів на площі опромінювання методом поглинання в речовині, зокрема, в алюмінії, воді;
- Запропонована імітаційна модель для встановлення залежності поглинання електронів у речовині від розмиття їх енергетичного спектру, що використовує метод Монте Карло. Результати використані для інтерпретації експериментів по деформації енергетичного спектру електронів, що проходять різні поглинаючі середовища. Такі дослідження потрібні для обґрунтування методів вимірювання енергії електронів, визначення показників точності цих методів та модернізації методичного забезпечення радіаційних випробувань;
- Розроблено та виготовлено роботизовано оснащення для дистанційного вимірювання енергії пучка електронів на площі опромінювання для віддалей 1 та 3 м від вивідного вузла мікротрона М-30. *Результати важливі для забезпечення набору дози опромінювання при радіаційних експериментах;*
- Використовуючи автоматизований пульт управління М-30 на базі персонального комп'ютера вирішено наступні завдання договору: візуалізації та архівування даних радіаційних випробувань, а також організацію та забезпечення конфіденційності досліджень при *on line* інтернет-доступу для віддаленого споживача;
- Проведено цикл робіт по стабілізації робочих параметрів мікротрона М-30 для достовірності забезпечення норми випробувань, $\Phi_{\text{ени}}$;
- Проведено роботи по формуванню, дозиметрії та контролю співвідношення радіаційних компонент змішаних γ - електронних, електрон-нейтронних полів, методів фільтрування радіаційних потоків від швидких нейтронів;
- На радіаційному стенді мікротрона М-30 для енергій прискорених електронів 10 МеВ досліджено вплив радіації на характеристики оптичних матеріалів кристалів CaF_2 з домішками $\text{MgO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$. Такі матеріали використовуються як оптичні віконця, захисні покриття і перспективні в умовах радіаційних полів космосу; *Отримані результати важливі для характеристики радіаційної стійкості оптичних матеріалів космічного призначення.*

Обґрунтування необхідності продовження робіт в 2016 р. :

- Радіаційний стенд на базі мікротрона М-30 є *єдиною і унікальною* в Україні наземною установкою для імітації дії проникаючого космічного випромінювання на матеріали та прилади космічного призначення. Є підготовлений персонал, атестовані приміщення, обладнання для проведення таких робіт в інтересах космічної галузі України. Вкрай потрібне продовження фінансування для впровадження нових технологій радіаційних випробувань, автоматизації та модернізації існуючого обладнання;
- Роботи 2016 р. по темі “РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТЕНДУ РАДІАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ МАТЕРІАЛІВ ТА ПРИЛАДІВ КОСМІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ” мають вирішувати важливу задачу застосування нових технологій забезпечення та проведення натурних радіаційних випробувань матеріалів та приладів космічної техніки на базі мікротрона М-30;

Керівник роботи:

Зав. відділом фотоядерних процесів
ІЕФ НАН України, проф.

В.Т. Маслюк

Публікації

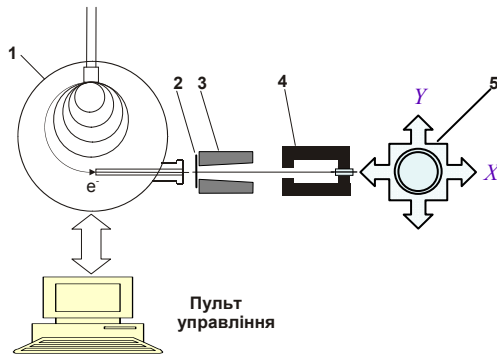
при виконанні етапу # 3 за договором № К01/2015 від 05.03.2015 р.

“ РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТЕНДУ РАДІАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ МАТЕРІАЛІВ ТА ПРИЛАДІВ КОСМІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ”

1. Розроблення методик забезпечення стійкості космічних апаратів до впливу космічних випромінювань /Модернізація апаратурного обладнання, проведення робіт у забезпечення метрологічних характеристик та контрольних випробувань на прискорювачі мікротрон М-30/ // Інформаційний бюлетень Координаційної ради по організації сумісних робіт ГП «КБ «Південне»» і наукових установ НАН України «Наука для космічної промисловості». – Дніпропетровськ. – №1-2. – 2014. – С.87.
2. В.Т. Маслюк, Т.А.Виєру-Василица, И.Г. Мегела, И.Ю. Роман, А.Г. Окунев Фосфоресценция и термолюминесценция облученных на микротроне М-30 кристаллов СаF₂ // XIII конференція по фізиці високої енергії, ядерної фізики і прискорювачам. 16-20 березня 2015 р. Тези доповідей. Харків. – 2015 – С. 107-108.
3. В.Т. Маслюк, Т.А.Виєру-Василица, И.Г. Мегела, И.Ю. Роман, А.Г. Окунев Люминесцентные свойства дозиметрических кристаллов LiF:Mg,Ti и LiF:Mg,Cu,P облученных ускоренными электронами микротрона М-30 // XIII конференція по фізиці високої енергії, ядерної фізики і прискорювачам. 16-20 березня 2015 р. Тези доповідей. Харків. – 2015 – С. 108.
4. В.Т.Маслюк, О.В. Доценко, М.І. Романюк, В.А. Калініченко, Й.Й Гайніш., Г.Ф Пітченко., І.Г Мегела., О.М.Турховський, А.С. Задворний Метрологічне забезпечення випробувань матеріалів та приладів радіаційного стенду мікротрону М-30 ІЕФ НАН України (1-18 МЕВ) // XIII конференція по фізиці високої енергії, ядерної фізики і прискорювачам. 16-20 березня 2015 р. Тези доповідей. Харків. – 2015 – С. 102-103.
5. Парлаг О.О., Головей В.М., Лендел О.І., Симочко Д.М., Маслюк В.Т., Пилипчинець І.В., Довбня А.М. Застосування карбїду бору В₄С для очищення пучків гальмівного випромінювання електронних прискорювачів // Патент на корисну модель № 96384 від 10.02.2015р.
6. Направлена до друку (7 стор.) в журнал Radiation Measurements стаття авторів V. T. Maslyuk, I. G. Megela, B. Obryk, T. O. Vieru-Vasilitsa LUMINESCENT PROPERTIES OF SINGLE LiF:Mg,Cu,P DETECTORS IRRADIATED BY THE 10 MeV ENERGY ELECTRONS AND BREMSSTRAHLUNG GAMMA-QUANTA AT THE M-30 MICROTROTRON

Додаток 1

Електронний прискорювач мікротрон M30



Параметри:

Енергія прискорених електронів 1-25 MeV,
моноенергетичність 0.02%,
струм пучка до 20 мкА,
можливість формування полів електронного,
 γ - і нейтронного випромінювання,
щільність потоку електронів 10^9 - 10^{12} см⁻²с⁻¹ ;
розмір радіаційного поля з неоднорідністю
не гірше 30% - до 400x700 мм² .

1 - мікротрон, 2,3 – формувач поля опромінювання, 2 – фольга-розсіювач,
3 – конвертор, 4 – циліндр Фарадея, 5 – сканер

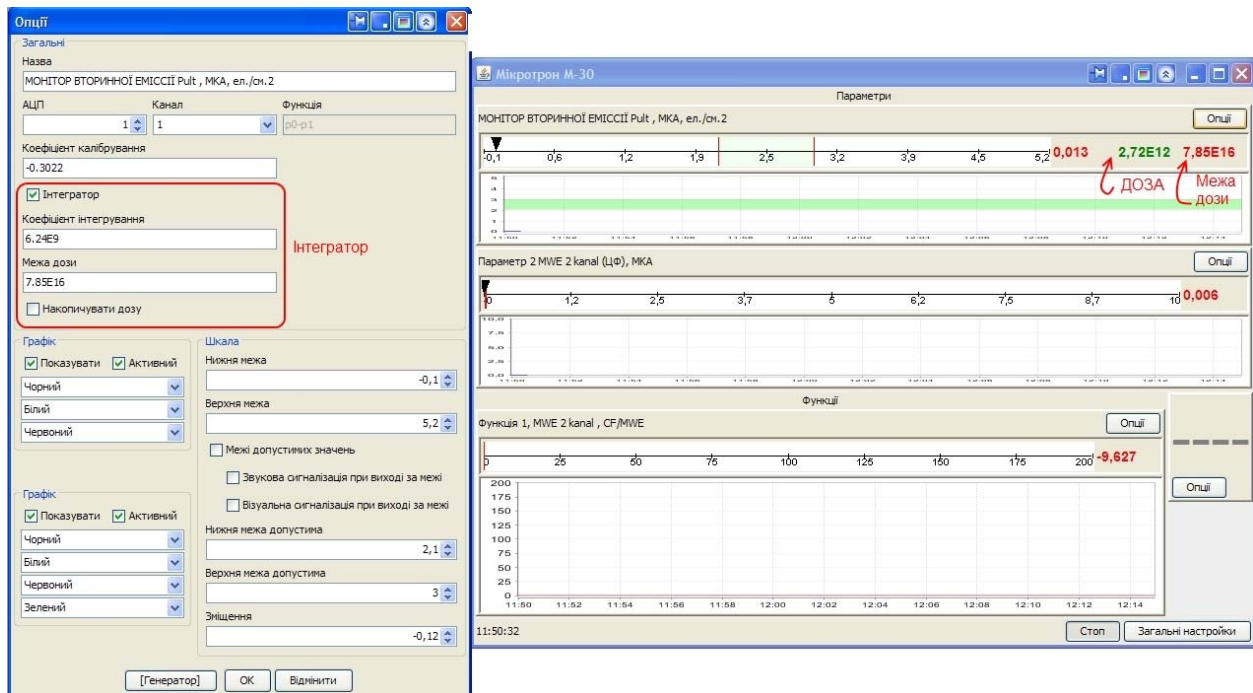


Рис. 1 – Вікно віртуального пульта управління та установки для вирішення задачі архівування та захисту даних вимірювань та контролю умов радіаційних випробувань



а)



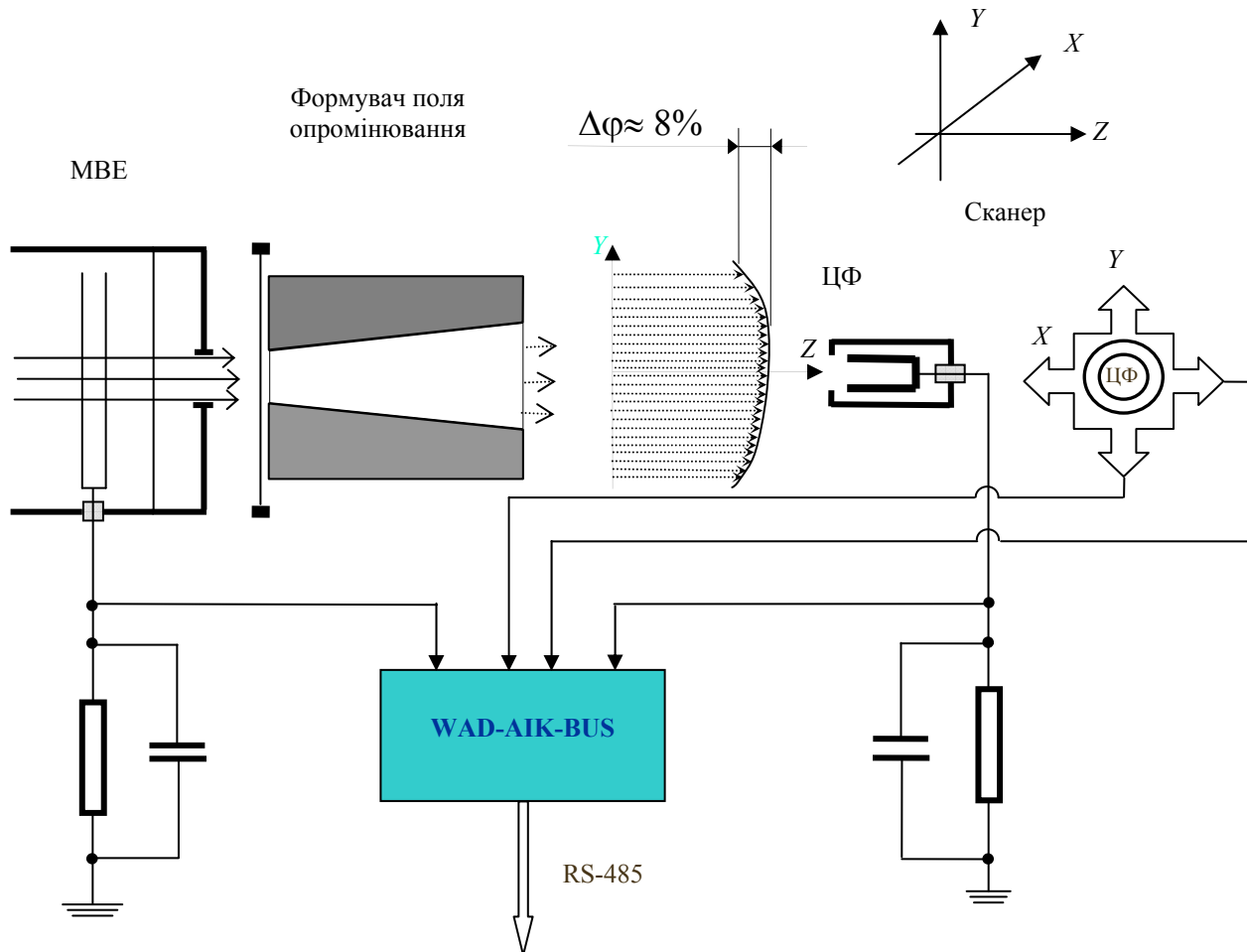
б)

Рис. 2 Загальний вигляд а) - метрологічної лави для радіаційних випробувань матеріалів та приладів космічного призначення. Представлено формувач однорідного поля випромінювання та циліндр Фарадея. б) - вигляд автоматизованого пульта управління мікротрона М-30 із можливостями архівування та захисту даних вимірювань.

Додаток 2

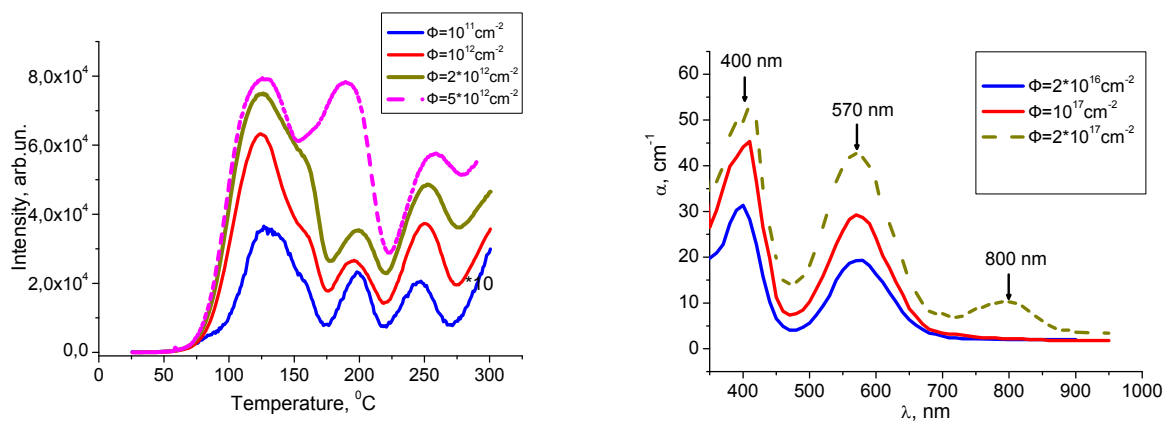
Оснащення для вимірювання неоднорідності поля опромінювання мікротрона М-30 для радіаційних випробувань матеріалів та апаратури КА

Схема вимірювань



Додаток 3

Дослідження оптичних параметрів кристалів CaF_2 , опромінених різними потоками електронів на стенді М-30



а)

б)

Рис. 3. — Криві: а) - термостимульованої люмінесценції та б) – оптичного поглинання кристалів CaF_2 , опромінених різними потоками електронів.