



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»**  
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

XIII Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»**

The XIII International Scientific Conference  
for Students and Young Scientists  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»**



12<sup>th</sup> April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2018»  
атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2018»**

**PROCEEDINGS  
of the XIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2018»**

**2018 жыл 12 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-997-6**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2018

аморфных образований и трещин показал, что аморфные включения представляют собой оксидное соединение меди нестехиометрического состава.

#### Список использованных источников

1. Cavaleiro A., J.T.M. De Hosson (Eds.), Nanostructured Coatings, Springer, Berlin, 2006.
2. Musil J., Daniel R., Zeman P., Takai O. / Depth distributions of elements in monoatomic and compound coatings deposited onto copper and silicon by IBAD. //Thin Solid Films 478, 238 (2005)
3. Vepřek, S., Haussmann, M., Reiprich, S., Shizhi, L., & Dian, J. (1996). Novel thermodynamically stable and oxidation resistant superhard coating materials. Surface and Coatings Technology, 86–87(PART 1), 394–401
4. Pogrebnjak A.D., Shpak A.P., Azarenkov N.A., Beresnev V.M. / Structures and properties of hard and superhard nanocomposite coatings// Phys. Uspekhi 52 (2009) 29–54.
5. Konstantinov S. V., Komarov F. F., Pilko V. V., Kukareko V. A. / Wear resistance and radiation tolerance of He+-irradiated magnetron sputtered TiAlN coatings // High Temperature Material Processes. – 2014. – Vol.18, № 1–2. – p. 135–141.
6. Hong, M., Ren, F., Zhang, H., Xiao, X., Yang, B., Tian, C.,Jiang, C. (2012). Enhanced radiation tolerance in nitride multilayered nanofilms with small period-thicknesses. Applied Physics Letters, 101(15).
7. Najafi E., Shin K., Radiation resistant polymer–carbon nanotube nanocomposite thin films, Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, 257–258, p. 333–337, 2005
8. Andrievsky R.A.. Radiation Stability of Nanomaterials Nanotechnologies in Russia, 2011, Vol. 6, No. 5–6, pp. 357–369. DOI: 10.1134/S1995078011030037

УДК 66.040.25:66.046

### ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОИЗОТОПОВ НА ОСНОВЕ $^{18}\text{F}$ (FDG) И $^{99\text{m}}\text{Tc}$ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ

#### Каналин Глек Темирханович

Магистрант 2 курса Международной кафедры ядерной физики, новых материалов и технологий ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан  
Научный руководитель – А.А. Баратова

В работе приводятся результаты применения радиоизотопов на основе  $^{18}\text{F}$  и  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , описаны способы их получения. Приведены результаты распределения радиофармпрепаратов по всему организму. Анализируются пораженные органы и степени нарушения метаболизма.

Основными задачами радионуклидной диагностики при исследовании онкологических больных являются следующие:

- дифференциальная диагностика злокачественных опухолей и доброкачественных новообразований;
- определение распространенности опухолевого процесса (уточнение стадии процесса);
- выявление рецидивов и метастазов после проведенного лечения;
- оценка эффективности противоопухолевой терапии.

В данной работе представлены результаты использования радионуклидов на основе  $^{18}\text{F}$  и технеция  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  методами ПЭТ и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ).

#### Методика эксперимента

В качестве основного метода исследования был использован метод ПЭТ - новейший метод, основанный на применении ультракороткоживущих радиоизотопов [1,2]. Важнейшим

компонентом ПЭТ является циклотрон, позволяющий получать меченые позитрон-излучающие радиофармацевтические препараты [3].

Данные радионуклиды производились на медицинском циклотроне (ИВА-18) РДЦ, а также радиоактивный технеций  $^{99m}\text{Tc}$ , который производится на атомном реакторе в ИЯФ г. Алматы и поставляется в РДЦ.

Обследование пациентов методами ПЭТ/КТ и ОФЭКТ, с использованием вышеуказанных радионуклидов осуществлялось в отделе радионуклидной диагностики КФ «УМС» г. Астана.

Ниже приводится описание основных физических условий получения радионуклидов: радионуклид  $^{18}\text{F}$  был получен при облучении ядер изотопа  $^{18}\text{O}$  пучком ускоренных протонов с энергией 15 МэВ по реакции:



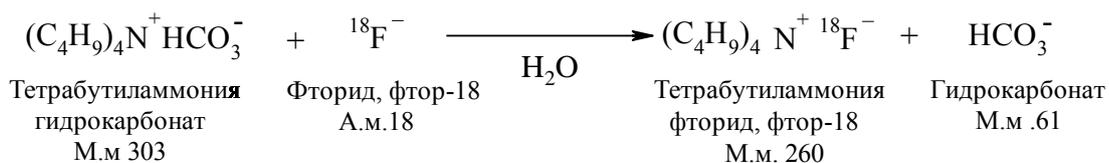
В качестве мишенного вещества использовали воду, обогащенную по изотопу  $^{18}\text{O}$ . Образующийся радионуклид  $^{18}\text{F}$  стабилизируется в химической форме фторида,  $^{18}\text{F}$  ( $[^{18}\text{F}],\text{F}^-$ ). Далее происходит образование радионуклидов азота- $^{13}\text{N}$  и  $^{17}\text{F}$ . При указанных параметрах облучения  $^{16}\text{O}$  и  $^{17}\text{O}$ , содержащиеся в качестве примесей в облучаемом материале, претерпевают ядерные реакции с образованием радионуклидов  $^{13}\text{N}$  ( $T_{1/2}(^{13}\text{N}) = 9,96$  мин),  $^{17}\text{F}$  ( $T_{1/2}(^{17}\text{F}) = 70$  с.), соответственно:



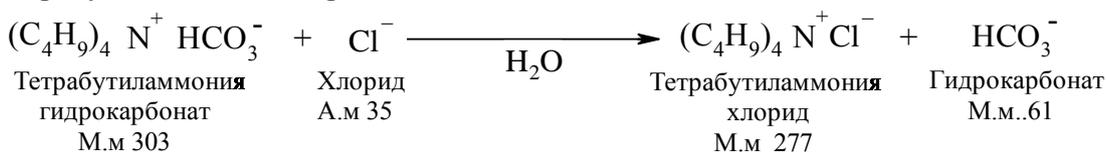
Химическими формами стабилизации  $^{13}\text{N}$  являются газообразный азот  $[^{13}\text{N}]\text{N}_2$ . Радионуклид  $^{17}\text{F}$  стабилизируется в химической форме фторида, фтор-17. фторида,  $^{18}\text{F}$  ( $[^{18}\text{F}],\text{F}^-$ ).

Содержание  $^{13}\text{N}$  и  $^{17}\text{F}$  в препарате на момент его изготовления теоретически не может превышать 0,01 %, что позволяет не определять радионуклидные примеси в целевом продукте.

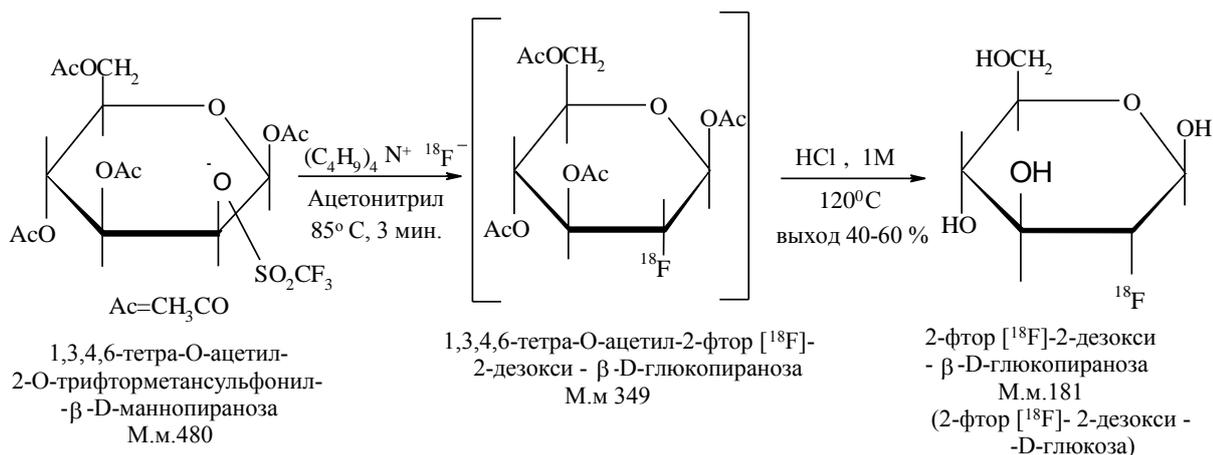
Тетрабутиламмония фторида  $^{18}\text{F}$  образуется по следующей схеме:



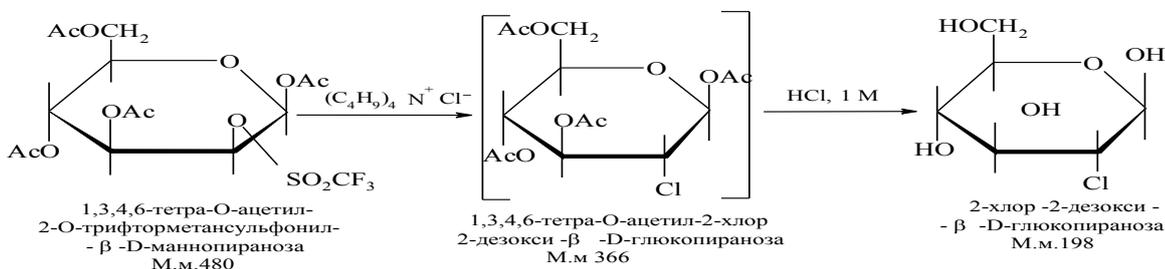
В результате протекаемой побочной реакции происходит образование тетрабутиламмония хлорида:



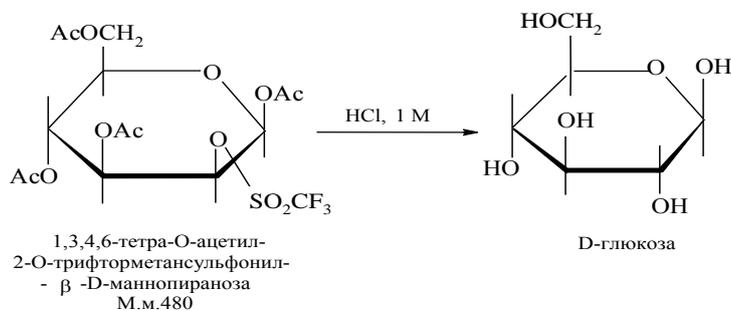
Получение 2-фтор $[^{18}\text{F}]$ -2-дезоксид-Д-глюкозы показано ниже:



Далее происходит образование 2-хлор-2-дезоксид-β-D-глюкопиранозы:



Образование D-глюкозы показано ниже:



«<sup>18</sup>F-FDG» является неспецифическим туморотропным радиофармпрепаратом и накапливается в повышенных количествах в клетках злокачественных опухолей и метастазах, что связано с присущим им гипергликолизом [4]. Степень накопления фтордезоксиглюкозы, <sup>18</sup>F в клетках злокачественных опухолей коррелирует со степенью их злокачественности. Препарат также позволяет оценивать эффект от проведенного лечения, так как при эффективном лечении уровень накопления препарат в опухолях снижается, а при неэффективном – не изменяется или возрастает.

Фтордезоксиглюкоза <sup>18</sup>F активно транспортируется в клетки белками-транспортерами, где подвергается фосфорелированию с образованием фтордезоксиглюкозы-6-фосфата, <sup>18</sup>F (FDG), продукта, который в дальнейшие реакции не вступает, и в таком виде удерживается в клетках злокачественных опухолей. В неизмененных клетках тканей и органов наблюдается дефосфорелирование с образованием фтордезоксиглюкозы, которая выводится из нормальных клеток и может перераспределяться.

После внутривенного введения препарата фтордезоксиглюкоза  $^{18}\text{F}$  быстро покидает кровяное русло и постепенно накапливается в органах и тканях. Из организма фтордезоксиглюкоза  $^{18}\text{F}$  выводится через почки в мочевой пузырь, поэтому лоханки почек, мочеточники и мочевой пузырь также визуализируются в норме. Более 50 % от введенного количества РФП выводится из организма с мочой уже в первые 2 часа после инъекции. В головном мозге повышенное накопление РФП наблюдается в коре и глубоких структурах, причем содержание РФП в сером веществе в 2 раза выше, чем в белом. Накопление препарата в миокарде человека составляет (3÷4)% от введенного. оптимальное соотношение орган/фон при исследовании миокарда и головного мозга достигается через (35-40) минут после внутривенного введения препарата и сохраняется в течение еще (25-30) минут, что достаточно для проведения ПЭТ. Оптимальное соотношение опухоль/нормальная ткань наблюдается через (45 – 120) мин после введения препарата, и сохраняется еще (240 – 360) минут после введения.

### Результаты и их обсуждение

В настоящей работе приведены результаты, полученные методом ПЭТ с использованием радионуклида  $^{18}\text{F}$  предназначенного для изучения функциональной активности тканей и органов, а также для изучения анатомо-морфологических особенностей. В качестве примера на рисунке 1 приведены результаты, полученные методом ПЭТ/КТ на базе Республиканского диагностического центра филиала Корпоративного Фонда «University Medical Center» Nazarbayev University. Из рисунка 1 видно накопление фтордезоксиглюкозы в организме пациента, что свидетельствует о наличии новообразования в костях челюсти пациента, а также в области молочной железы. Диагностику данного пациента проводили на ПЭТ/КТ и использовали 18-фтордезоксиглюкозу для обнаружения зоны поражения. Так как раковые клетки поглощают в 18 раз больше глюкозы, чем обычная клетка, было выявлено нарушения обмена веществ в молочной железы и накопление препарата в нижней части челюсти пациента.

На рисунке 1 четко видна зона поражения пациента, метастазы распространились в нижнюю челюсть. Указано зеленой стрелкой. При любой диагностике возникает необходимость локализовать опухоль и определить очаг заболевания. Данный пациент страдает остеобластокластомой, которая является единичной опухолью, характеризующаяся богато васкуляризированной тканью, состоящей из веретенообразных или овоидных клеток и многочисленных гигантских клеток типа остеокластов, которые равномерно распределены по опухолевой ткани. Ряд авторов [4,5] относят ее к группе остеодистрофий, другие исследователи считают ее истинной опухолью. В позвоночнике остеобластокластома встречается от 2% до 10% случаев всех опухолевых заболеваний скелета, составляя 11-13% всех опухолей позвоночника. Несколько чаще наблюдается у лиц мужского пола. Опухоль часто поражает как задние костные структуры, так и тела позвонков. Опухоль может поражать один или несколько позвонков, излюбленным местом локализации в позвоночнике является крестец. Преимущественно наблюдается медленный рост опухоли. Различают ячеистую и литическую формы остеобластокластом. Большинство авторов обе формы рассматриваются как переходящие друг в друга фазы одного процесса.

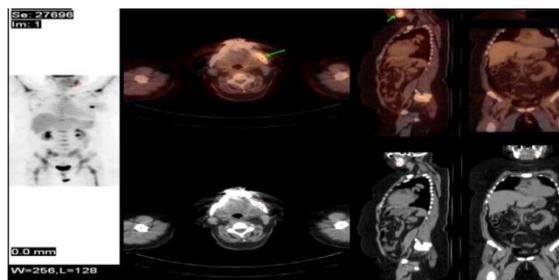


Рисунок 1 – Распределение радионуклида  $^{18}\text{F}$  в организме пациента (по данным ПЭТ-КТ видно, что радионуклид распространился по нижней челюсти)

В работе также проведены исследования, полученные методом ОФЭКТ с использованием радионуклида  $^{99m}\text{Tc}$ .

Технеций  $^{99m}\text{Tc}$  зонд, перемещение которого по организму и накопление в исследуемом органе легко фиксируется аппаратурой. Он обладает коротким периодом полураспада ( $T_{1/2} = 6,04$  часа, за 24 часа распадается 94% этого изотопа) и малым периодом полувыведения из организма (менее суток для большинства соединений), поэтому он оказывает сравнительно небольшое вредное воздействие на здоровые органы обследуемого человека и позволяет проводить повторное обследование одного и того же объекта через короткие промежутки времени, не допуская его переоблучения; малой энергией  $\gamma$ -излучения (140 кэВ), которая тем не менее обладает достаточно высокой проникающей способностью, что обеспечивает необходимую глубину анализа; «внятной» спектральной линией, которую даёт накопившийся в аномальных участках органов радиоактивный изотоп и которую хорошо коллимирует диагностическая аппаратура, что обеспечивает хорошее разрешение получаемого изображения.  $^{99m}\text{Tc}$  применяют для диагностики различных органов человека (печени, почек, щитовидной железы и т.д.).

На рисунке 2 изображен метаболизм глюкозы миокарда. Из рисунка 2 видно, что препарат распределен равномерно, без перенакопления (без пятен), что говорит о нормальной работе сердца. Можно сделать вывод, что у пациента здоровое сердце и предположение о ишемической болезни сердца отрицательны.

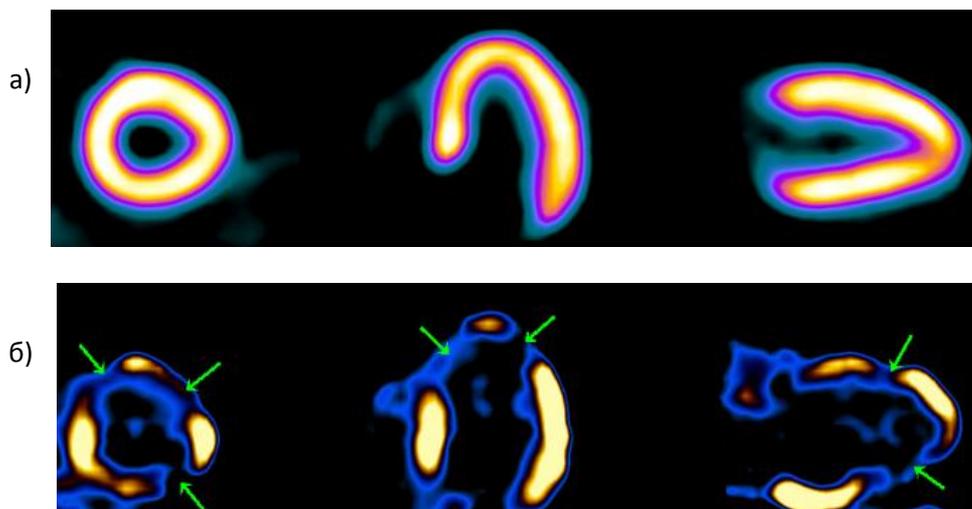


Рисунок 2- а) изображение метаболизма миокарда на гамма-камере с использованием  $^{99m}\text{Tc}$ ; б) изображение, сделанное на гамма-камере, миокарда с использованием меченого  $^{99m}\text{Tc}$ .

На рисунке 2(б) видно заметное отличие, чем на предыдущем рисунке. Перенакопление радионуклида  $^{99m}\text{Tc}$  в отдельных участках миокарда - желтые пятна, и совершенно отсутствие технеция в других участках миокарда. Это подтверждает опасения пациента. Было установлено, что пациент страдает ИБС.

Выявлено отсутствие метаболизма миокарда апикальных сегментов передне-перегородочной, боковой и нижнебоковой стенок левого желудочка. что соответствует руслу правой коронарной артерии, передней межжелудочковой и огибающей ветвям левой коронарной артерии.

Основываясь на данном изображении выявлено заметное отличие распределения радионуклида в сердце, что свидетельствует о нарушении метаболизма.

#### **Заключение**

В ходе исследования распределения фтордезоксиглюкозы при диагностики рака показано, что клинические испытания  $^{18}\text{F}$  подтвердили его диагностическую важность. Основываясь на вышеизложенном, следует, что  $^{18}\text{F}$  является важным радионуклидом и

может быть использован для визуализации биологического состояния человека и определения зоны и степени нарушения обмена веществ. Автор выражает благодарность врачам радиологам РДЦ, осуществившим анализ и интерпретацию как ПЭТ/КТ так и ОФЭКТ данных.

#### **Список использованных источников**

1. Конурбаев Т.Р., Нуркенов С.А., Ибраев К.К., Прмантаева Б.А., Скакова Г.А. М.. The production and use of labeled positron-emitting radionuclides of  $^{18}\text{F}$  (FDG) in nuclear medicine// Вестник ЕНУ, №6, 2013. С. 201-207.

2. Конурбаев Т.Р., Нуркенов С.А., Ибраев К.К., Прмантаева Б.А., Скакова Г.А. Производство и применение меченых позитрон-излучающих радионуклидов  $^{18}\text{F}$ (FDG) в ядерной медицине//Сборник материалов международной школы-семинара «Инновационные технологии и исследования, направленные на развитие зеленой энергетики и глубокую переработку продукции», Өскемен, 2013. С. 82-85.

3. Ахметов Е.А., Канафин Г.К., Рыскулова Г.О., Ибраев К.К., Базарбаев Н.А., Нуркенов С.А. «Первый опыт использования позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией в онкологической практике Республики Казахстан»//Материалы IV евразийского радиологического форума, Алматы, 2011. С.61-62.

4. Нуркенов С. А., Кутербекоев К.А. Производство и применение  $^{18}\text{F}$  -FDG методом ПЭТ/КТ в Казахстане// Материалы I международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, производства и применения радиофармацевтических препаратов», Москва, 2015. С. 95-98.

5. Б.В. Забродин, В.Н. Ломасов, А.В. Моторный Радионуклидные методы визуализации.- СПб.: СПбГУ, 2006. - 87 с.

УДК 539.23; 539.216.1

### **ПРОЦЕССЫ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ В $\text{Zn}$ НАНОСТРУКТУРАХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ИОННЫМИ ПУЧКАМИ**

**\*Козловский Артем Леонидович, \*\*Кадыржанов Даурен Бахытжанович**

\*Инженер ЛИП ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

\*\*Докторант МКЯФНМиТ ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – М.Здоровец

В современном мире одной из приоритетных областей исследования является область изучения процессов формирования дефектов и их последующая эволюция в наноматериалах в результате облучения наноструктур ионизирующим излучением. При этом исследование радиационно-стойких наноматериалов и создание новых функциональных устройств с помощью модификации ионными пучками требует всестороннего понимания и прогнозирования моделей процессов образования и миграции дефектов, а также изучение процессов энергетических потерь в результате взаимодействия налетающих частиц с кристаллической структурой наноматериалов [1]. Энергетические потери налетающих ионов на электронных оболочках может влиять на ослабление ионного движения, подавление или усиление образования дефектов и их дальнейшей эволюции [2]. Ионная модификация наноматериалов является инструментом для создания кинетически стабильных неравновесных дефектов и метастабильных фаз, что позволяет исследовать поведение и свойства наноструктур вдали от равновесия. Понимание процессов эволюции повреждений, процессов фазовой трансформации и структурной модификации в наноструктурах под действием ионизирующего излучения активно изучается в последнее десятилетия, а применение ионных пучков хорошо зарекомендовало себя как инструмент для направленной модификации наноматериалов для широкого спектра исследований и приложений [3].