

---

КОНЦЕПЦИЯ ИСКУССТВЕННО  
ИНИЦИИРУЕМОГО КОЛЛАПСА  
ВЕЩЕСТВА И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ  
ПЕРВОГО ЭТАПА ЕЕ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

С.В.АДАМЕНКО, ЛЭИ «ПРОТОН-21»

Киев, 2004

### Аннотация

Работа содержит краткое изложение авторской концепции ударно-когерентного коллективного каскадно-кумулятивного механизма ускорения частиц посредством инициирования в твердотельной мишени-концентраторе саморазвивающегося коллапса сходящейся уединенной волны-оболочки предельной плотности вещества-энергии, и некоторую часть фактических экспериментальных данных, полученных в процессе практической реализации этой концепции. Препринт предназначен для предварительного обсуждения состава и содержания подготавливаемого к изданию сборника материалов основных результатов экспериментальных и теоретических работ, выполненных в Лаборатории электродинамических исследований предприятия «Протон-21» (Украина, Киев) в рамках инициативного коммерческого проекта «Луч», имеющего своей целью создание принципиально новых, эффективных и экологически безопасных ядерных технологий нейтрализации радиоактивности, а также синтеза стабильных изотопов химических элементов, включая сверхтяжелые.

## Содержание

<b>1 Введение</b>	<b>4</b>
<b>2 Принцип динамической гармонизации систем</b>	<b>4</b>
<b>3 Разработка конструкции и экспериментальная апробация драйвера</b>	<b>8</b>
<b>4 Осуществление искусственно инициируемого коллапса</b>	<b>11</b>
<b>5 Исследования элементного и изотопного состава</b>	<b>14</b>
<b>6 Нейтрализация радиоактивного изотопа кобальта (<math>^{60}\text{Co}</math>)</b>	<b>18</b>
<b>7 Об обстоятельствах обнаружения сверхтяжелых элементов</b>	<b>19</b>
<b>8 Регистрация высокоэнергетических частиц</b>	<b>24</b>
<b>9 Рентгеновское излучение зоны коллапса</b>	<b>26</b>
<b>10 Оценки энергии светоизлучающих компонентов плазменного сгустка</b>	<b>28</b>
<b>11 Экзотический продукт ядерного перерождения вещества</b>	<b>29</b>
<b>12 Наиболее вероятный сценарий инициирования и эволюции процесса</b>	<b>32</b>
<b>13 Выводы</b>	<b>33</b>

## 1 Введение

В последние десятилетия получены впечатляющие результаты на ключевых направлениях развития современной физической науки. Открытия, формирующие новые представления о самоорганизации материи в природе, сделаны в различных областях современного естествознания, определяющих глубину познания Природы и уровень технического и технологического развития цивилизации.

Общеизвестны революционные изменения в техническом и информационном обеспечении сложнейших экспериментов в области *анализа* строения и взаимодействия базовых объектов материального мира — ядер, нуклонов, кварков.

В то же время, имеются реальные основания для высказываний о кризисных явлениях в современной физике. Здесь в первую очередь следует отметить задачи, для решения которых необходимо раскрытие механизмов *синтеза* на ядерном и нуклонном уровнях. В частности, еще далеки от решения ключевые задачи теории и практики управляемого ядерного синтеза и синтеза сверхтяжелых ядер, а также — родственного направления астрофизики, связанного с раскрытием и воспроизведением в лабораторных условиях физических механизмов рождения стабильных изотопов химических элементов и их ядер. Иллюстрацией к сказанному может служить отсутствие убедительных объяснений:

- повсеместно соблюдающегося с высокой точностью соотношения концентраций стабильных изотопов в природе;
- энергетики взрыва сверхновых звезд и разлета сбрасываемых ими оболочек;
- наличия и значительной распространенности в природе железных метеоритов при отсутствии их аналогов из других металлов, в том числе — и имеющих сопоставимую с Fe распространенность в природе,

а также объяснений ряда других важных природных явлений, связанных с взаимопревращениями вещества и энергии.

Особое положение занимают ядерно-физические задачи, порожденные созданием и использованием ядерных энергетических установок. В числе наиболее насущных из них — утилизация или, предпочтительно, нейтрализация накапливающихся радиоактивных отходов, которую также можно рассматривать как специфическую задачу синтеза–расщепления ядер с ограничением снизу на устойчивость (ядерную стабильность) получаемых продуктов переработки.

## 2 Принцип динамической гармонизации систем и идея ударно-когерентного ускорения

Перечисленные выше обстоятельства на протяжении многих лет побуждали к поиску общих, универсальных алгоритмов синтеза и самоорганизации многоэлементных устойчивых систем различной физической природы и назначения и одновременно — к критическому анализу методов и средств, применяемых для решения задачи энергетически выгодного синтеза ядер.

Постепенно сформировалось убеждение, что используемые подходы, при всех их различиях, с одной стороны — обладают принципиальным общим недостатком, препятствующим созданию оптимальных для синтеза условий (главный из этих

недостатков — стремление к высоким температурам как самоцель); а с другой — не реализуют чего-то весьма существенного, что могло бы играть роль оптимального детонатора и катализатора желаемого процесса.

Проведенные в 1972–1982 гг. исследования в области оптимизации фазовых траекторий многосвязных динамических систем [1, 2] постепенно привели автора к выводу о наличии у этой задачи существенных общих формальных черт с (казалось бы) далекой от теории управления физической задачей эффективного осуществления целенаправленных ядерных реакций и, в частности, — с задачей инерциального ядерного синтеза.

Логический анализ упомянутой общности помог понять ключевую роль *внешних возмущений определенного вида* (прежде всего — регулярно действующих и катастрофических) в эволюционном синтезе (или, другими словами, — в самоорганизации) многосвязных, многоэлементных устойчивых систем произвольной физической природы, *включая ядра атомов* как устойчивые совокупности нуклонов.

В результате анализа была выработана рабочая гипотеза о существовании и определяющей роли в самоорганизации многосвязных структур общей универсальной закономерности, которую можно назвать *принципом регуляризации возмущений и динамической гармонизации систем* (или для краткости — принцип динамической гармонизации).

Пусть  $\bar{x}^i \triangleq [x_1^i, x_2^i, \dots, x_l^i]$  —  $l$ -мерный вектор состояния  $i$ -го элемента.

Тогда  $X_k \triangleq [\bar{x}_k^1, \bar{x}_k^2, \dots, \bar{x}_k^m]$  — вектор состояния системы состоящей из  $m$  взаимодействующих элементов.

Уравнение динамики системы:

$$X_{k+1} = F[X_k, \tilde{U}(X_k), \lambda \vec{\psi}_k], \quad (1)$$

где  $\tilde{U}(X_k)$  — вектор-функция изменяющейся структуры самоорганизующейся системы;  $\vec{\psi}_k$  — вектор направления действия доминирующего внешнего возмущения в пространстве состояний системы;  $\lambda$  — параметр интенсивности возмущения.

Пусть  $\omega^i(X_k), i = 1, \dots, m \cdot l$  — собственные функции системы (1), то есть, если  $\lambda \equiv 0$ , то

$$\forall i, \omega^i(X_{k+1}) = \sigma^i \cdot \omega^i(X_k), \quad (2)$$

где  $\sigma^i$  — собственные числа системы (1).

$\tilde{U}(X_k) \rightarrow U^*(X_k)$ ,  $U^*(X_k) \in \mathfrak{A}$ , где  $\mathfrak{A}$  — множество функций допустимых структур системы;  $U^*(X_k)$  — вектор-функция оптимальной (для данного  $\vec{\psi}_k$ ) структуры системы (1), такая, что если

$$X_{k+1}^* = F[X_k^*, U^*(X_k^*), \lambda \vec{\psi}_k], \text{ then } J \triangleq \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{i=1}^{m \cdot l} \{\sigma^i \omega^i(X_k^*)\}^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

Без претензии на математическую строгость, в краткой форме его можно сформулировать следующим образом: всякое множество элементов любой природы, обладающих фундаментальными свойствами ограниченной инерционности и ограниченной чувствительности, а также способностью к установлению связей, влияющих на скорость изменения во времени компонентов векторов состояния

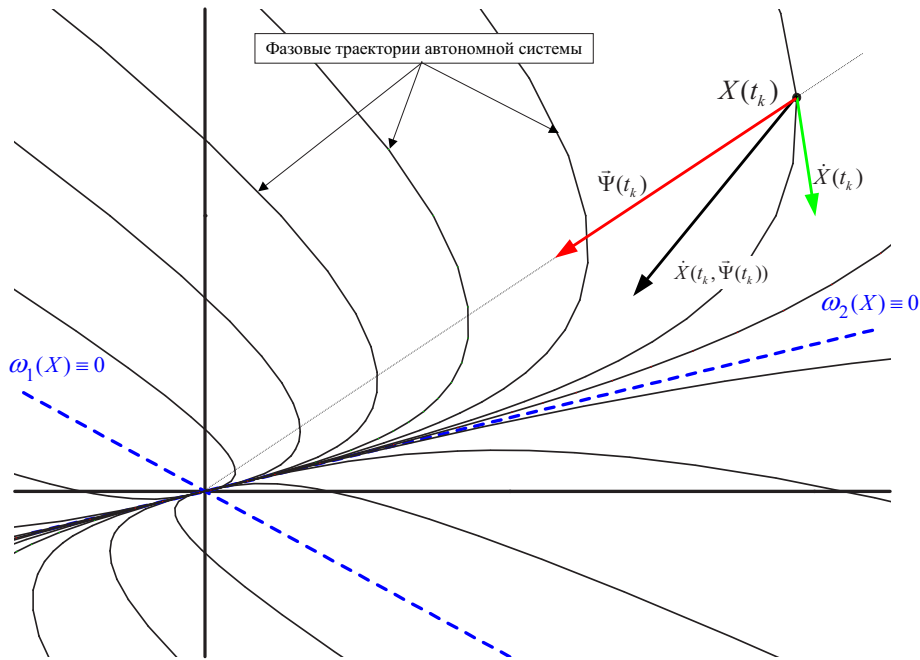


Рис. 1. Неоптимизированная система.

элементов множества, находясь под воздействием общего доминирующего когерентного возмущения, в пределах имеющихся эволюционных степеней свободы формирует такую матрицу (сеть) связей между элементами, которая одновременно (самосогласованно) обеспечивает максимальный запас устойчивости формируемой системы и оптимальные (по критерию минимума поглощаемой энергии возмущения) траектории переходных процессов в пространстве собственных функций системы или, что эквивалентно — *наименьшую (из возможных) инерционность собственного возмущенного движения в направлении действия вектора доминирующего возмущения в том же пространстве*. В терминах задачи синтеза многосвязной динамической системы это, по-видимому, сводится к минимизации функционала (3) на траекториях оптимально организованной системы.

Если эта гипотеза верна, то для эффективного формирования требуемой системы на множестве исходных элементов-частиц целесообразно задействовать собственные механизмы самоорганизации реформируемого исходного множества частиц-компонентов (то есть, — его внутреннюю энергию), инициируя адекватным внешним воздействием (*реформирующим возмущением*), самоперестройку системы в нужном направлении, тем самым суммируя перестраивающий потенциал внешнего воздействия с эволюционным потенциалом самой системы (рис. 1, 2).

Рассматривая под этим углом зрения задачу инициирования самоподдерживающихся экзоэнергетических реакций синтеза ядер, можно выделить очевидно важнейший фактор этого процесса — уменьшение средней и/или совокупной массы участвующих в реакциях нуклонов (дефект масс).

Единственное, что достоверно известно о физической природе массы любого

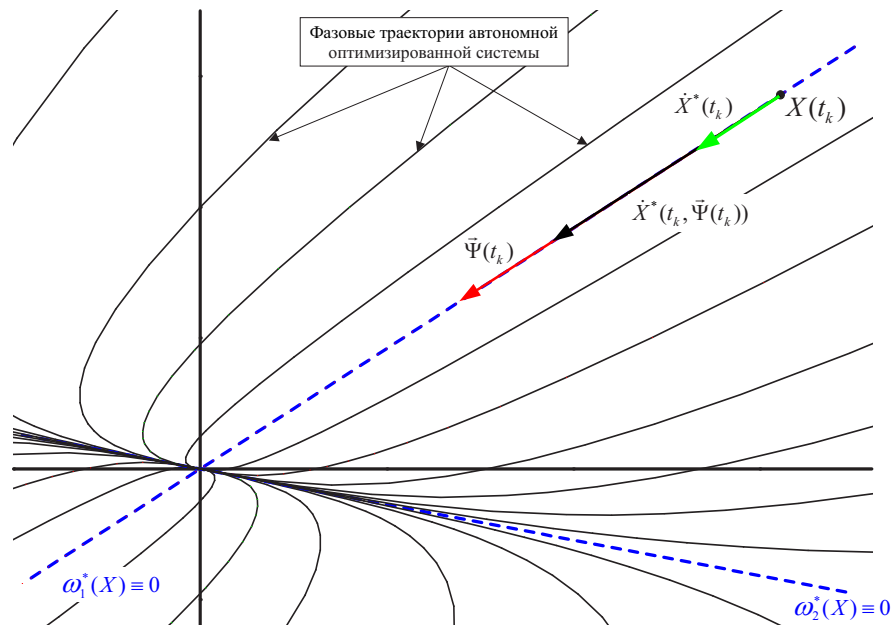


Рис. 2. Оптимизированная система.

материального объекта (нуклона, ядра, атома и т.д.) это то, что она является мерой инерционности тела.

Следуя приведенной выше логике, решение проблемы получения отрицательного дефекта масс и соответствующего высвобождения энергии должно лежать в плоскости выбора такого иницирующего механизма (драйвера), действие которого побуждало бы реформирующуюся, в общем случае — электронно-ядерную или электронно-нуклонную мегасистему — локальный объем исходного вещества мишени, именно к уменьшению средней и суммарной инерционности (или, что то же самое — массы) всех воспринимающих воздействие частиц.

Очевидно, что при *неускоренном* движении поглощение энергии в любой системе не зависит от скорости или массы образующих ее частиц. Отсюда можно сделать вывод о том, что с точки зрения принципа динамической гармонизации расходовать энергию внешнего воздействия (драйвера) на достижение исходными частицами только *высокой конечной скорости или энергии* — значит не задействовать эволюционный потенциал системы для ее ядерного перерождения, то есть действовать неэффективно.

Следовательно, можно резюмировать, что к эффективному возбуждению процесса энергвыгодной перестройки исходную ядерную систему должно побуждать интенсивное когерентное ускорение участвующих в данный момент в перестройке исходных компонентов (ядер), сопровождающееся предельно возможными (предельно переносимыми) для них ударными «перегрузками».

Приведенные рассуждения в свое время привели автора к выводу о том, что успех на пути иницирования самоорганизующегося *экзоэнергетического* ядерного процесса связан с созданием драйвера *коллективного ударно-когерентного*

*сверхускорения частиц.*

Таким образом, концепция драйвера, альтернативного сугубо термодинамическим, «нагревательным» схемам и способам, родилась в результате общих рассуждений, весьма далеких как от теории, так и от практики ядерного синтеза.

### 3 Разработка конструкции и экспериментальная апробация драйвера

Практическая необходимость в реализации идеи возникла спустя много лет в связи с начавшейся в 1996 году работой по созданию драйвера инерциального термоядерного синтеза в составе инициативной группы исследователей. Первоначально драйвер предполагалось создать на основе сверхфокусировки микропучка субрелятивистских электронов до плотностей тока в фокусе  $10^{10} \dots 10^{11} \text{ А/см}^2$  по схеме, приведенной на рис. 3. Априори считалось, что можно обеспечить условия, при которых указанная плотность тока пучка достижима и достаточна как для осуществления необходимого разогрева до десятков кэВ вещества мишени, помещаемой в фокус пучка (область «А» на рис. 3) [3–11], так и для удержания и сверхсжатия образующейся плотной плазмы собственным магнитным полем пучка.

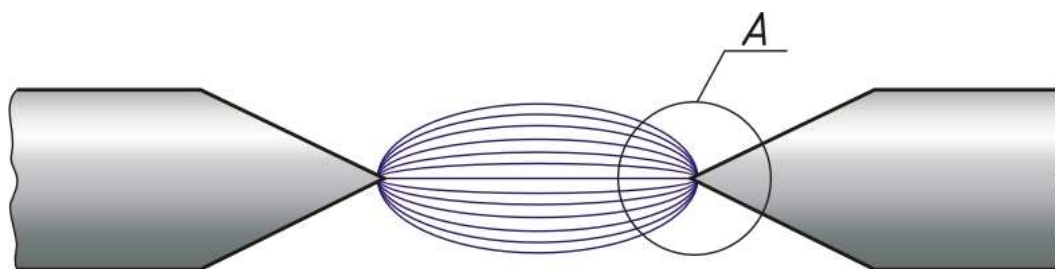


Рис. 3. Схема конструкции драйвера сверхфокусировки микропучка субрелятивистских электронов до плотностей тока в фокусе  $10^{10} - 10^{11} \text{ А/см}^2$ .

Казалось почти очевидным, что самофокусирующийся пучок электронов может выполнить функцию инициатора необходимого самоорганизующегося ядерного процесса. Так в 1997 году началась работа над проблемой, позднее получившей название «проект „Луч“».

В 1999 году участниками проекта было принято решение о создании специальной научно-исследовательской и проектно-технологической структуры — Лаборатории электродинамических исследований — для проведения решающих экспериментов по сверхфокусировке энергии сильноточного электронного микропучка с целью достижения условий ядерного перерождения вещества и разработки на этой основе принципиально новой технологии нейтрализации радиоактивности.

В декабре того же года начались эксперименты на созданной собственными силами установке (рис. 4), имеющей полный энергозапас 2.5 кДж, максимальный ток пучка — до 30...50 кА, максимальную энергию электронов — до 500 кэВ и полную длительность импульса тока пучка около 30 нс.





Рис. 4. Экспериментальная установка предназначенная для сверхфокусировки энергии электронного микропучка.

Эксперименты проводились с медными цилиндрическими мишенями по схеме, изображенной на рис. 3. Ожидалось образование в мишени тонкого осевого канала (рис. 5), который должен был служить свидетельством достижения требуемой фокусировки пучка и, соответственно, плотности энергии в теле мишени.



Рис. 5. Модель продольного сечения мишени после эксперимента с тонким осевым каналом.

В течение трех месяцев непрерывных экспериментов все попытки оставались безуспешными. Никаких проявлений сверхконцентрации энергии и образования канала в мишени не наблюдалось.

Жизнь создала условия для принятия нестандартного решения.

Такое решение было принято в пользу следования логике упоминавшегося вы-

ше принципа динамической гармонизации систем. В соответствии с этим, для вовлечения в процесс собственного эволюционного потенциала вещества необходимо было создать общее синхронное и синфазное доминирующее ударное воздействие, которое одновременно для всех потенциальных реагентов (частиц исходного материала мишени) создавало бы предельные перегрузки сверхинтенсивного ускорения, стимулирующие формирование такой структуры связей между взаимодействующими частицами, которая за счет увеличения удельной или интегральной энергии связи системы уменьшает ее собственную инерционность в подпространстве возмущаемых степеней свободы или, другими словами — устремляет к минимуму часть собственных чисел системы (2), характеризующих инерционность частиц в трехмерном физическом пространстве.

Легко предположить, что наилучшим внешним возмущением, оказывающим общее доминирующее воздействие на совокупность частиц, ядерные реакции с участием которых призваны обеспечить выделение свободной энергии, является *самосхлопывающаяся (коллапсирующая), самоуплотняющаяся и самоускоряющаяся изоэнтропийная цилиндрическая или сферическая уединенная волна-оболочка экстремальной плотности вещества-энергии, сканирующая объем мишени в направлении от ее поверхности к точке схлопывания волны* (рис. 6).

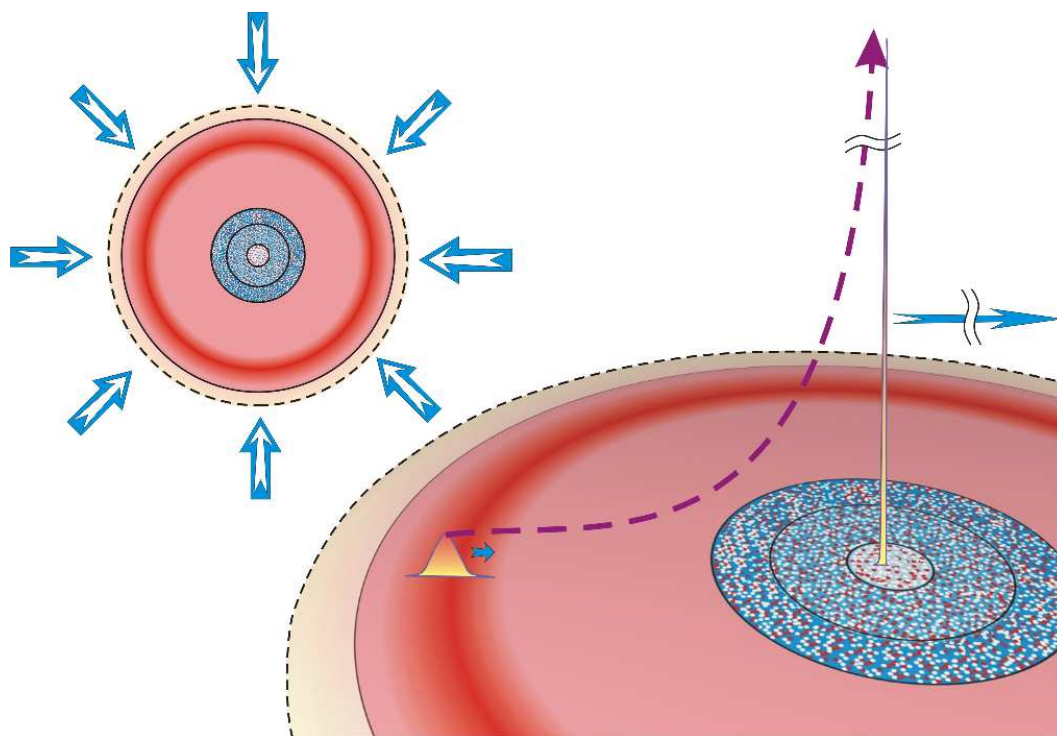


Рис. 6. Самосхлопывающаяся (коллапсирующая), самоуплотняющаяся и самоускоряющаяся изоэнтропийная цилиндрическая или сферическая уединенная волна-оболочка экстремальной плотности вещества-энергии, сканирующая объем мишени в направлении от ее поверхности к точке схлопывания волны.

Адекватное математическое описание условий возникновения и динамики развития указанной волны-оболочки представляется чрезвычайно сложной проблемой, если учесть то обстоятельство, что вещество в объеме волны уже на начальном этапе ее эволюции может находиться в экстремальном состоянии электронно-

ядерной плазмы, а в последующих фазах эволюции анализ энергетике столь сложной макроскопической корпускулярно-волновой системы должен учитывать сложнейшие квантово-механические эффекты, а также коллективные многочастичные взаимодействия в сверхплотной электронно-ядерной и электронно-нуклонной плазме, приводящие к возможному образованию собственного дефекта масс оболочки как целостной макроскопической электронно-ядерной структуры, своего рода «квазимегаатома». Решение этой задачи, возможно, дело будущего, хотя некоторые попытки ее рассмотрения предпринимаются уже сейчас.

К счастью, несмотря на отсутствие завершенной теоретической модели, инициировать коллапсирующую уединенную волну экстремальной плотности вещества-энергии и наблюдать последствия ее саморазвития и коллапса, как мы считаем, нам удалось в эксперименте.

Это произошло после того, как была радикально изменена схема (конструкция) использованного ранее в наших экспериментах релятивистского вакуумного диода-энергосконцентратора; целью изменения было возбуждение в тонком приповерхностном слое анода-мишени сходящейся волны экстремальной плотности вещества-энергии посредством создания и когерентного коллективного ускорения высокозарядных ионов вещества поверхностного слоя мишени в направлении энергетического фокуса мишени. Новая схема имела вид, представленный на рис. 7.

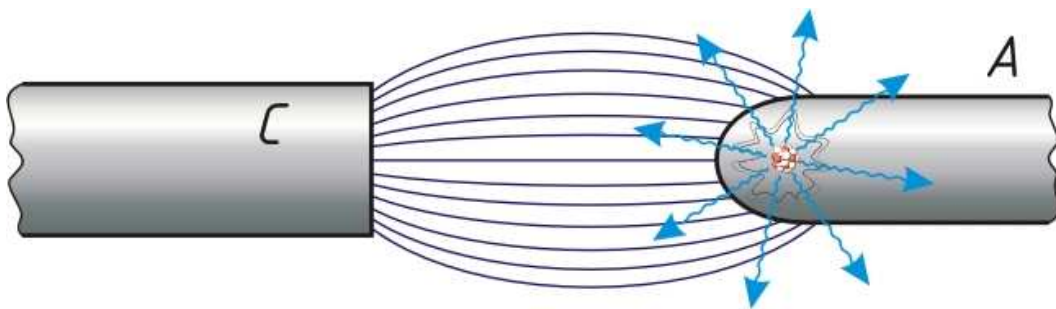


Рис. 7. Схема самофокусировки электронного пучка на поверхности анода-концентратора, возбуждающего в его приповерхностном слое солитоноподобный импульс плотности, сходящийся к оси симметрии.

Первый же эксперимент с использованием новой схемы, проведенный 24 февраля 2000 года, оказался успешным, завершившись взрывом цилиндрической мишени изнутри и образованием кратера, переходящего в осевой канал (рис. 8).

Характер поражения указывал на достижение максимальной плотности энергии именно в фокусе на оси цилиндрической мишени и косвенно свидетельствовал в пользу осуществления задуманного процесса.

## 4 Осуществление искусственно инициируемого коллапса и лабораторный нуклеосинтез

Спустя непродолжительное время после первого результативного эксперимента, при рассмотрении под микроскопом очередной взорвавшейся мишени мы не смогли не заметить на химически чистой поверхности медного накопительного экрана,

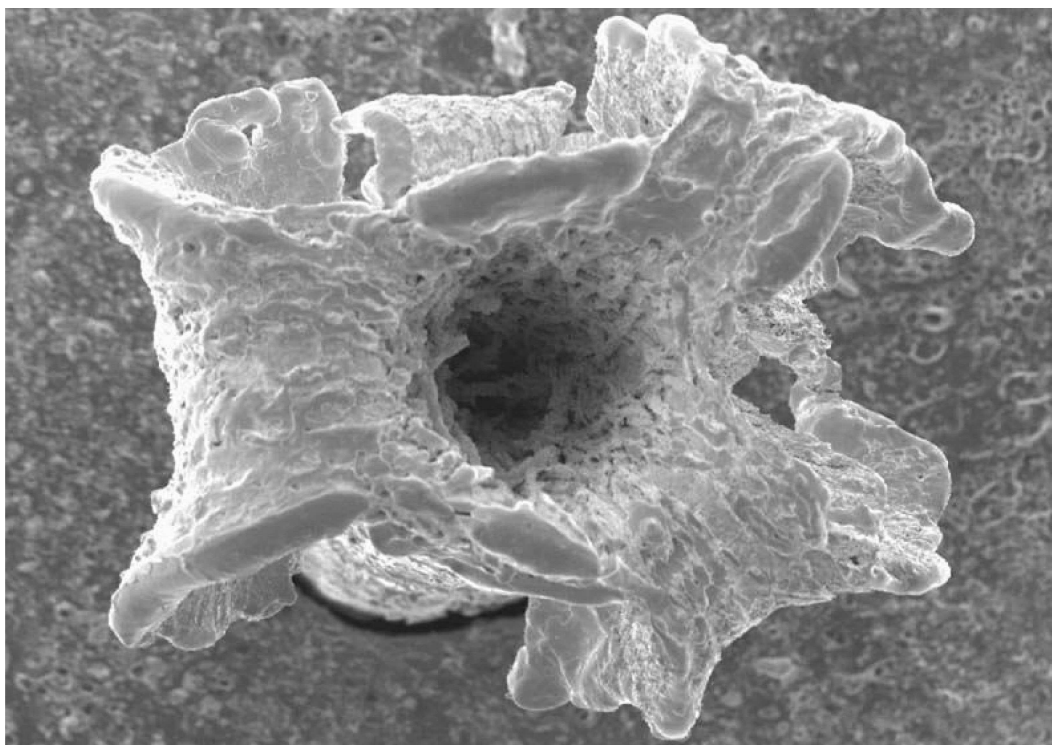


Рис. 8. Цилиндрическая монолитная мишень после эксперимента, завершившегося взрывом мишени изнутри и образованием кратера, переходящего в осевой канал.

окужавшего основание мишени–концентратора из того же материала, макроскопический (около 1 мм в длину) участок застывшей серебристо-белой «лавы» очевидным образом вылившейся из взорвавшегося «вулкана» с трубчатым жерлом и оставившей свои следы – капли на поверхности одного из образовавшихся «лепестков» взорвавшейся трубки (рис. 9), в которую превратился изначально монолитный стержень мишени.

Проведенный микрорентгеноспектральный анализ элементного состава наблюдаемой «лавы» показал, что она на 71% состоит из цинка.

Вскоре стало очевидным, что мы наблюдаем *продукты искусственного нуклеосинтеза макроскопического масштаба, протекающего в фокальном объеме взрывающейся мишени–концентратора.*

Сегодня мы имеем серьезные основания заявить о том, что нам удалось осуществить и научиться надежно воспроизводить в условиях лаборатории микроскопический аналог природного физического явления, ответственного за взрывной нуклеосинтез, и, по-видимому, служащего источником энергии вспышек сверхновых звезд, а также, возможно, — излучения пульсаров и гамма-всплесков.

Вероятно, впервые осуществлен управляемо инициированный взрывной физический процесс ядерного перерождения макроскопического количества вещества и образования (синтеза) широкого спектра стабильных изотопов легких, средних, тяжелых и сверхтяжелых (трансурановых) химических элементов. Процесс энергетически самодостаточен. Энергия, необходимая для инициирования процесса, в десятки тысяч раз меньше производимой им работы по преобразованию вещества даже без учета энергии рождаемых потоков частиц и излучений. Выход-



Рис. 9. Медная мишень после эксперимента со следами застывшей серебристо-белой «лавы» на ее лепестках, вылившейся из центра взорвавшейся мишени.

ные продукты процесса (рождающиеся изотопы химических элементов) стабильны независимо от активности используемого вещества мишени. Таким образом, обнаруженный управляемо воспроизводимый физический процесс может стать эффективным средством нейтрализации искусственно созданной радиоактивности.

Источником энергии саморазвития процесса — как мы предполагаем — является происходящее в теле коллапсирующей уединенной сферической волны предельной плотности вещества-энергии детонационное коллективное (многочастичное) динамическое перерождение ядер материала мишени в новые как традиционные, так и сверхтяжелые ядра, для которых интегральная средневзвешенная энергия связи на один нуклон превышает исходную.

Данные радиофизических измерений дают основания предположить, что энергетическая продуктивность реализованного процесса ядерного «дожигания» вещества в пределе может достигать  $20 \text{ ГДж} \cdot \text{г}^{-1}$ .

Осуществление процесса стало возможным благодаря использованию Лабораторией электродинамических исследований «Протон-21» в 2000–2003 гг. принципиально нового способа и устройства ударного сжатия вещества (международная заявка на изобретение с приоритетом от 14 августа 2002 года).

К сожалению, все достоверно зафиксированные за указанный период экспериментальные факты и явления, заслуживающие внимания и открывающие принципиально новые, неизвестные ранее аспекты взаимопревращений вещества и энергии, как и новые проявления свойств корпускулярной и волновой форм существования материи, трудно перечислить, а тем более подробно изложить.

Поэтому кратко остановимся ниже лишь на тех из наиболее важных результатов, интерпретация которых уже практически не оставляет сомнений.

## 5 Исследования элементного и изотопного состава

Многочисленные исследования элементного и изотопного состава поверхности взорванной мишени и накопительного экрана различными методами показали, что среди выбросов из центра мишени в большем или меньшем количестве присутствуют все элементы таблицы Менделеева [12, 13]. Большинство из химических элементов, обнаруженных на накопительных экранах и остатках мишени, либо не обнаруживались в исходных материалах мишеней и экранов, либо присутствовали в них в концентрациях и количествах на несколько порядков меньших. Кроме того, большинство образовавшихся элементов имеют существенное несоответствие изотопного соотношения природному.

Анализ поверхностного слоя (толщиной 0.25 мкм) пятидесяти однотипных образцов, содержащих продукты лабораторного нуклеосинтеза, методами аналитической химии показал присутствие лантанидов — тербия (Tb) и европия (Eu) — с массовой концентрацией на четыре порядка превышающей предел чувствительности методики, в то время как в исходном материале эти элементы не детектировались.

Здесь следует отметить, что эксперименты производились в вакууме  $10^{-4}$  мм рт.ст.; в них использовались химически чистые материалы (рис. 10), все примеси которых, содержащиеся в объеме, испытывавшем высокоэнергетическое воздействие, учитывались при обработке результатов анализов; поэтому происхождение обнаруженных макроколичеств вещества различных, в том числе — редких и редкоземельных химических элементов (рис. 11–13), в большинстве своем с «перекошенным» изотопным составом (рис. 14–16), к тому же постоянно сменяющих друг друга, необъяснимо иными причинами, чем ядерный синтез.

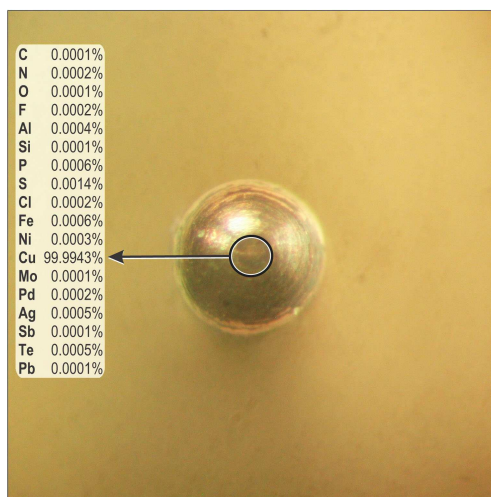


Рис. 10. Мишень до эксперимента. Материал мишени — медь (Cu 99.99 масс. %). Метод исследования — масс-спектрометрия тлеющего разряда (VG-9000, диапазон анализируемых масс — до 250 а.е.м., разрешение по массам  $M/\Delta M = 7000 \dots 9000$ ).

Статистическая обработка данных на всем множестве экспериментов позволила оценить количество нуклонов материала мишени участвующих в процессе ядерного перерождения. Эта величина равна  $10^{20}$ – $10^{21}$  нуклонов на 1 кДж вложенной энергии.

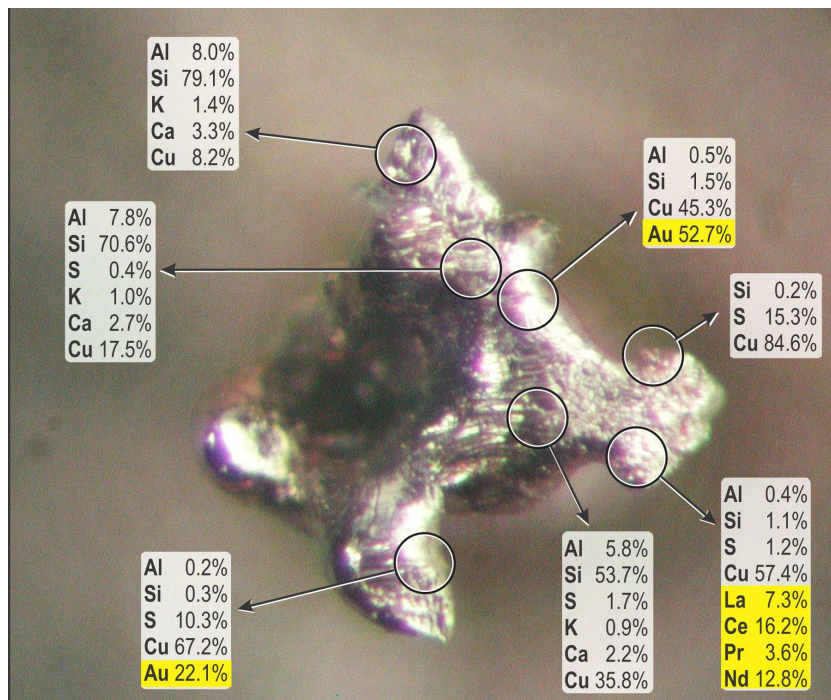


Рис. 11. Мишень после эксперимента №2107. Материал мишени и накопительного экрана — медь (Cu 99.99 масс. %). Метод исследования — микрорентгеноспектральный анализ (РЭММА102, диапазон определяемых элементов — от Na до U).

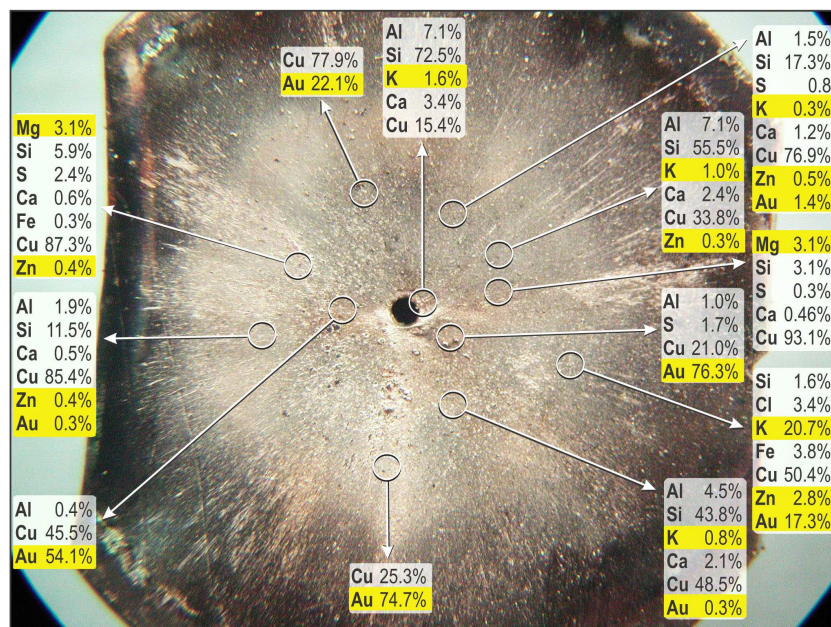


Рис. 12. Накопительный экран после эксперимента №2107. Материал мишени и накопительного экрана — медь (Cu 99.99 масс. %). Метод исследования — микрорентгеноспектральный анализ (РЭММА102, диапазон определяемых элементов — от Na до U).

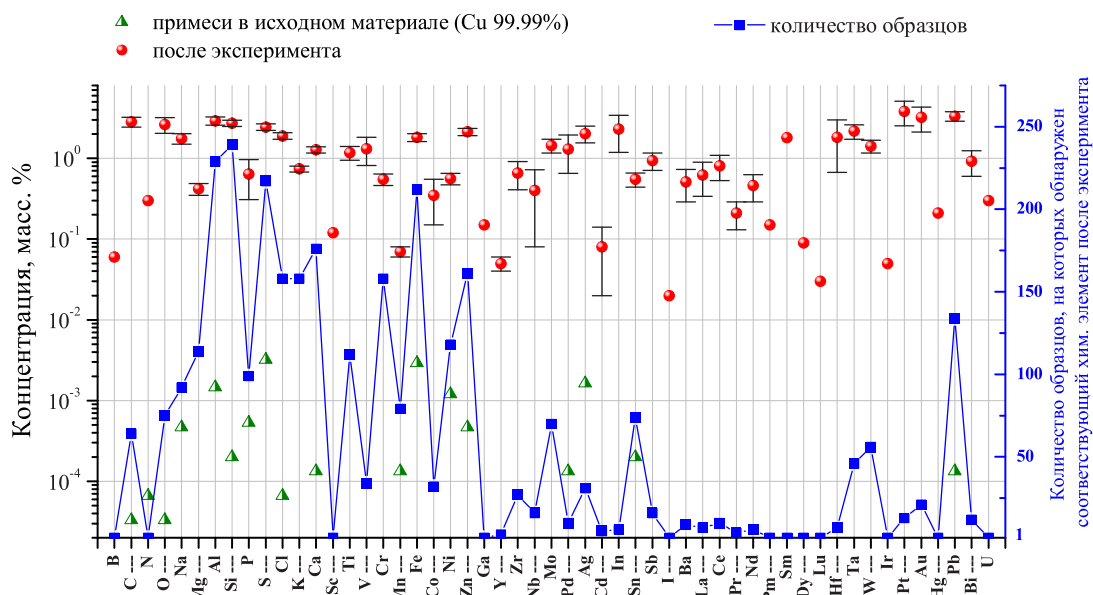


Рис. 13. Результаты локального анализа элементного состава 277 медных (Cu масс. 99.99%) накопительных экранов, каждый из которых использовался в одном эксперименте с медной мишенью такой же чистоты. Метод исследования — микрорентгеноспектральный анализ (РЭММА102, диапазон определяемых элементов — от В до U).

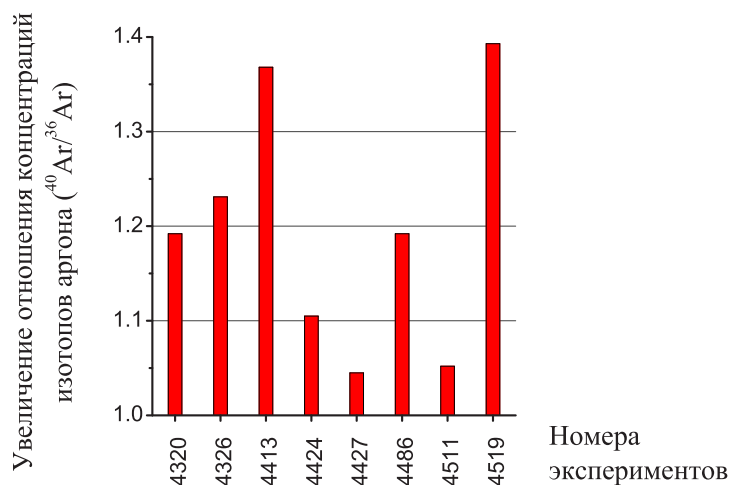


Рис. 14. Увеличение отношения концентраций изотопов аргона  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  в вакуумной камере после эксперимента по сравнению с атмосферным. Метод исследования — масс-спектрометрия (MI-1201IG).



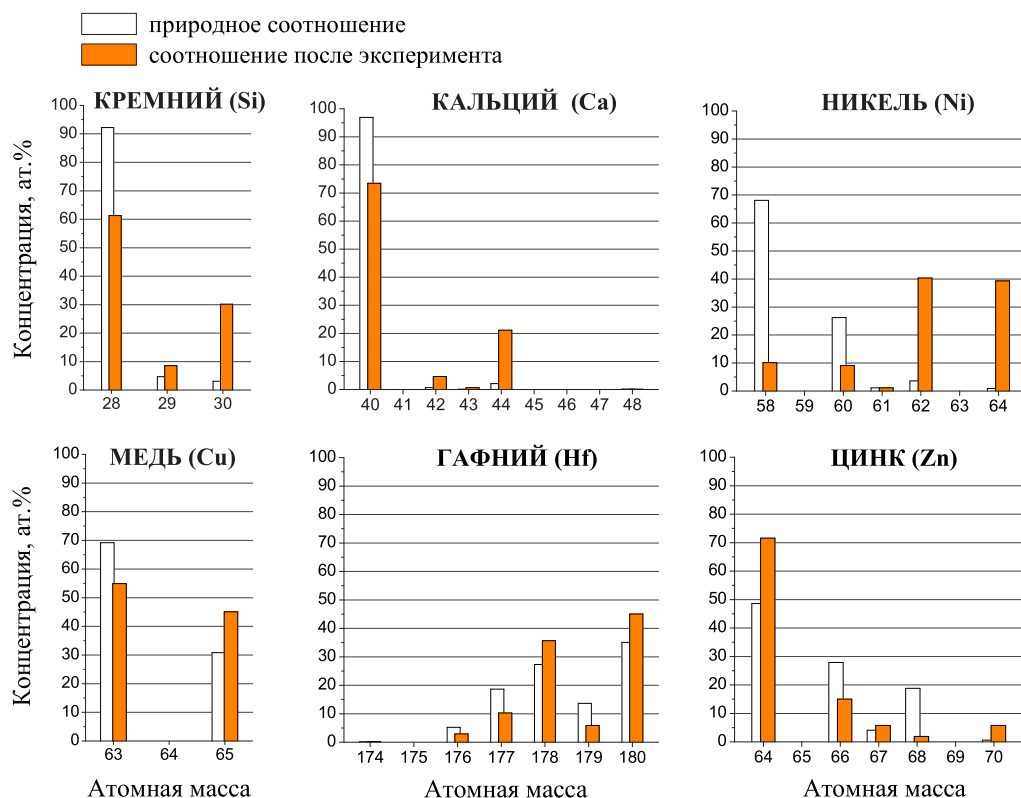


Рис. 15. Примеры аномальных соотношений изотопов некоторых химических элементов, зарегистрированных на поверхности накопительных экранов. Методы исследования — вторичная ионная и лазерная масс-спектрометрия.

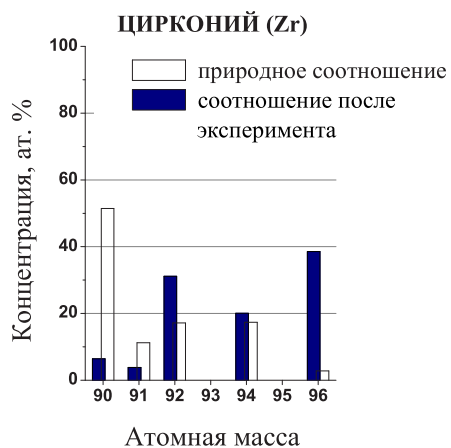


Рис. 16. Аномальное соотношение изотопов циркония (Zr). Метод исследования — термоионизационная масс-спектрометрия (MAT-262).

## 6 Нейтрализация радиоактивного изотопа кобальта ( $^{60}\text{Co}$ )

Параллельно с экспериментами, в которых использовали нерадиоактивные мишени, была проведена серия экспериментов с мишенями, в состав которых входил радиоактивный изотоп кобальта  $^{60}\text{Co}$  с периодом полураспада 5.5 лет.

Активность мишеней регистрировали с помощью Ge(Li) — детектора объемом  $160\text{ см}^3$  и разрешением 2.2 кэВ по двум энергетическим линиям  $\gamma$ -излучения  $^{60}\text{Co}$ : 1173 и 1333 кэВ.

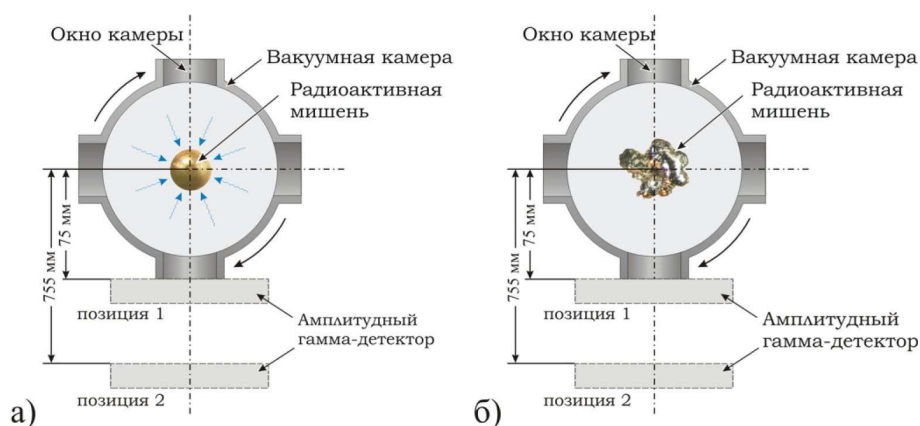


Рис. 17. Схема эксперимента по нейтрализации гамма-активной мишени, демонстрирующая начальное состояние образца (а), и его состояние после эксперимента (б).

Герметичность вакуумной камеры и положение детектора было неизменным в течение всего эксперимента.

Эксперимент проводили в цилиндрической вакуумной капролоновой камере с четырьмя окнами для измерений (рис. 17). Мишень, содержащую  $^{60}\text{Co}$ , разместили в ее центре. Среднюю величину активности до и после эксперимента на двух расстояниях (позиция 1 и 2 — 75 мм и 755 мм, соответственно) от мишени до поверхности неподвижного детектора определили из 4 измерений, при каждом поворачивая камеру на  $90^\circ$ .

При подсчете остаточной активности мишени после воздействия учитывали факторы распыления мишени в объеме камеры, а также изменение поглощения гамма-квантов ее стенками из-за перераспределения активности в объеме.

В среднем, в результате воздействия на мишень интенсивность спектральных линий  $^{60}\text{Co}$  уменьшалась на величину, эквивалентную трансмутации порядка  $10^{18}$  ядер мишени, в то время как линии других радиоактивных элементов не появлялись (табл. 1).

Таблица 1. Снижение гамма-активности  $^{60}\text{Co}$  после эксперимента.

Образец №	Снижение гамма-активности, %	Образец №	Снижение гамма-активности, %	Образец №	Снижение гамма-активности, %
2397	48	2479	2	2588	47
2398	11	2481	23	2600	33
2425	22	2534	30	2769	29
2426	17	2558	23	2770	36

## 7 Об обстоятельствах обнаружения сверхтяжелых элементов

Анализируя накапливающиеся данные исследований элементного и изотопного состава продуктов перерождения вещества мишеней, мы обратили внимание на наличие в них тяжелых элементов, атомная масса которых в 2, 3, 5 и более, раз превышает атомную массу исходных элементов мишеней, а также на то, что средневзвешенная концентрация нейтронов в тяжелых ядрах — продуктах может возрастать на 10–20 % по сравнению с ядрами исходного вещества. Таким образом, факты говорили о том, что у процесса не существует проблемы дефицита нейтронов, необходимых для обеспечения стабильности рождающихся ядер. В дальнейшем эти предположения начали получать и свое теоретическое обоснование [14].

Это давало основания предполагать, что при использовании в мишенях тяжелых элементов, таких как Au, W, Pb в продуктах синтеза могут, соответственно, наблюдаться сверхтяжелые элементы с атомными массами до  $10^3$  и более. При этом та же статистика наблюдаемых продуктов нуклеосинтеза прямо свидетельствовала о том, что максимальную распространенность в составе продуктов синтеза имеют наиболее устойчивые ядра.

Отсюда следовало, что если существование стабильных сверхтяжелых ядер в природе возможно, то они могут и должны в большем или меньшем количестве наблюдаться в продуктах лабораторного нуклеосинтеза, причем в первую очередь — при использовании в мишенях тяжелых элементов.

Первые свидетельства наличия сверхтяжелых элементов были получены при исследовании накопительных экранов с помощью вторичного ионного микрозонда САМЕСА IMS 4f (рис. 18). Большую часть зарегистрированных пиков в диапазоне масс от 210 до 480 (предел динамического диапазона прибора) удавалось интерпретировать не иначе как массы, принадлежащие атомарным ионам СТЭ. Последующие многократные измерения накопительных экранов другими масс-спектрометрическими методами подтвердили наличие масс-пиков сверхтяжелых ионов, которые при расшифровке спектра невозможно было отнести к кластерам или химическим соединениям (рис. 19).

В пользу присутствия на поверхности накопительных экранов сверхтяжелых химических элементов свидетельствуют также результаты, полученные на приборах, позволяющих исследовать непосредственно электронную оболочку атома. Проведенные микрорентгеноспектральные, рентгено-флуоресцентные и оже-спектральные исследования показали присутствие в спектрах отдельных образцов пиков, которые не принадлежат известным химическим элементам и также не

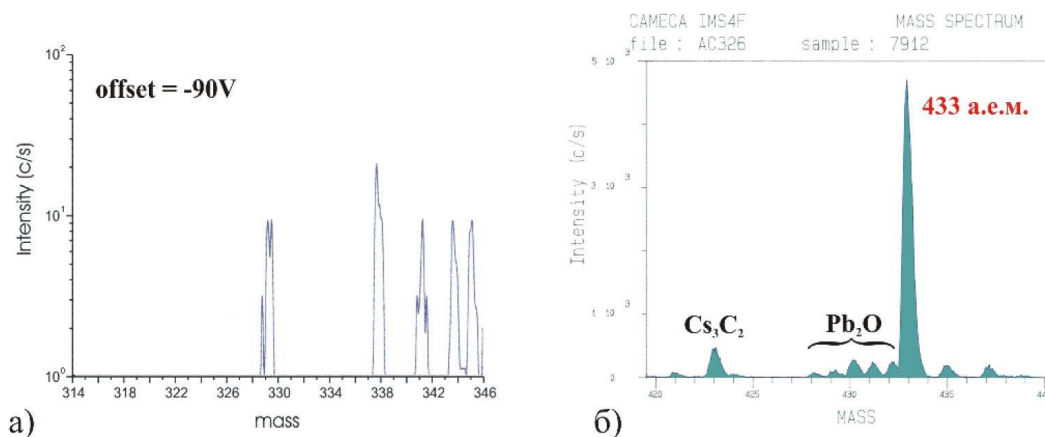


Рис. 18. Неидентифицируемые атомные массы в диапазоне от 326 до 346 а.е.м. (а), и масса 433 а.е.м. (б). Метод исследования — вторичная ионная масс-спектрометрия (IMS-4f, диапазон анализируемых масс — до 500).

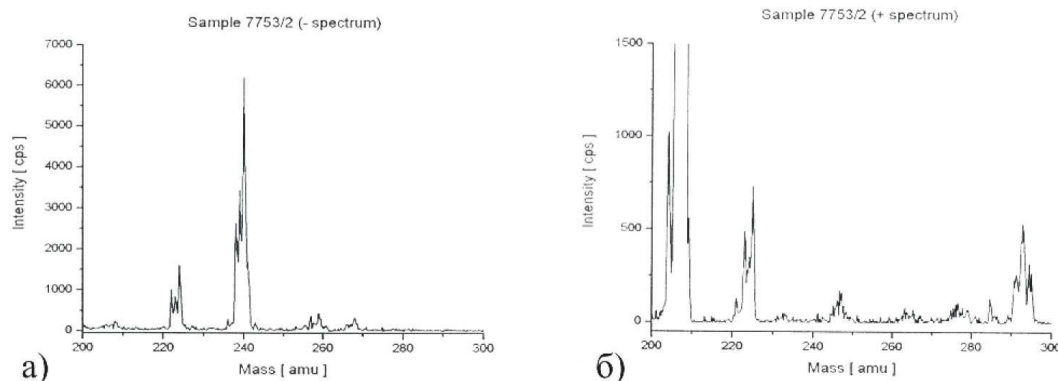


Рис. 19. Вторичная ионная масс-спектрометрия (SIMS, диапазон анализируемых масс — до 300 а.е.м.). Масс-спектр записан в отрицательных (а), и в положительных ионах (б).

являются артефактами анализа (рис. 20, 21). Предполагается, что эти пики принадлежат СТЭ (табл. 2).

Наличие на накопительных экранах СТЭ подтверждается и чисто ядерными методами исследования: обратным резерфордским рассеянием альфа-частиц [15] и ионов азота на ядрах сверхтяжелых элементов, присутствующих в поверхностных слоях накопительных экранов (рис. 22), а также регистрацией альфа-частиц с энергиями до 25 МэВ, как продуктов распада сверхтяжелых ядер при воздействии на них ионами меди или кислорода с энергиями в диапазоне 10–30 кэВ (рис. 23) [16]. Что касается последней из упомянутых методик, то для полученных в рамках этой методики результатов мы на данный момент не видим никаких иных интерпретаций наблюдаемых событий, кроме индуцированного  $\alpha$ -распада сверхтяжелых ядер.

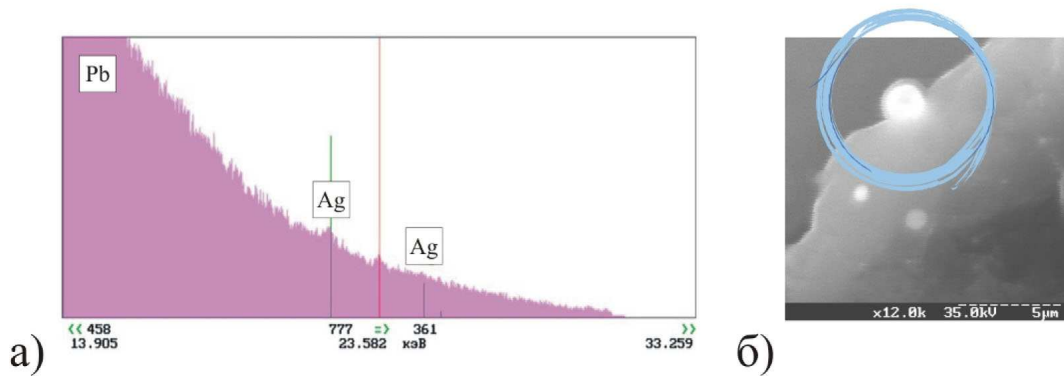


Рис. 20. Неидентифицируемый пик рентгеновского излучения с энергией 23.582 кэВ, предполагаемый заряд ядра по  $L_{\alpha}$  равен 117–118 (а); фотография локализации пика (б).

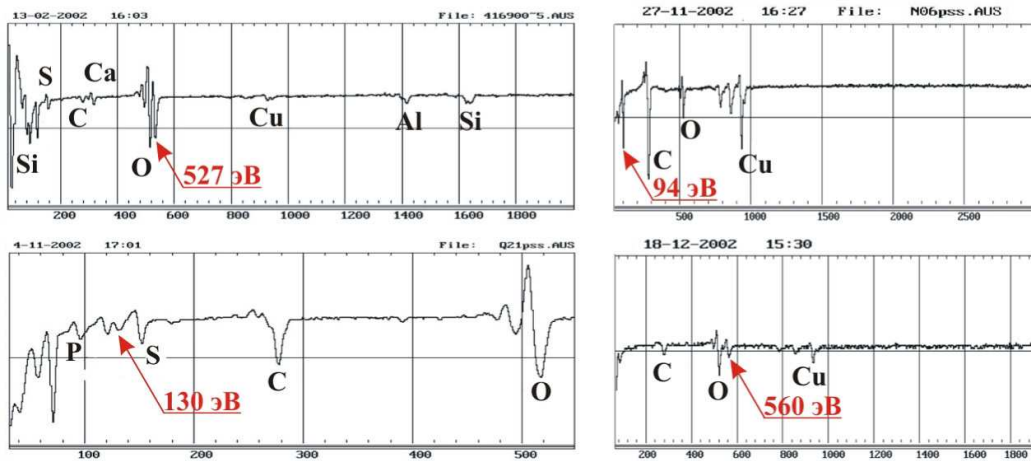


Рис. 21. Неидентифицируемые оже-пики химических элементов с энергиями 527, 94, 130 и 560 эВ.

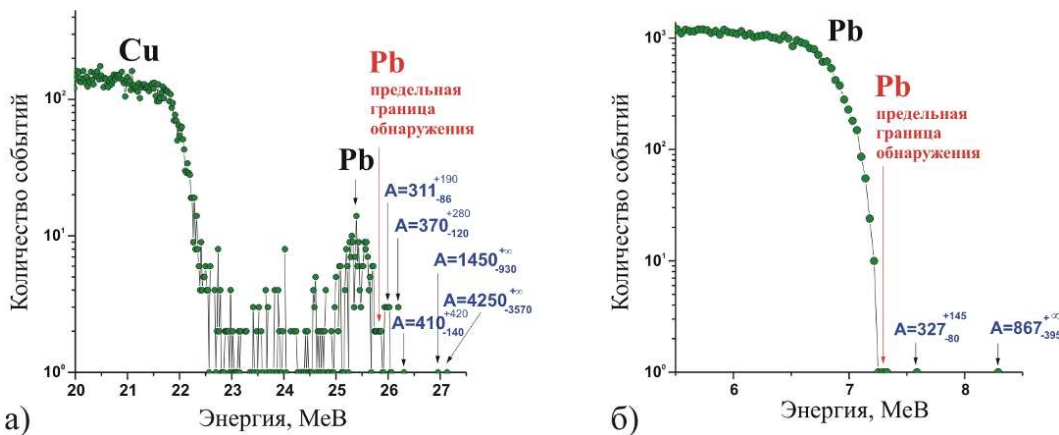


Рис. 22. Обратное Резерфордское рассеяние  $\alpha$ -частиц ускоренных до энергии 27.2 МэВ на угол  $135^{\circ}$  (а), и ионов азота ( $^{14}\text{N}$ ) с начальной энергией 8.7 МэВ на угол  $150^{\circ}$  (б).

Таблица 2. Неидентифицируемые пики характеристического рентгеновского излучения.

Энергия пика, эВ	Метод анализа	Характерное элементное окружение	Ожидаемый порядковый номер		Количество обнаружений	Высота пика <sup>†</sup>
			по $L_{\alpha}$	по $M_{\alpha}$		
20000	МРСА	Pb, Cu, Au, Fe, Ni	109–110	198–202	1	4.6
21300	РФА с рентг. трубкой	Cu, Pb, Ag, Cd, Sn, In	112–113	204–208	3	2.8
22600	МРСА	Pb, Cu, Fe, Ti, Ca, K, Si, Zn	115–117	209–214	1	4.7
23600	МРСА	Al, Cu, Pb, Ag	117–118	213–218	2	4.2
24600	МРСА	Al, Si, Ca, Ti, Fe, Cu, Pb	119–121	218–222	1	3.1
26300	МРСА	Cu, Ag	123–125	224–229	1	3.9
26700	МРСА	Cu, Al	124–125	226–231	1	3.5
28900	МРСА	Ag, Pb, Bi, Sn, Cu	128–129	234–239	5	5.6
36600	РФА с $^{241}\text{Am}$	Ag, Ba, Nd	141–143	260–267	1	3.2
38100	РФА с $^{241}\text{Am}$	Ag, Ba, Nd	144–145	265–272	1	5.1
51950	РФА с $^{241}\text{Am}$	Pb, Cu, Au, Fe, Ni	162–164	306–314	1	5.9

<sup>†</sup>максимальная, в единицах среднеквадратической флуктуации фона

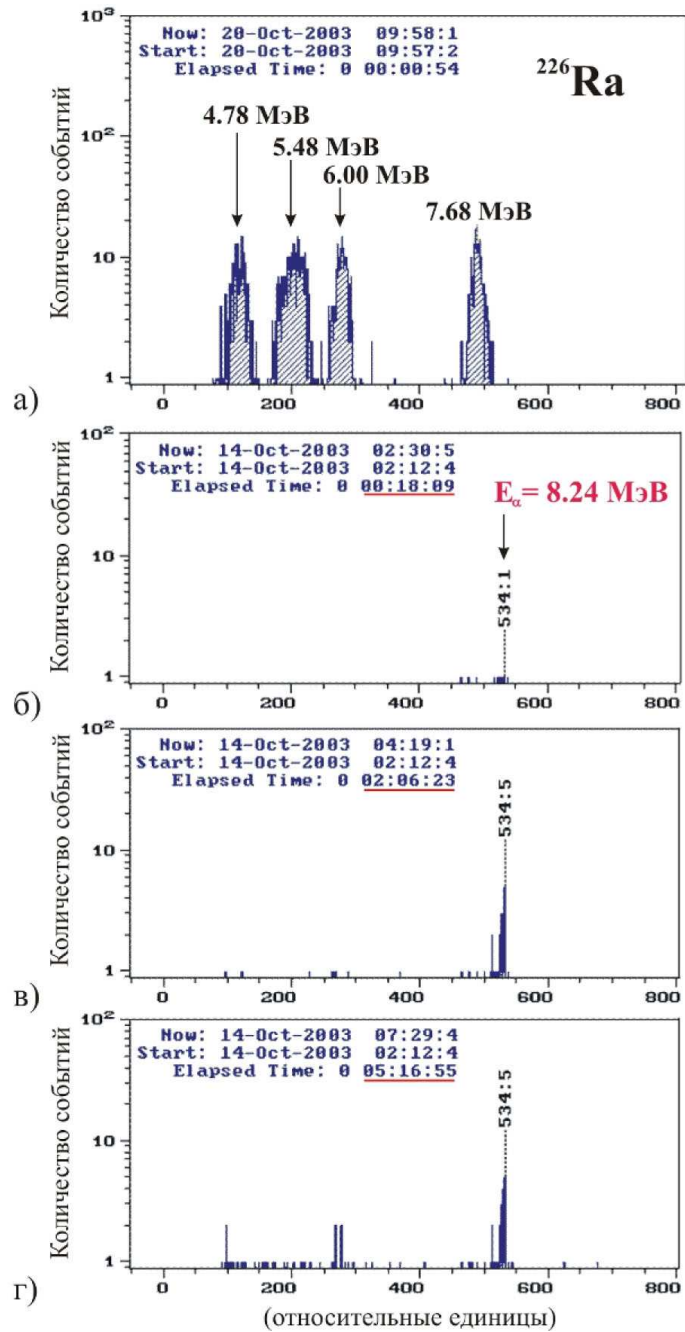


Рис. 23. Энергетический спектр  $\alpha$ -частиц. Калибровочный источник  $^{226}\text{Ra}$  (ОСАИ) (а). Полная динамика накопления дискретных альфа-линий из образца, время накопления — 18 минут (б), 2 часа 6 минут (в), 5 часов 16 минут (г).

## 8 О первых результатах регистрации высокоэнергетических частиц и исследования состава плотной плазмы взрывающейся мишени с использованием травимых трековых детекторов

Плотность регистрируемых на расстоянии порядка 10 см от «горячей точки» *плазменных треков* достигает  $10^8/\text{см}^2$  или выше, при этом достигается абсолютная упаковка треков практически изотропно для слабых микронных треков типа ямок травления. Эти треки образуются, в основном, ионами материала мишени с энергиями близкими к порогу трекообразования 10 кэВ/нуклон. Нижняя оценка общего числа трекообразующих частиц равна  $10^{11} \dots 10^{12}$ . Детальный трековый анализ состава потоков плазменных частиц затруднен отсутствием полного набора калибровочных данных.

Треки ионов со скоростями, соответствующими энергиям *до 500 кэВ/нуклон и выше*, регистрируются не изотропно, в виде струй, причем наиболее быстрыми длиннопробежными оказываются ядра водорода: протоны и/или дейтроны. Именно эти частицы дают контрастные изображения в ионных камерах-обскурах (рис. 24, 25). Зарегистрированы группы этих частиц с энергиями выше 1 МэВ с плотностью треков на детекторах выше абсолютной  $10^8/\text{см}^2$ .

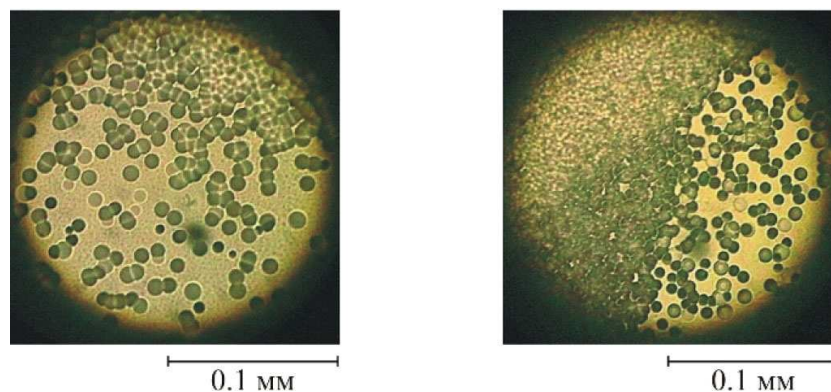


Рис. 24. Картина заполнения трекового детектора в ионной камере-обскуре треками протонов и дейтронов с энергией 1 МэВ, плотность треков выше абсолютной  $10^8/\text{см}^2$ .

Зарегистрированы также *локализованные трековые скопления* на затененных от прямых плазменных потоков детекторах в виде либо хаотических  $\alpha$ -треков с плотностью до  $100/\text{мм}^2$ , либо в виде центрированных трековых семейств. Отмечено появление гигантских трековых кластеров с хорошо выраженным центром разлета и с числом треков  $> 100$ . В состав кластеров входят  $\alpha$ -частицы, ядра лития и, возможно, более тяжелые ядра с энергиями порядка единиц МэВ/нуклон (рис. 26, 27).

Появление как быстрых протон-дейтронных пучков, так и ядерных распадов, зарегистрированных детекторами в виде центрированных кластеров, относится к *аномальным ядернофизическим явлениям*. В совокупности эти явления свидетельствуют о наличии аномальных ядерных процессов, связанных с коллапсом мишени в экспериментах ЛЭИ «Протон-21».



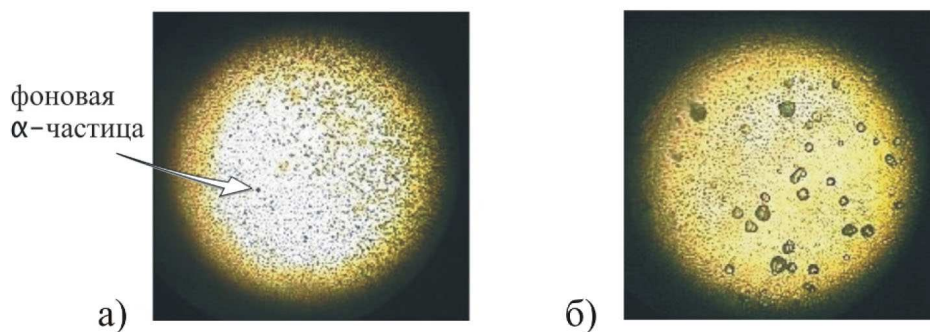


Рис. 25. Картина заполнения трекового детектора на расстоянии 10 см от разряда, содержащая мелкие (плазменные) и выделяющиеся крупные треки струй ионов (а); треки особо крупных плазменных частиц (б).

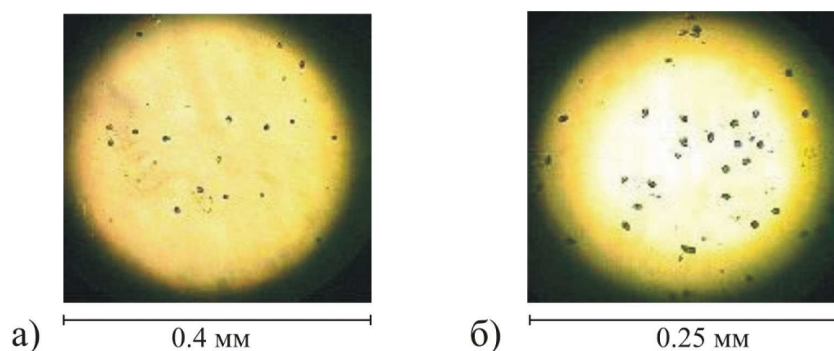


Рис. 26. Картина заполнения детектора треками  $\alpha$ -частиц после экспозиции в трех экспериментах (а); после 30-секундной экспозиции детектора над источником  $Pu^{239}$  с интенсивностью  $10^4$  импульсов/мин (б).

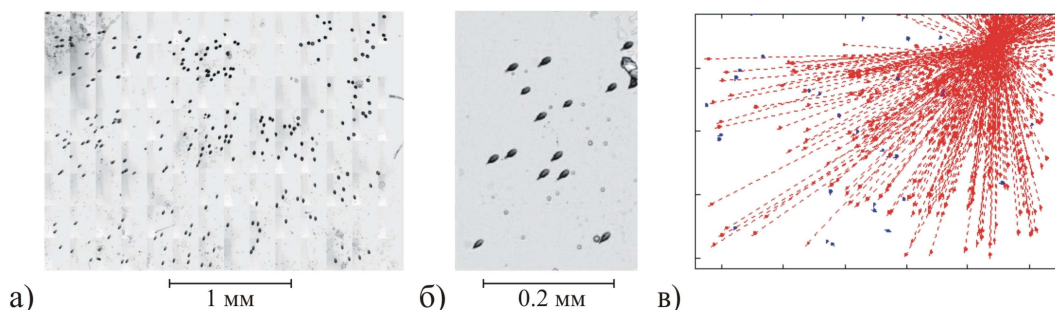


Рис. 27. Картина заполнения детектора треками, содержащая «гигантский» трековый кластер из 276 треков (а); ее отдельный фрагмент (б); диаграмма направлений треков (в).

## 9 Некоторые результаты исследования рентгеновского излучения зоны коллапса

Для оценки размеров, интенсивности и энергетического спектра квазиточечного источника квантов рентгеновского излучения использовались полученные «на просвет» рентгеновские снимки металлической мелкоячеистой решетки толщиной 8 мм, содержащей около 60 тысяч ячеек квадратного сечения (рис. 28, 29), а также GaAs-детекторы с наборами фильтров.

Оценка параметров плазмы в горячей точке:

- температура плазмы  $T_e \approx 38$  кэВ,
- плотность ионов в горячей точке  $n_i \geq 8.7 \cdot 10^{26}$ ,
- плотность электронов в горячей точке  $n_e \geq 2.5 \cdot 10^{28}$ ,
- тепловая скорость электронов  $v_{Te} \approx 10^{10}$  см/с,
- среднее расстояние между ядрами  $r_i \leq 6.5 \times 10^{-10}$  см.

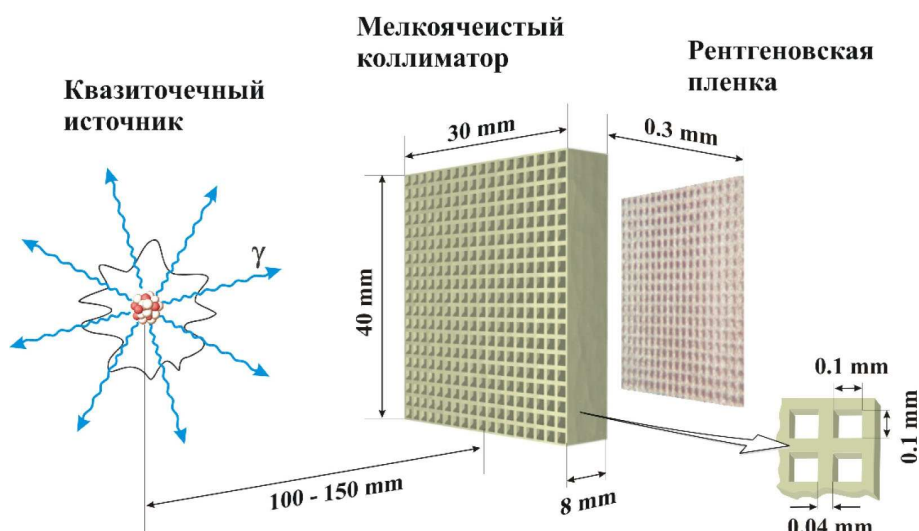


Рис. 28. Схема размещения мелкоячеистого коллиматора.

Параметры рентгеновского излучения зоны коллапса хорошо коррелируют с аналогичными параметрами некоторых астрофизических объектов.

Результаты сравнения распределения спектральной плотности излучения в рентгеновском и гамма-диапазонах взрывающейся мишени и таких астрофизических объектов, как пульсар из Крабовидной туманности, квазар 3С 273 и кратковременные всплески гамма-излучения во Вселенной представлены на рис. 30.

Распределения представлены в логарифмическом масштабе с коэффициентом растяжения вдоль оси ординат, подобранным так, чтобы каждое из них было удобно сравнивать с распределением для квазиточечного источника. Распределение спектральной плотности излучения для зоны коллапса мишени является результатом усреднения примерно по 2.5 тысячам измерений. Коэффициенты корреляции рассматриваемых распределений приведены в табл. 3.

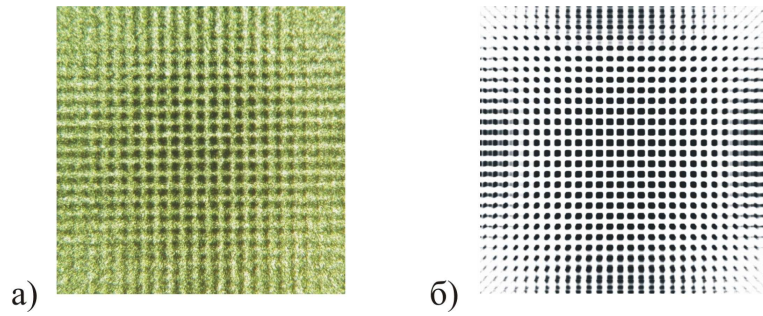


Рис. 29. Рентгеновский снимок «на просвет» металлической мелкоячеистой решетки (а) и результат компьютерного моделирования прохождения квантов рентгеновского излучения сквозь мелкоячеистый коллиматор (б).

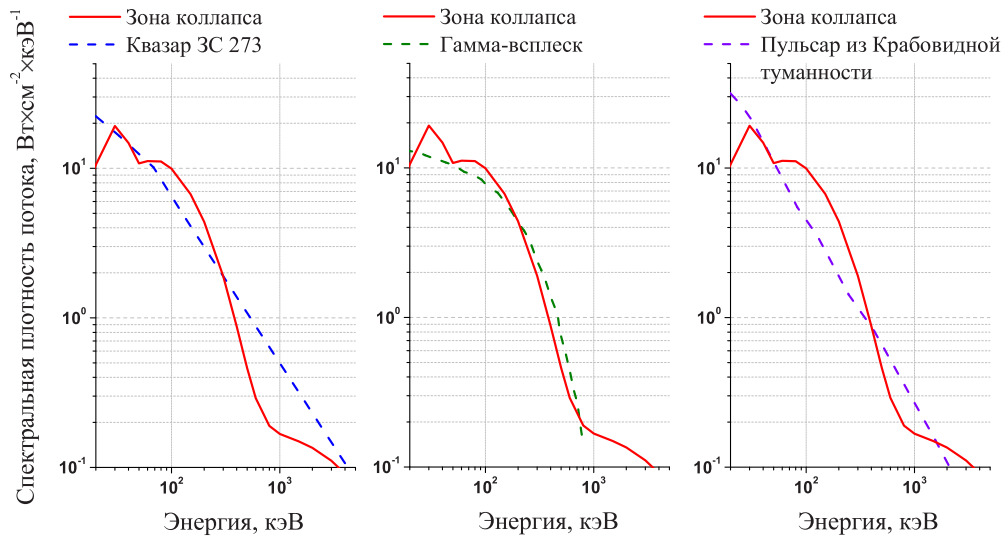


Рис. 30. Распределения спектральной плотности излучения зоны ударного сжатия мишени и некоторых астрофизических объектов. Масштаб — логарифмический.

Таблица 3. Сравнение распределения спектральной плотности излучения зоны ударного сжатия мишени с указанными распределениями астрофизических объектов.

Объект	Энергетический диапазон, кэВ	Коэффициент корреляции
Квazar 3C 273	10 ... 4000	0.94
Пульсар из Крабовидной туманности	10 ... 4000	0.92
Гамма-всплеск	20 ... 800	0.99
Сверхновая SN1987A	10 ... 700	-0.23
Солнце	200 ... 5000	-0.96

## 10 Оценки энергии светоизлучающих компонентов плазменного сгустка

Плазменный сгусток, образующийся в зоне ударного сжатия мишени, является источником интенсивного оптического излучения.

Спектр оптического излучения регистрировался специальными спектральными анализаторами, калиброванными по дейтериевому стандарту (в высокочастотной области) и калибровочной вольфрамовой лампе.

Измерение временного сигнала проводилось с использованием быстродействующего фотоэлектронного умножителя и цифрового осциллографа.

Регистрация параметров осуществлялась на расстоянии около 6 м от горячей точки.

Результаты измерений и оценок параметров оптического излучения плазменного сгустка в типичном эксперименте следующие:

- полный выход световой энергии в диапазоне длин волн 300...700 нм, составляет величину около 14 Дж за импульс;
- время излучения интенсивной световой вспышки, исходя из длительности регистрируемого сигнала, составляет приблизительно 60 нс;
- диаметр плазменного сгустка — 3 см был рассчитан, исходя из времени излучения и средней скорости ионов.

На рис. 31 приведен типичный спектр оптического излучения образующегося плазменного сгустка.

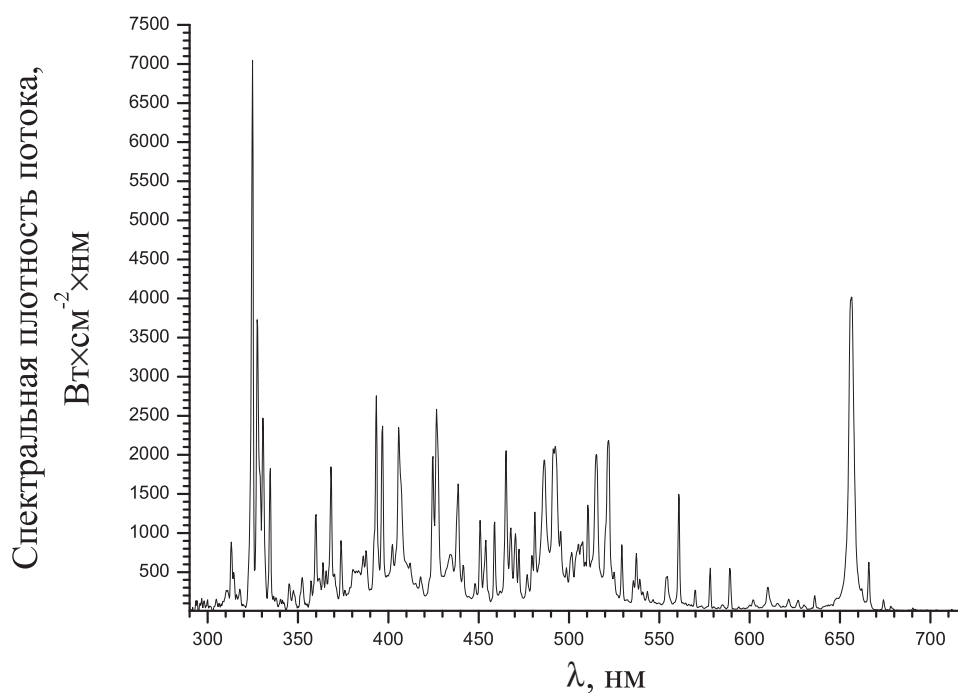


Рис. 31. Типичный спектр оптического излучения плазменного сгустка в зоне ударного сжатия мишени (эксперимент №3981).

Оценка ионной и электронной компонент излучения плазменного сгустка для типичного эксперимента:

- средняя энергия и скорость иона — 9.48 кэВ и  $1.6 \times 10^7$  см·с<sup>-1</sup> — рассчитаны по формулам для доплеровского уширения;
- количество излучающих атомов —  $8.03 \times 10^{17}$  — рассчитано исходя из графиков роста интегрального поглощения спектральных линий («кривых роста»); для отдельных спектральных линий использовалась нормировка интенсивности на эффективную площадь поперечного сечения плазменного сгустка и время излучения;
- энергия ионной составляющей  $\sim 750.89$  Дж, получена на основе анализа гауссовских компонент спектральных линий отдельных ионов различных химических элементов;
- оценка полного количества электронов в объеме плазменного сгустка  $10^{18}$ ;
- энергия электронной составляющей  $\sim 60$  Дж.

Итого кинетическая энергия частиц плазменного сгустка, излучающих в оптическом диапазоне,  $\sim 810$  Дж. Следует напомнить, что полная энергия воздействия драйвера на мишень не превышает 300 Дж.

В спектре плазменного сгустка присутствуют спектральные линии ионов Fe, Ni и других химических элементов, не входящих в исходный состав материала мишени, однако по энергии и количеству излучающих атомов конкурирующих с его основными элементами (Pb, Cu).

Параметры излучения плазмы в эксперименте (так называемый режим имитации), в котором при тех же энергетических параметрах исходного электромагнитного воздействия не создавались условия для запуска кумулятивного процесса самоконцентрации энергии в мишени, значительно отличаются по энергии корпускулярной компоненты и дают полный выход корпускулярной энергии на два порядка меньше:  $\sim 12$  Дж.

## 11 Об основных результатах исследования экзотического продукта ядерного перерождения вещества

Этим экзотическим «продуктом» оказалась половинка толстостенной железной оболочки (полой железной сферы), обстоятельства рождения, электронная фотография и результаты исследования элементного состава которой приведены на рис. 33.

В конце марта 2002 г. в процессе комплексного исследования локальных химических неоднородностей на поверхности медного накопительного экрана образца №4908 (эксперимент №2500 с медной мишенью) с помощью электронно-зондовых методов анализа — микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) (установка РЭММА-102) и Оже-электронной спектроскопии (ОЭС) (установка JAMP-10S) — была обнаружена макрочастица, внедренная в поверхность медного накопительного экрана, изображение которой представлено на рис. 32.

Морфологически данная частица представляет собой сегмент расколовшегося шара, в центральной части которого находится полусферическая полость диаметром приблизительно 36 мкм. Рассматриваемая частица внедрилась в медь на расстоянии нескольких миллиметров от центра зоны взрывного разрушения мишени

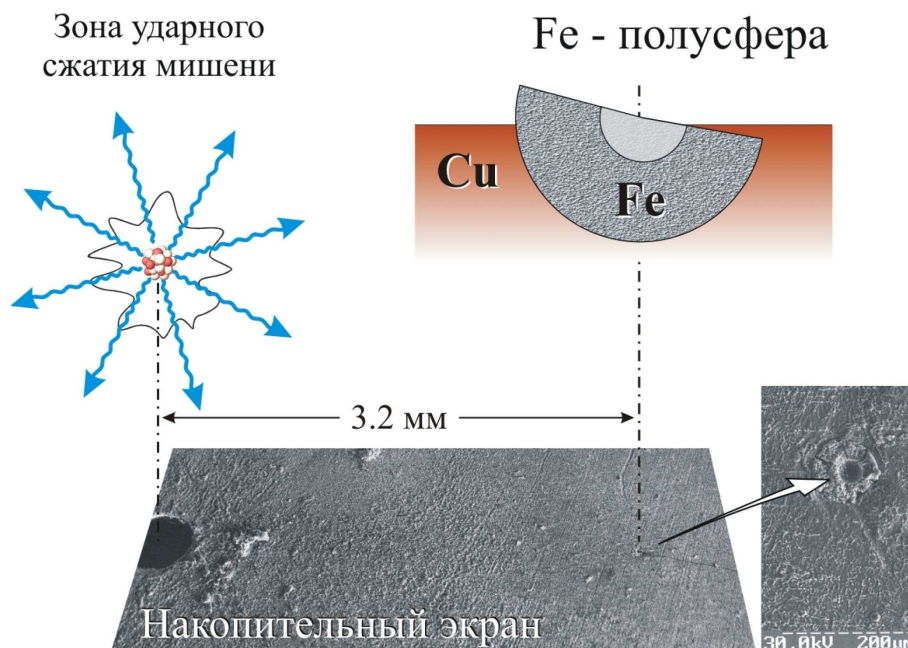


Рис. 32. Схема внедрения железной частицы в медный накопительный экран.

и имеет внешний диаметр  $\sim 92$  мкм. На рисунке видно, что направление внедрения данной частицы совпадает с радиальным направлением разлета материала мишени.

Использование локальных зондовых методов анализа позволило установить, что указанная частица более чем на 93 % состоит из железа. Использование режимов упруго отраженных электронов и поглощенных электронов, формирующих изображение — в том числе — и по особенностям химического состава, показали высокую степень однородности химического состава железной шаровидной частицы. Анализ изотопного состава железа на ее поверхности показал отклонение от природного распределения (рис. 33).

Был проведен расчет общего количества инородных, то есть не входящих в состав мишени и экрана, атомов на поверхности накопительного экрана образца №4908 по специально разработанной методике. Методика предполагала подсчет количества атомов на поверхности медного накопительного экрана в растровом режиме, а также в режиме подсчета атомов примеси в локальных химических неоднородностях, расположенных на поверхности исследуемого образца. Результат расчета показал присутствие  $5.68E+16$  инородных атомов, что на 2 порядка меньше результатов расчета для большинства типичных результативных экспериментов.

Анализ спектра характеристического рентгеновского излучения (ХРИ), полученного в области расположения указанной полусферической частицы железа, установил наличие принципиально не идентифицируемого пика с энергией 30.1 кэВ. Стандартная процедура анализа данного пика, определяющая факт наличия или отсутствия слабого пика на фоне флуктуаций фона, предполагала использование статистического критерия « $3\sigma$ », описанного в ряде книг, в том числе в [17].

Согласно данному критерию, пик ХРИ считается достоверным, если его ам-

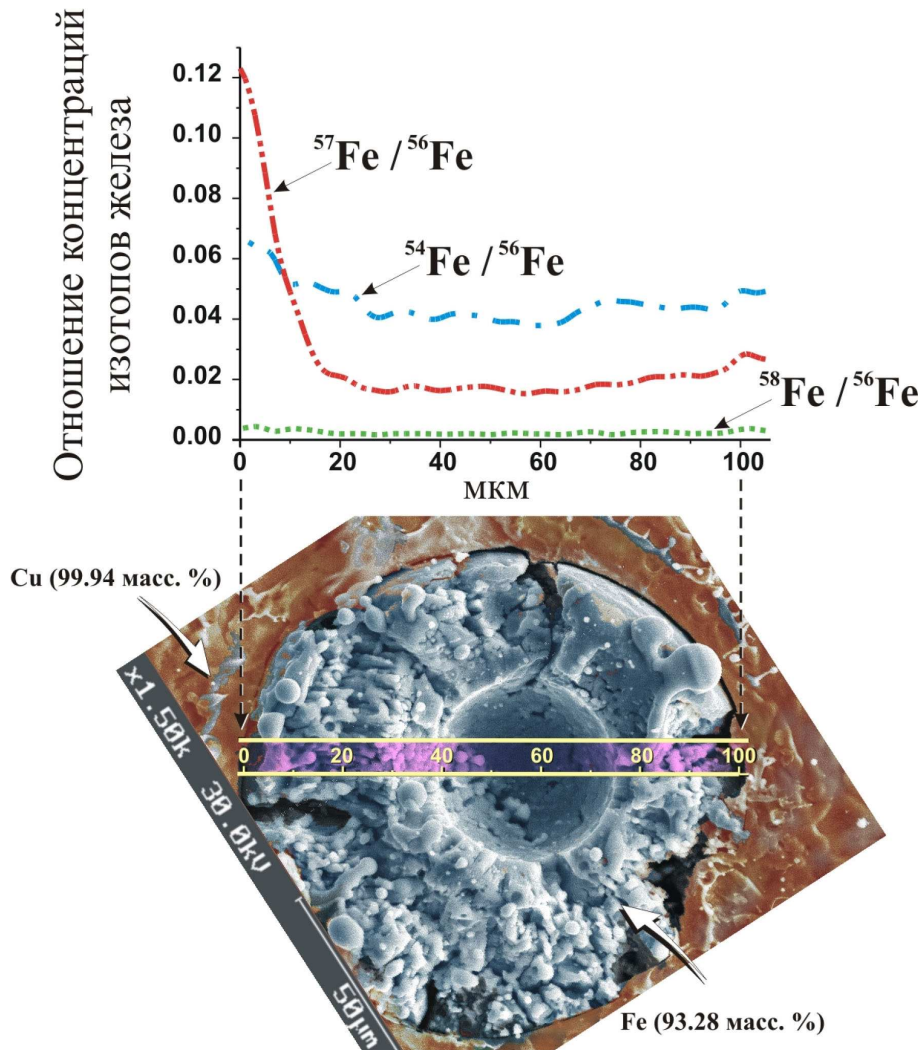


Рис. 33. Аномальный изотопный состав железа на поверхности Fe-полусферы.

плитуда превышает утроенное значение  $\sigma$  среднеквадратичной флуктуации фона.

Оценка пика 30.1кэВ по указанному критерию дала величину  $4.67\sigma$ . Таким образом, есть основания говорить о достоверно зарегистрированной линии ХРИ, которая отсутствует в каталогах. Экстраполяция энергии этого пика по закону Мозли дает для  $L_{\alpha 1}$  линии оценку заряда ядра  $Z = 134$ .

С точки зрения автора, наблюдаемая железная полусфера является прямым материальным свидетельством в поддержку предлагаемой концепции коллапса мишени (в общем случае — произвольного материального объекта), предусматривающей ключевую роль в этом процессе сверхплотной коллапсирующей концентрической волны-оболочки, сканирующей объем мишени и определяющей как мгновенную (текущую) энергетику процесса, так и итоговый энергетический баланс.

## 12 Наиболее вероятный сценарий инициирования и эволюции процесса

Основываясь на приведенных выше данных, а также исходя из представлений концептуальной физической модели, положенной в основу разработанного способа ударного сжатия вещества, и проанализированного в течение 4 лет значительного объема экспериментальных данных, наиболее вероятный сценарий инициирования и эволюции процесса выглядит следующим образом.

В процессе можно условно выделить 5 фаз развития.

**Фаза 1.** В результате коллективного взаимодействия ударного сильнооточного пучка релятивистских электронов с поверхностью твердотельной мишени — анода, исполняющей роль линзы — энергоконцентратора, в приповерхностном слое мишени формируется уединенная волна-оболочка высокоионизованной плазмы экстремальной плотности, частицы которой за счет действия механизма коллективного ускорения приобретают импульс направленного движения к энергетическому фокусу мишени; перенос вещества и энергии осуществляется волной изоэнтропийно и не сопровождается существенным нагревом сканируемого объема мишени. В процессе движения волны ее длина уменьшается, а скорость движения, крутизна переднего фронта (перепад плотности) и амплитуда (максимум плотности) возрастают до величин, при которых на переднем фронте волны-оболочки создаются условия для ядерного перерождения вещества.

**Фаза 2.** Начавшееся ядерное перерождение вещества мишени в объеме волны ведет к образованию дефекта массы и, как следствие, — к увеличению потенциальной и кинетической энергии волны-оболочки, дальнейшему лавинообразному росту скорости перемещения ее переднего фронта и плотности вещества в ней. Возникает детонационное ядерное горение вещества в объеме волны, которое поддерживается совокупностью, во-первых — дефекта масс волны-оболочки, как единой мегаатомной квантовомеханической системы, и, во-вторых — дефекта масс (энергии связи) перерожденных ядер, «испаряемых» ее задним фронтом и образующих «холодное» ядерно перерожденное вещество с твердотельной плотностью — «золу» ядерного горения.

При этом нуклонный состав ядер, испаряемых задним фронтом коллапсирующей волны слой за слоем сканирующей тело мишени, определяется текущей (мгновенной) плотностью вещества-энергии в объеме волны-оболочки, а энергия связи и нуклонный состав рождающихся ядер являются компромиссом между *возможностью*, вытекающей из мгновенной плотности вещества-энергии в волне, и *необходимостью максимизации* её устойчивости, исходя из текущего соотношения массы (инерционности) и свободной энергии виртуальной коллапсирующей оболочки.

Механизм самосохранения и саморазвития волны-оболочки работает таким образом, что состав ядер — продуктов перерождения может изменяться в широких пределах в зависимости от текущих квантово-механических и ядерно-физических параметров и энергетики самой волны-оболочки. Если процесс в волне выходит на границу области активного существования (энергетического самообеспечения волны), на ее заднем фронте испаряются ядра с максимальной удельной энергией связи как на нуклон, так и на нейтрон. К их числу в первую очередь относятся



ядра *стабильных изотопов* Mn, Fe, Ni и некоторых других химических элементов.

2-я фаза процесса завершается при достижении волной-оболочкой параметров (плотности, концентрации нейтронов и др.), при которых испарение ее задним фронтом «энерговыводных» классических ядер становится невозможным из-за превышения порога плотности вещества в волне, и начинается испарение «энергопоглощающих» тяжелых и сверхтяжелых ядер.

Фаза 3. В этой фазе продолжается увеличение плотности и ядерное перерождение вещества в теле волны-оболочки и на ее заднем фронте. Запасенная волной энергия расходуется на образование («испарение») на ее заднем фронте «энергопоглощающих» сверхтяжелых ядер и одновременно с этим — на дальнейшее увеличение плотности вещества в волне вплоть до достижения критического порога плотности, создающего условия для перехода к очередной (второй) фазе детонационного ядерного горения.

Фаза 4. Очередная фаза детонационного ядерного горения. Дальнейшее движение волны-оболочки к фазе коллапса сопровождается накоплением ею потенциальной и кинетической энергии за счет переработки ядер исходного вещества мишени в «энерговыводные» сверхтяжелые ядра. Энергия связи в объеме волны достигает максимума. Передний фронт волны — внутренняя поверхность коллапсирующей оболочки стягиваются в точку, волна схлопывается.

Фаза 5. Завершающая фаза коллапса волны-оболочки, вырождающейся в микроскопический сферический сверхплотный сгусток электронно-ядерной плазмы (мегаатом). Запасенная энергия волны-оболочки расходуется на достижение предельной плотности вещества-энергии в объеме сформировавшегося мегаатома и последующий распад (кластеризацию) «закипевшего» электронно-нуклонного сгустка на легкие, средние и тяжелые ядра.

Конец сценария.

## 13 Выводы

Приведенные выше особенности обнаруженного явления указывают на его кардинальные отличия от других ядерно-физических процессов искусственного происхождения.

Это делает необходимым скорейшую организацию широкого фронта теоретических и экспериментальных исследований, направленных, прежде всего, на выявление особенностей взаимодействия продуктов протекающих ядерных реакций с окружающим веществом, определение спектра и интенсивности потоков рождающихся частиц.

К числу первоочередных следует, также, отнести задачи:

- выделения необходимых количеств и исследование физических и химических свойств неизвестных химических элементов и изотопов, обнаруживаемых в составе продуктов искусственно инициируемого коллапса;
- анализ полного энергетического баланса процесса на всех стадиях его протекания как функции контролируемых начальных условий для максимизации

объемной доли материала мишени, подвергающегося полному ядерному перерождению с целью нейтрализации активности;

- изучение возможностей использования излучений процесса для улучшения потребительских свойств материалов.

---

*В этой публикации использованы иллюстративные материалы сайта  
Лаборатории Электродинамических Исследований «Протон-21»  
<http://proton21.org.ua>*

## Список литературы

- [1] С.В.Адаменко. Про проблему вибору квадратичних функціоналів і задачу оптимального синтезу лінійних систем з голономними зв'язками. *Автоматика*, № 2, 1976, с.54–61.
- [2] С.В.Адаменко. Некоторые задачи и методы синтеза систем управления с обратной связью. *Препринт*, Киев, 1976.
- [3] Адаменко С.В., Долгополов В.В., Кириченко Ю.В., Стратиенко В.А. Фокусировка скомпенсированного неоднородного пучка электронов. *Радиофизика и электроника*, т.3, №1, Харьков, ИРЕ НАНУ, 1998, стр.94–95.
- [4] S.Adamenko, E.Bulyak, V.Stratienko, N.Tolmachev. Effect of auto-focusing of the electron beam in the relativistic vacuum diode. in *Proceedings of the 1999 Particle Accelerator Conference*, New York,1999, p.3271
- [5] S.Adamenko, E.Bulyak, V.Stratienko, N.Tolmachev. Limits of plasma focusing of high current electron beams. in *Proceedings of the 1999 Particle Accelerator Conference*, New York,1999, p.3269
- [6] V.I.Vysotskii, S.V.Adamenko, V.A.Stratienko, N.G.Tolmachev. Creating and using of superdense micro-beams of subrelativistic electrons. *Intern. Symposium on New Vision on Laser-Beam Interaction*, Tokyo, Japan, October 11–15,1999, Program and Abstracts, p.15, report 1214
- [7] V.I.Vysotskii, S.V.Adamenko, V.A.Stratienko, N.G.Tolmachev. Creating and using of superdense micro-beams of subrelativistic electrons. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, V. 455, Issue: 1, November 21, 2000, pp. 123–127
- [8] S.Adamenko, V.Dolgoplov, I.Paschenko, V.Stratienko, N.Tolmachev. Kinetics of transporting of high-current relativistic compensated electron beam. *13th International Conference on High-power Particle Beams*, Nagaoka, Japan, June 25–30, 2000
- [9] S.Adamenko, V.Dolgoplov, V.Stratienko, N.Tolmachev. Focalizing of high current electron beam by ion counter flux. *13th International Conference on High-power Particle Beams*, Nagaoka, Japan, June 25–30, 2000

- [10] С.В.Адаменко, П.А.Березняк, И.М.Михайловский, В.А.Стратиенко, Н.Г.Толмачев, А.С.Адаменко, Т.Н.Мазилова. Инициирование электрического вакуумного разряда ускоренными наночастицами. *Письма в ЖТФ*. 2001. т. 27. в. 16. с. 15–20
- [11] V.I.Vysotskii, S.V.Adamenko, V.A.Stratienko. Optimization of plasma pinch stimulated by focusing action of powerful nanosecond annular laser pulse on a target. *Intern. Pulse Power Conf. (PPPS-2001)*, Laser Produced Plasmas 4.5 Session, Las Vegas, USA, 17–22 June, 2001
- [12] S.V.Adamenko, A.S.Adamenko. Isotopic composition peculiarities in products of nucleosynthesis in extremely dense matter. in *Proceedings of Int. Symp. New Projects and Lines of Research in Nuclear Physics*, 24–26 Oct. Messina, Italy, p. 33–44 (2002)
- [13] S.V.Adamenko. Isotopic and elemental composition analyses of the laboratory nucleosynthesis products. *VIII International Conference Nucleus-Nucleus Collisions*, June 17–21, 2003, Moscow, Russia, p. 237
- [14] S.V.Adamenko, V.I.Vysotskii. Mechanism of synthesis of superheavy nuclei via the process of controlled electron-nuclear collapse. *FoPL*, v. 17, **3**, 2004
- [15] S.V.Adamenko, A.A.Shvedov. Superheavy nuclei research. in *Proceedings of Int. Symp. New Projects and Lines of Research in Nuclear Physics*, 24–26 Oct. Messina, Italy, p. 355–361 (2002)
- [16] С.В.Адаменко, А.С.Адаменко, М.В.Васильченко, А.В.Жабровец, М.Н.Федорович, О.П.Гавриков, А.А.Шведов. Исследование кулоновского возбуждения распадных мод метастабильных состояний сверхтяжелых атомных ядер. *Конференция в Институте Ядерных Исследований*, Январь, 2004
- [17] J.I.Goldstein, et al. *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*, Plenum Press, New York and London, 1981