

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Акопяна Ашота Сааковича “Получение и исследование режимов с энергией до 75-МэВ и низкоинтенсивных режимов линейного ускорителя электронов ННЛА”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.20 – «Физика пучков и ускорительная техника».

Диссертация посвящена проблемам, связанным с разработкой, проектированием и практическим осуществлением комплекса работ по усовершенствованию действующего в ННЛА (ЕрФИ) линейного ускорителя, служившего в свое время источником пучка (инжектором) для циклического ускорителя АРУС, а ныне действующего в автономном режиме в качестве линейного ускорителя электронов.

Основным достижением коллектива, возглавляемого автором, является действующий в широком диапазоне энергий (10-75 МэВ) электронов линейный ускоритель. Судя по публикациям, автору диссертации принадлежит решающий вклад в разработку модернизированной и усовершенствованной версии ускорителя ЛУЭ-75.

Работы по повышению пороговой энергии с 50-ти до 75 МэВ сопровождались нововведениями, приведшими по многим параметрам к улучшению и к оптимизации режимов работы ускорителя. Здесь следует особо отметить работы по обновлению (восстановлению) третьей ускоряющей секции., доводящей энергию электронов к проектируемой энергии порядка 75 МэВ. Следует отметить также кропотливую работу автора по комплексным исследованиям термических режимов и принимаемые им меры по предотвращению перегревов магнитов и других узлов ускорителя, по использованию эффекта обратной связи и по минимизации воздействия темновых токов, что особенно важно при работе в режиме сверхслабых токов, которому автор диссертации уделяет особое внимание. Автор умело применяет результаты исследований к практической работе по сборке отдельных узлов ускорителя и отладке системы в целом.

Диссертация состоит из Введения, четырех Глав, Заключения, перечня рисунков и списка цитируемой литературы.

Во Введении автор перечисляет основные положения, выдвигаемые на защиту, указывает на актуальность результатов. В нем обосновывается определяющее значение личного вклада автора, уделяется должное внимание научной новизне и практической значимости проделанной работы.

Первая Глава носит описательный характер: помимо истории создания и развития ускорительной техники в целом в ней излагаются основные принципы работы ускорителя ЛУЭ-75 и схематически описываются основные его составные элементы в их взаимодействии, обеспечивающие устойчивое функционирование системы. В той же главе автор указывает на необходимость дальнейшей модернизации ускорителя, автоматизации процессов перехода к различным режимам и создания банка данных для энергетических спектров пучков различной интенсивности и длительности.

Во Второй Главе диссертации описываются мероприятия по восстановлению третьей ускорительной станции. Фактически секцию пришлось восстанавливать заново. Здесь коллектив, возглавляемый автором, столкнулся, наряду с финансовыми ограничениями, с целым комплексом взаимосвязанных проблем, подлежащих разрешению. В их числе проблемы, связанные с перегревом магнитов, температурные колебания стенок резонаторов, стабильность частоты клистронных генераторов, влияние частотных, фазовых и температурных изменений на стабильность энергии электронного пучка на выходе ускоряющей секции. К чести автора, следует отметить, что для большинства многочисленных проблем найдены оптимальные решения. Особо следует отметить расчет и экспериментальные

работы по разработке оптимальной корректирующей цепи для модулятора электронной пушки. Можно перечислить и другие работы: оптимизация магнитной оптики, исследования зависимости разброса энергии пучка на выходе основной ускоряющей секции от входной СВЧ-мощности и пучкового тока и т. п. В результате работ по оптимизации была достигнута высокая временная и энергетическая стабильность пучка и созданы условия для проведения прецизионных экспериментов на основе пучков низкой интенсивности.

Третья Глава диссертации посвящена описанию работ по достижению первичных токов предельно низкой интенсивности. Создание пучков со средней интенсивностью порядка $10 - 20 \text{ e}^- / \text{с}$, наряду с вводом в эксплуатацию 75 МэВ -ого ускорителя в целом, является наиболее значимым достижением автора диссертации и возглавляемого им коллектива. В Главе содержится подробное описание возникших перед автором проблем, обсуждаются методы их преодоления и излагаются реализованные варианты. Разработаны и реализованы оптимальные условия функционирования отдельных узлов и системы в целом в специфическом режиме генерации сверхслабых токов. Реализация этого режима повышает требования к тепловой стабильности, к созданию и поддержанию высокого вакуума во всей системе. Возникает необходимость сведения к минимуму внешних электромагнитных и радиационных помех. Со всеми этими задачами, судя по приведенным в диссертации описаниям и результатам измерений, автору удалось справиться. Особенно впечатляет утверждение автора о полной ликвидации, при определенных условиях, помех, создаваемых темновыми токами, на результаты измерений. Эффективность разработанной автором методологии подтверждается экспериментальными работами по тестированию детекторов и кристаллов, успешно осуществленных в режиме сверхслабых токов на ЛУЭ-75 при участии зарубежных специалистов.

Материалы Четвертой главы направлены на разработку перспективных планов будущей модернизации большинства узлов ускорителя. Предусматривается внедрение автоматизированного компьютерного управления с использованием современных компьютерных программ, совершенствование системы терморегуляции, внедрение современной вакуумной системы и т.п. Попутно рассматриваются также вопросы, связанные с совершенствованием системы безопасности. В целом, материалы настоящей главы свидетельствуют о владении автором ситуацией: он глубоко разбирается в тонкостях функционирования каждого из узлов и системы в целом, трезво оценивает их достоинства и недостатки и предлагает научно обоснованные перспективные планы будущего развития ускорителя.

Диссертация является результатом многолетнего кропотливого труда, включающего экспериментальные, инженерные и теоретические исследования и конструкторские разработки. Здесь имеет место сравнительно редкий случай, когда результатом является действующее уникальное устройство, а именно - обновленный и работающий на качественно более высоком уровне линейный ускоритель ЛУЭ-75.

Отметим некоторые недостатки:

1. В диссертации не упоминается об аналогичных результатах по получению и использованию сверхслабых токов, имеющихся у других авторов и полученных на других ускорителях. Следовало бы произвести сравнение. Если же эти результаты уникальны, то об этом следовало бы упомянуть особо.
2. Не произведен анализ деструктивного влияния на формирование сверхслабых токов молекул остаточного газа. Формула Векслера, приведенная в Третьей главе диссертации, не содержит

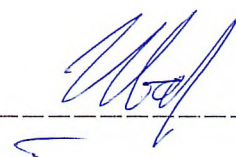
величины давления внутри пучкопровода. Как удается проводить сверхслабые пучки сквозь пучкопровод в отсутствие сверхвысокого вакуума?

3. В Первой Главе диссертации приводится список различных ускорительных центров, обладающих линейными ускорителями, однако не указывается место ЛУЭ-75 в иерархии ускорителей, действующих в близком энергетическом диапазоне. Чем уникален ЛУЭ-75?

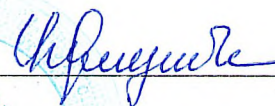
Приведенные замечания носят рекомендательный характер и не сказываются на общей оценке диссертации как добротного труда, полностью удовлетворяющего всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертант Акопян Ашот Саакович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.20 – «Физика пучков и ускорительная техника»

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации, а материалы диссертации в достаточной мере содержатся в публикациях.

Официальный оппонент,
Главный научный сотрудник ИСИ КЕНДЛ,
доктор физико-математических наук
Иванян Михаил Иванович



Подпись Иваняна М.И. заверяю
Ученый секретарь ИСИ КЕНДЛ,
Кандидат физико-математических наук
Аматуни Гаяне Андреевна



01.06.2023