

## Успешный сеанс Сильноточного линейного ускорителя протонов ИЯИ РАН

Регулярная работа ускорителя на потребителей началась в 1993 году и с тех пор по январь 2013 года включительно проведено 105 сеансов общей продолжительностью около 39 тысяч часов. Максимальная достигнутая интенсивность пучка протонов составила 150 мкА при импульсном токе до 15 мА, длительности импульса до 200 мкс и частоте следования импульсов 50 Гц. В последние годы в силу, главным образом, экономических причин, а также ограниченных возможностей предприятия — изготовителя клистронов, ускоритель работает до энергии 210 МэВ (проектная энергия 600 МэВ, достигнутая — 500 МэВ). Потребителями пучка являются Комплекс нейтронных источников и спектрометров и Комплекс протонной терапии, расположенные в здании Экспериментального зала, а также Радиоизотопный комплекс на участке промежуточного вывода пучка с энергией 100÷160 МэВ и интенсивностью примерно 110 мкА.

Основной проблемой при работе с сильноточным пучком является необходимость снижения потерь пучка до уровня менее десятой доли процента с целью обеспечения радиационной чистоты ускорителя. Указанная проблема, наряду с проблемой надежности работы ВЧ систем в режимах больших средних мощностей, является фактором, ограничивающим эффективность работы ускорителя как с точки зрения обеспечения пучком потребителей, так и с экономической точки зрения.

Проведенный в январе 2013 года сеанс явился важным этапом в решении проблемы повышения эффективности. В одной из 12-часовых смен работы ускорителя на комплекс по производству радиоизотопов с энергией 143 МэВ интегральная наработка составила 1319 мкА·час, то есть была обеспечена **практически стопроцентная эффективность работы.**

Также в проведенном сеансе **впервые** был опробован режим ускорения с частотой следования импульсов **100 Гц**. Длительность испытаний составила 27 часов. Помимо очевидных проблем увеличения средних мощностей была практически решена проблема бипериодичности импульсов, приводящая к модуляции через импульс параметров пучка и, как следствие, к его повышенным потерям. На рис. 1 показаны импульсы фазового положения пучка, которое является обобщенным критерием стабильности продольного движения. Работы проводились с уменьшенной длительностью импульсов тока пучка. Проблема обеспечения длительности 200 мкс (проектная длительность импульса — 100 мкс) находится в стадии решения. Рис. 2 демонстрирует совпадающие импульсы тока пучка, измеряемые на участке с энергией 100 МэВ и перед мишенью Радиоизотопного

комплекса, а также распределение потерь пучка вдоль ускорителя, которые были уменьшены до уровня чувствительности системы измерения. Полученный результат позволит увеличить, вплоть до удвоения, интенсивность ускоряемого пучка, а также решить задачу одновременного обеспечения пучком Радиоизотопного комплекса и Экспериментального зала с использованием системы импульсного отклонения пучка, работающей на участке промежуточного вывода.

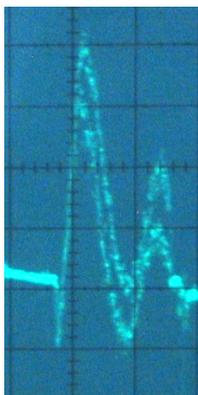


Рис. 1: Модуляция фазового положения пучка внутри импульса и его бипериодичность. Различие двух серий импульсов не превышает четвертой части от величины внутриимпульсной модуляции.

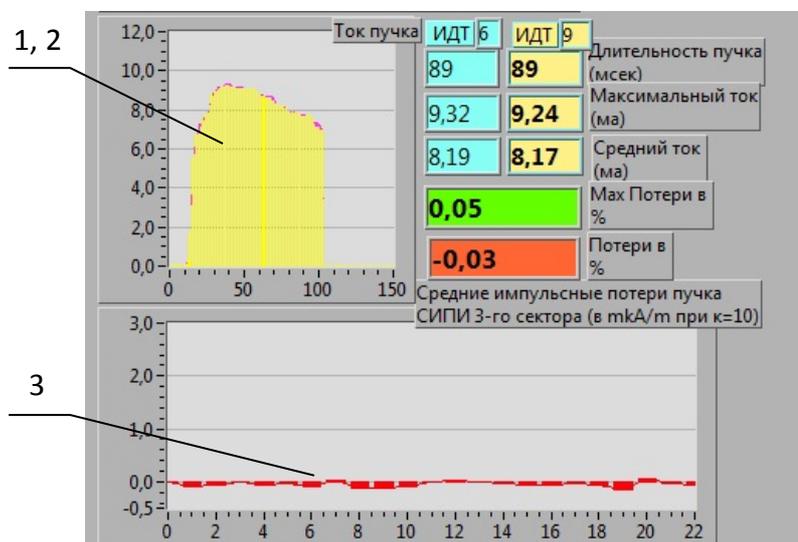


Рис. 2: Фрагмент информации системы контроля ускорителя. Сигналы 1 и 2 – импульсы тока пучка на участке 100 МэВ и перед мишенью Радиоизотопного комплекса; сигнал 3 – распределение потерь пучка вдоль ускорителя.