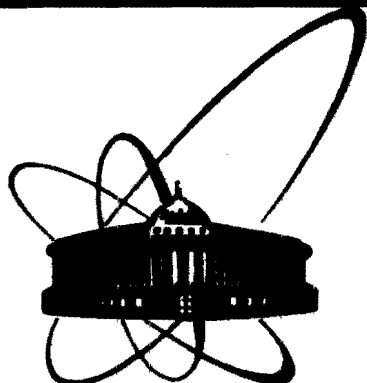


87-281



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

A 131

9-87-281

В.М.Абазов, С.А.Густов, В.П.Зорин, С.А.Кутузов,
И.В.Мирохин, Г.В.Мицын, А.Г.Молоканов,
О.В.Савченко

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ФИЗИКО-ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МЕДИЦИНСКОГО ПРОТОННОГО ПУЧКА
СО СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИЕЙ 100 МэВ
С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ФОРМОЙ
КРИВОЙ БРЭГГА**

1987

В процедурной кабине №1 клиничко-физического комплекса ЛЯП ОИЯИ для облучения поверхностных и подповерхностных мишеней размерами 1:2 см предполагается использовать пучки протонов со средней энергией 100 МэВ и модифицированной формой кривой Брэгга.

Модификация глубинного дозного распределения протонного пучка осуществляется с помощью магнитного анализа пучка протонов, замедленных до средней энергии 100 МэВ, и профилированной коллиматорной системы, настраиваемой на пропускание такого спектра протонов, который обеспечивает получение глубинного дозного распределения с плоской вершиной и крутым спадом дозы за ней /так называемая модифицированная кривая Брэгга/^{1,2/}.

Транспортировка пучка в процедурное помещение и преобразование его энергетического распределения осуществлялась с помощью ионно-оптического тракта и автоматической коллиматорной системы /АКС/, подробно описанных в работах^{3,4/}. Для формирования поперечного распределения пучка в кабине использовались два коллиматора. На выходе вакуумного канала располагался коллиматор размерами 5 см x 5 см, непосредственно перед фантомом - коллиматор диаметром 2 см.

Для измерения пространственных дозных распределений использовался изодозограф с миниатюрным полупроводниковым детектором, работающий на связи с ЭВМ. Абсолютные измерения дозы проводились дозиметром VA-J-18.

На рис. 1а приведены кривые Брэгга протонного пучка при полностью открытых пластинах АКС и различных размерах коллиматора K_T , расположенного сразу за углеродным замедлителем 2 см x x 6 см /1/ и диаметром 8 см /2/. В результате сравнения видно, что по форме они практически не отличаются друг от друга, но по мощности дозы различие в 2,5 раза. Изодозное распределение, измеренное с коллиматором диаметром 8 см, приводится на рис. 2. Мощность дозы в максимуме этого распределения составляет 120 рад/мин на 1 мка выведенного из фазотрона пучка / $6,3 \cdot 10^{12}$ прот./с/. Спад дозы за пиком Брэгга от 90% максимального значения до 10% происходит на толщине 1,5 г/см².

На рис. 3 приводится набор кривых Брэгга для составляющих протонного пучка, проходящих между различными парами пластин АКС. Путем подбора величин апертур каждого из целевых коллиматоров АКС было сформировано дозное распределение с модифи-

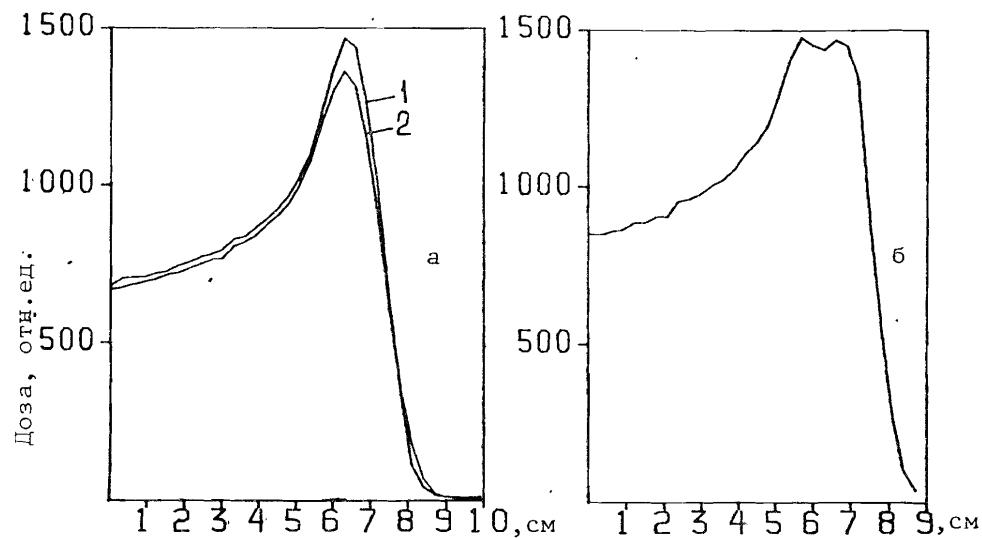


Рис. 1. Кривые Брэгга протонного пучка - а/ немодифицированные: 1 - коллиматор 2 см·6 см, 2 - коллиматор диаметром 8 см; б/ модифицированная.

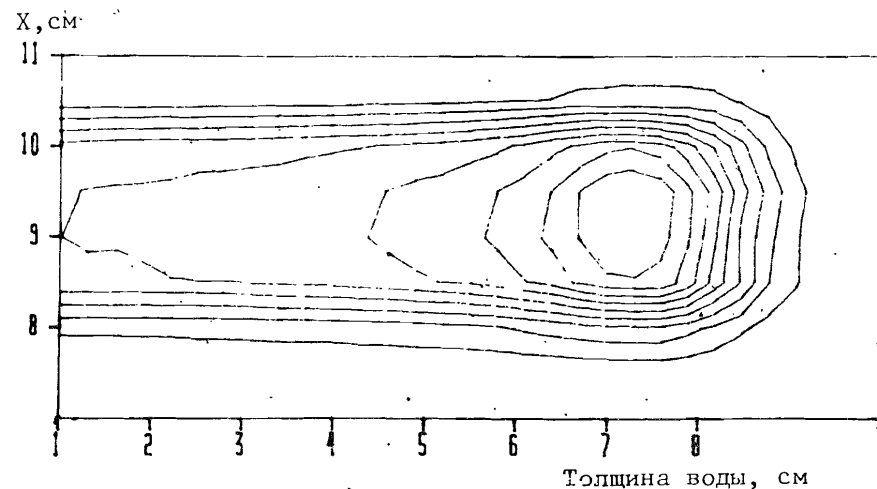


Рис. 2. Изодозное распределение немодифицированного протонного пучка.

цированной формой кривой Брэгга /рис.1б/. Протяженность плоской вершины на уровне 95% от максимальной дозы $1,7 \text{ г/см}^2$. Спад дозы от 90 до 10% происходит на толщине $1,2 \text{ г/см}^2$. Мощность

Рис. 3. Семейство кривых Брэгга протонных пучков, пропускаемых между различными парами пластин АКС: №1/ открыты пары пластин №10 и №11; 2/ №8 и №9; 3/ №6 и №7; 4/ №4 и №5; 5/ №1, №2 и №3.

дозы на плоской вершине дозного распределения составила 30 рад/мин на 1 мка выведенного из ускорителя первичного пучка. Изодозное распределение такого пучка приводится на рис. 4.

Таким образом, в соответствии с клиническими требованиями, в процедурной кабине №1 сформирован протонный пучок со средней энергией 100 МэВ диаметром 2 см. Мощность дозы в пике Брэгга составляет 120 рад/мин на 1 мка выведенного из фазотрона пучка.

Для модифицированной кривой Брэгга получено дозное распределение с протяженностью плоской вершины $1,7 \text{ г/см}^2$ и крутым спадом дозы за ней. Мощность дозы в максимуме модифицированного распределения составляет 30 рад/мин на 1 мка первичного пучка.

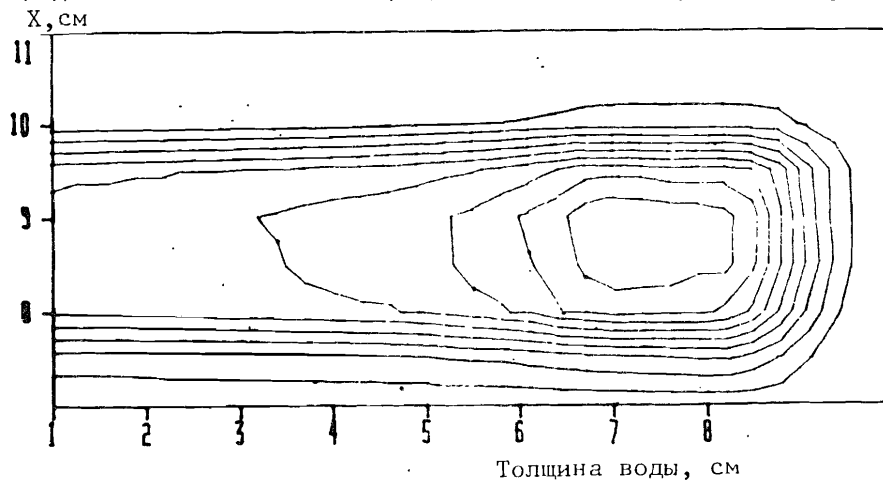
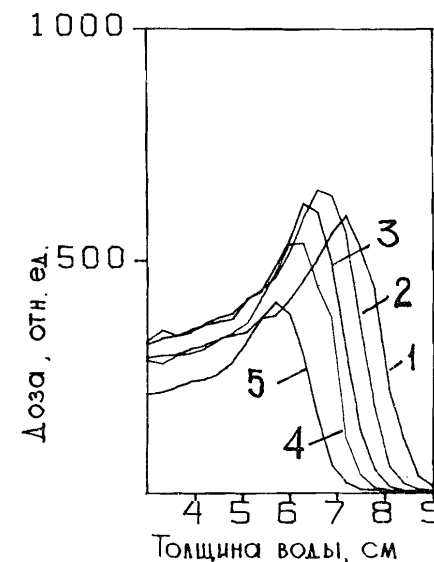


Рис. 4. Изодозное распределение модифицированного протонного пучка.



ЛИТЕРАТУРА

1. Молоканов А.Г., Савченко О.В. А.с. 658517 /СССР/. - Опубликовано в ОИПQTЗ, 1979, № 15, с.174.
2. Зорин В.П., Молоканов А.Г., Савченко О.В. ОИЯИ, P16-11080, Дубна, 1977.
3. Кузьмин Е.С. и др. ОИЯИ, P9-84-445, Дубна, 1984.
4. Абазов В.М. и др. ОИЯИ, P9-86-648, Дубна, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 апреля 1987 года.

Абазов В.М. и др.

9-87-281

Получение и исследование физико-дозиметрических характеристик медицинского протонного пучка со средней энергией 100 МэВ с модифицированной формой кривой Брэгга

Представлены физико-дозиметрические характеристики медицинского протонного пучка со средней энергией 100 МэВ, сформированного на реконструированном фазотроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Для получения глубинного дозного распределения с плоской вершиной и крутым спадом применяется метод формирования пучка с необходимым спектром из моноэнергетического пучка. Получено глубинное дозное распределение с протяженностью плоской вершины $1,7 \text{ г/см}^2$ с мощностью дозы, достаточной для проведения на нем медико-биологических исследований.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Abazov V.M. et al.

9-87-281

Forming and Study of Physical-Dosimetric Parameters of 100 MeV Mean Energy Medical Proton Beam with a Modified Bragg Curve

The physical-dosimetric parameters of 100 MeV mean energy medical proton beam of the designed JINR phasotron are presented. To provide the flat-topped depth-dose distributions with a steep back slope the method for extracting the beam with a necessary energy spectrum from a monoenergetic beam is used. Extension of the flat-top of the depth-dose distribution is $1,7 \text{ g/cm}^2$. Dose rate is sufficient for carrying out medical and biological investigations.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1987.