

Рис. 26 Спектр протонов, полученный в измерениях на ИСЗ "Протон-3" прибором СЭЗ-14 с детектором направления. (см⁻²сек⁻¹стер⁻¹)

имеют разброс $\sim 30 \pm 40\%$, что позволяет предположить существование методических эффектов, завышающих экспериментально полученные значения потоков.

В области энергий $6 \cdot 10^{10} - 2 \cdot 10^{12}$ эв результаты измерений на ИСЗ "Протон-3" хорошо согласуются с данными выполненных после проведения экспериментов на ИСЗ "Протон" работ [48, 52, 53], в которых для определения энергии частиц применялись магнитные спектрометры [48] и ионизационные калориметры [52, 53], поднятые к границе атмосферы с помощью высотных аэростатов.

Согласие с данными работы [32] можно считать удовлетворительным, учитывая, что авторы этой работы считают разумной оценку неопределенности привязки полученных данных к энергии $\sim 50\%$.

2. Сравнение результатов измерений спектра протонов прибором СЭЗ-14 с детектором направления с данными, полученными в измерениях без детектора направления.

В результате проведенных на ИСЗ "Протон-1, 2 и 3" измерений спектра протонов первичных космических лучей прибором СЭЗ-14 без детектора направления [51] был получен спектр, обладающий очень важной особенностью: при энергии $\sim 2 \cdot 10^{12}$ эв, показатель интегрального спектра увеличивается от $\sim 1,6$ до $\sim 2,3$. Эта особенность имеет большое значение для теории происхождения и распространения космических лучей и для интерпретации результатов измерений потоков космических лучей в атмосфере. Кроме того, знание потоков протонов высоких энергий необходимо при планировании экспериментов, направленных на исследование характеристик сильных взаимодействий при энергиях, недоступных в настоящее время ускорителям.

Обсуждая результаты измерения спектра протонов прибором СЭЗ-14 без детектора направления, авторы работы [51] указывают на существование ряда методических эффектов, вызывающих укрупнение измеренного спектра. Однако, оценки возможных величин этих методических эффектов, проведенные авторами в работе [50], приводят их к выводу, что ни один из проанализированных эффектов не может быть ответственен за наблюдаемое укрупнение измеренного спектра протонов.

Дополнение прибора СЭЗ-14 детектором направления привело к резкому улучшению одной из важных характеристик прибора — его направленности. Направленность прибора с детектором направления, как уже указывалось, обеспечивается одновременным наложением двух требований: 1) сигналы в обоих слоях ПС должны соответствовать $Z=1$ и 2) амплитуда сигнала в черенковском счетчике детектора направления должна превышать $0,3 \pm 0,4 \sqrt{\text{вер}}$. При измерениях без ДН второе требование отсутствует, и поэтому становится более вероятным образование событий протонной программы измерений при попадании в калориметр частиц, не прошедших предварительно через пропорциональный счетчик. Такая частица дает в калориметре энерговыделение, превышающее порог E_c , а необходимые для формирования событий протонной программы измерений сигналы $Z_1, \sqrt{1}$ (или $\sqrt{2}$) и "С" могут быть вызваны попаданием в соответствующие детекторы частиц из электронно-ядерного ливня. Если относительный вклад таких имитаций в темп счета событий протонной программы велик, а вероятность их образования является функцией энергии, то форма измеренного прибором СЭЗ-14 без детектора направления спектра протонов может быть существенно искажена.

Сравнение результатов измерений спектра протонов прибором СЭЗ-14 с детектором направления и без него позволяет оценить

влияние имитаций на форму спектра протонов, полученного в измерениях без детектора направления. На рис.28 показаны заимствованные из работы [51] результаты измерения спектра протонов прибором СЭЗ-14 без детектора направления на ИСЗ "Протон-2 и 3" и полученные нами результаты измерений с детектором направления на ИСЗ "Протон-3". Сплошной прямой на рис.28 показана полученная нами аппроксимация результатов измерений с детектором направления, штриховой линией - предложенная авторами работы [51]

аппроксимация полученного в измерениях без детектора направления спектра вида
$$F_p(>E) = A \left(\frac{100}{E}\right)^{1,62} \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{E}{7500}\right)^2\right]^{0,35}}$$

в которой энергия выражена в Гэв. Видно, что в области энергий $6 \cdot 10^{10} \div 2 \cdot 10^{12}$ эв результаты хорошо совпадают. Это означает, что влияние имитаций на форму измеренного без детектора направления спектра протонов в этой области энергий несущественно.

В области энергий $> 2 \cdot 10^{12}$ эв статистическая обеспеченность результатов измерений с детектором направления кажется нам недостаточной для установления согласия или противоречия этих результатов данным, полученным в измерениях без детектора направления. Отклонение почти на три среднеквадратичных ошибки полученного в измерениях с детектором направления интегрального потока при энергии $> 6,9 \cdot 10^{12}$ эв от предложенной авторами

[51] аппроксимации спектра нельзя считать достаточным основанием для утверждения отсутствия укручения спектра протонов, если учитывать, что индивидуальные значения энергетических порогов, как уже указывалось, могут отклоняться от расчетных на $\sim 15\%$ и что предложенная авторами [51] аппроксимация получена без оптимизации параметров аппроксимирующей функции и не содержит данных о неопределенностях величин этих параметров.

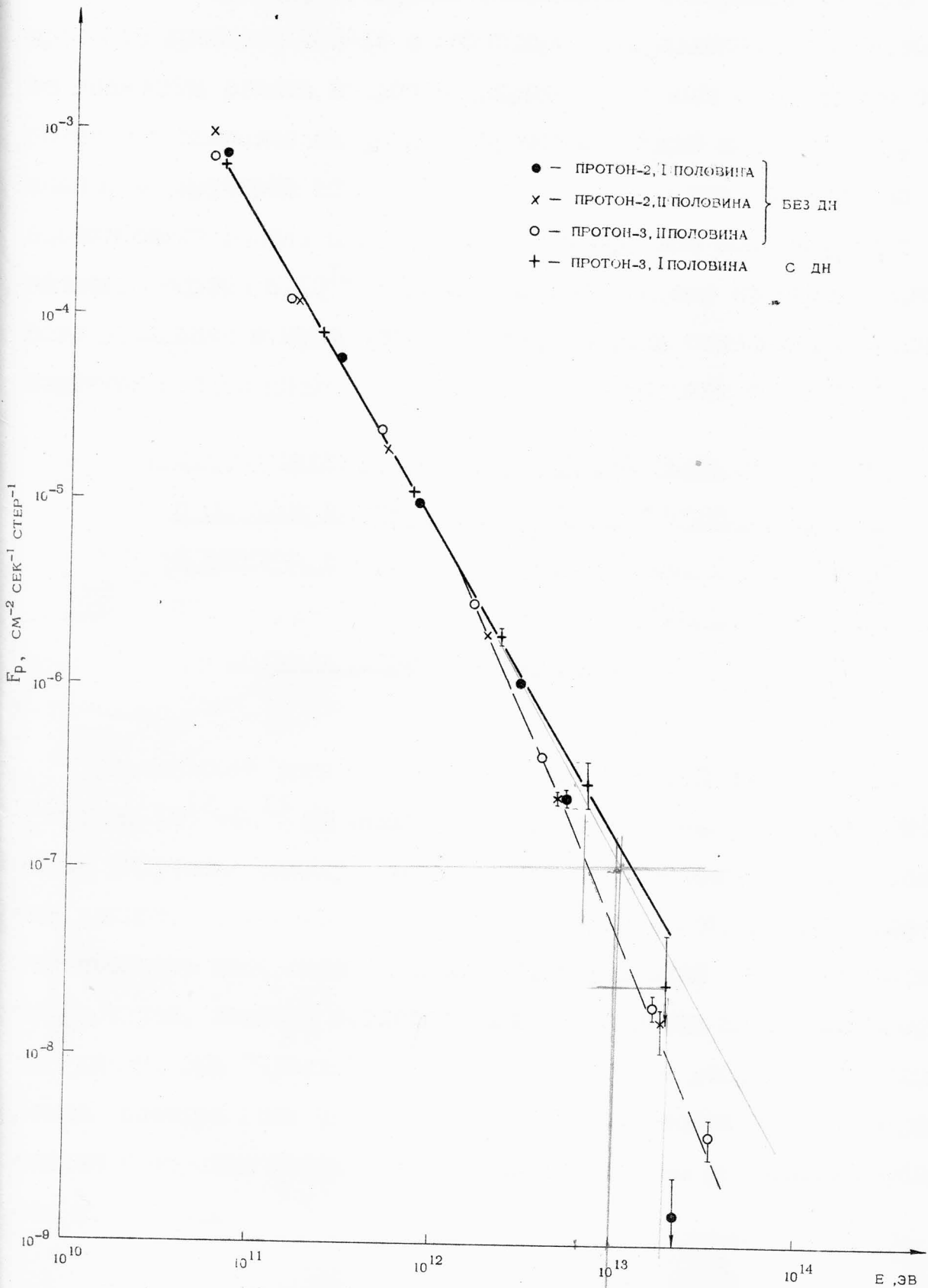


рис. 28 Результаты измерения спектра протонов первичных космических лучей прибором СЗЗ-14 без детектора направления и с детектором направления.

Таким образом, сравнение результатов измерения спектра протонов прибором СЭЗ-14 с детектором направления и без него не позволяет решить вопрос о природе укручения измеренного без детектора направления спектра протонов. Можно лишь сказать, что если это укручение обусловлено изменением с энергией трудно оцениваемого вклада имитаций в регистрируемые события, то в области энергий $6 \cdot 10^{10}$ - $2 \cdot 10^{12}$ эв этот эффект не вносит заметного искажения в измеренный спектр, то есть относительный вклад имитаций в этом диапазоне энергий слабо зависит от энергии.

3. Сопоставление полученных на ИСЗ "Протон" данных о спектре протонов первичных космических лучей с данными о спектре всех частиц первичных космических лучей и о спектрах различных компонент космических лучей в атмосфере.

Возможность увеличения показателя спектра протонов при энергиях 10^{12} - 10^{13} эв можно было бы исключить, обнаружив, что такое укручение спектра противоречит каким-либо экспериментальным данным, полученным в космических лучах. Результаты непосредственного измерения потоков протонов в этой области энергий отсутствуют, поэтому остается лишь возможность найти противоречие данных ИСЗ "Протон" о спектре протонов с результатами измерения спектра всех частиц первичных космических лучей и с результатами измерения потоков космических лучей на различных глубинах атмосферы.