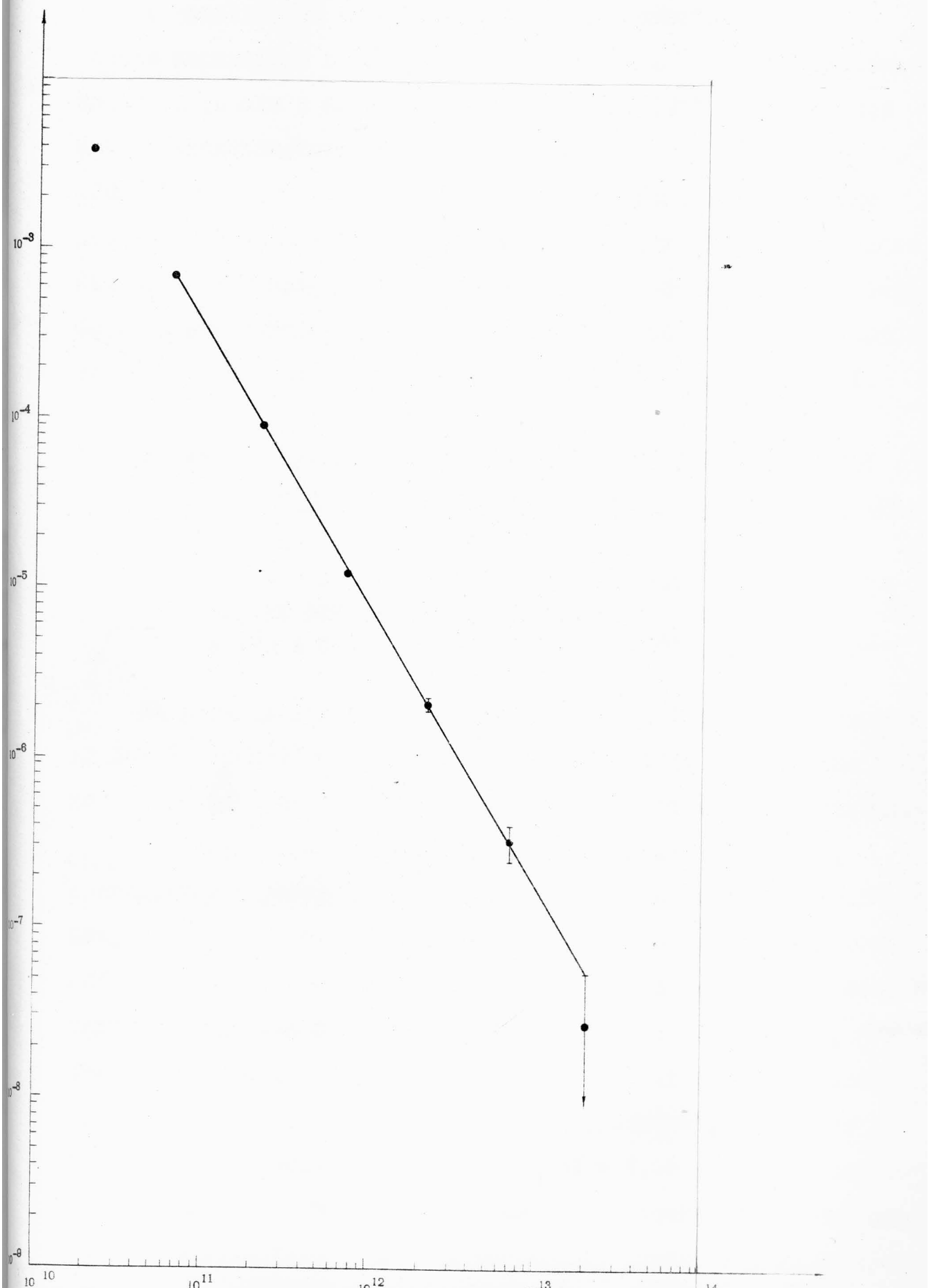


Рис.26 Спектр протонов, полученный в измерениях на ИСЗ "Протон-3" прибором СЭЗ-I4 с детектором направления. ($см^{-2} сек^{-1} стер^{-1}$)

имеют разброс ~30 ÷ 40%, что позволяет предположить существование методических эффектов, завышающих экспериментально полученные значения потоков.

В области энергий 6.10^{10} - 2.10^{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 ~ 50%.

2. Сравнение результатов измерений спектра протонов прибором СЭЗ-I4 с детектором направления с данными, полученными в измерениях без детектора направления.

В результате проведенных на ИСЗ "Протон-I,2 и 3" измерений спектра протонов первичных космических лучей прибором СЭЗ-I4 без детектора направления [5I] был получен спектр, обладающий очень важной особенностью: при энергии ~2.10^{12} эв, показатель интегрального спектра увеличивается от ~I,6 до ~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.

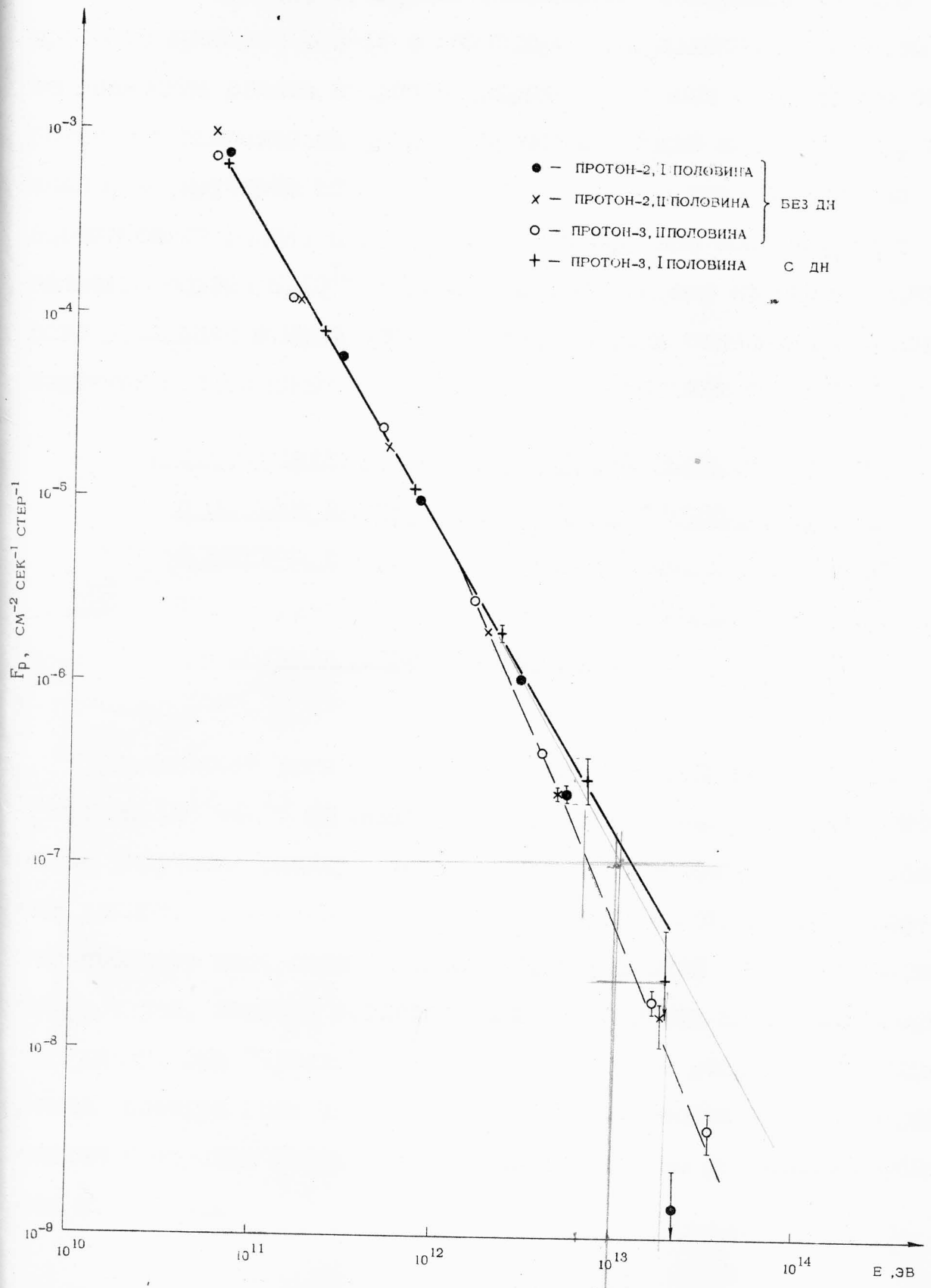
Обсуждая результаты измерения спектра протонов прибором СЭ3-I4 без детектора направления, авторы работы [5I] указывают на существование ряда методических эффектов, вызывающих укручение измеренного спектра. Однако, оценки возможных величин этих методических эффектов, проведенные авторами в работе [50] , приводят их к выводу, что ни один из проанализированных эффектов не может быть ответственен за наблюдаемое укручение измеренного спектра протонов.

Дополнение прибора СЭ3-I4 детектором направления привело к резкому улучшению одной из важных характеристик прибора-его направленность. Направленность прибора с детектором направления, как уже указывалось, обеспечивается одновременным наложением двух требований: I) сигналы в обоих слоях ПС должны соответствовать $Z=I$ и 2) амплитуда сигнала в черенковском счетчике детектора направления должна превышать 0,3÷0,4 $\sqrt{}$ 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_i , а необходимые для формирования событий протонной программы измерений сигналы Z_1, N_1 (или N_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 СЭ3-I4 без детектора направления спектра протонов может быть существенно искажена.

Сравнение результатов измерений спектра протонов прибором СЭ3-I4 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 [5I] результаты измерения спектра протонов прибором СЭ3-I4 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 [5I] аппроксимация полученного в измерениях без детектора направления спектра вида $F_p(>E) = A\left(\frac{100}{E}\right)^{1,62} \frac{1}{\left[1+\left(\frac{E}{1500}\right)^2\right]^{0,35}}$, в которой энергия выражена в Гэв. Видно, что в области энергий $6.10^{10} \div 2.10^{12}$ 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 $> 2.10^{12}$ 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 $> 6{,}9.10^{12}$ эв от предложенной авторами [5I] 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 [5I] аппроксимация получена без оптимизации параметров аппроксимирующей функции и не содержит данных о неопределенностях величин этих параметров.



ис.28 Результаты измерения спектра протонов первичных космических лучей прибором СЭЗ-I4 без детектора направления и с детектором направления.

Таким образом, сравнение результатов измерения спектра протонов прибором СЭЗ-I4 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.