

СТРУКТУРА ГЕЛИОСФЕРНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И МОДУЛЯЦИЯ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ.

2020 г. М. С. Калинин^{1,*}, Г. А. Базилевская¹, М. Б. Крайнев¹,

А. К. Свиржевская¹, Н. С. Свиржевский¹

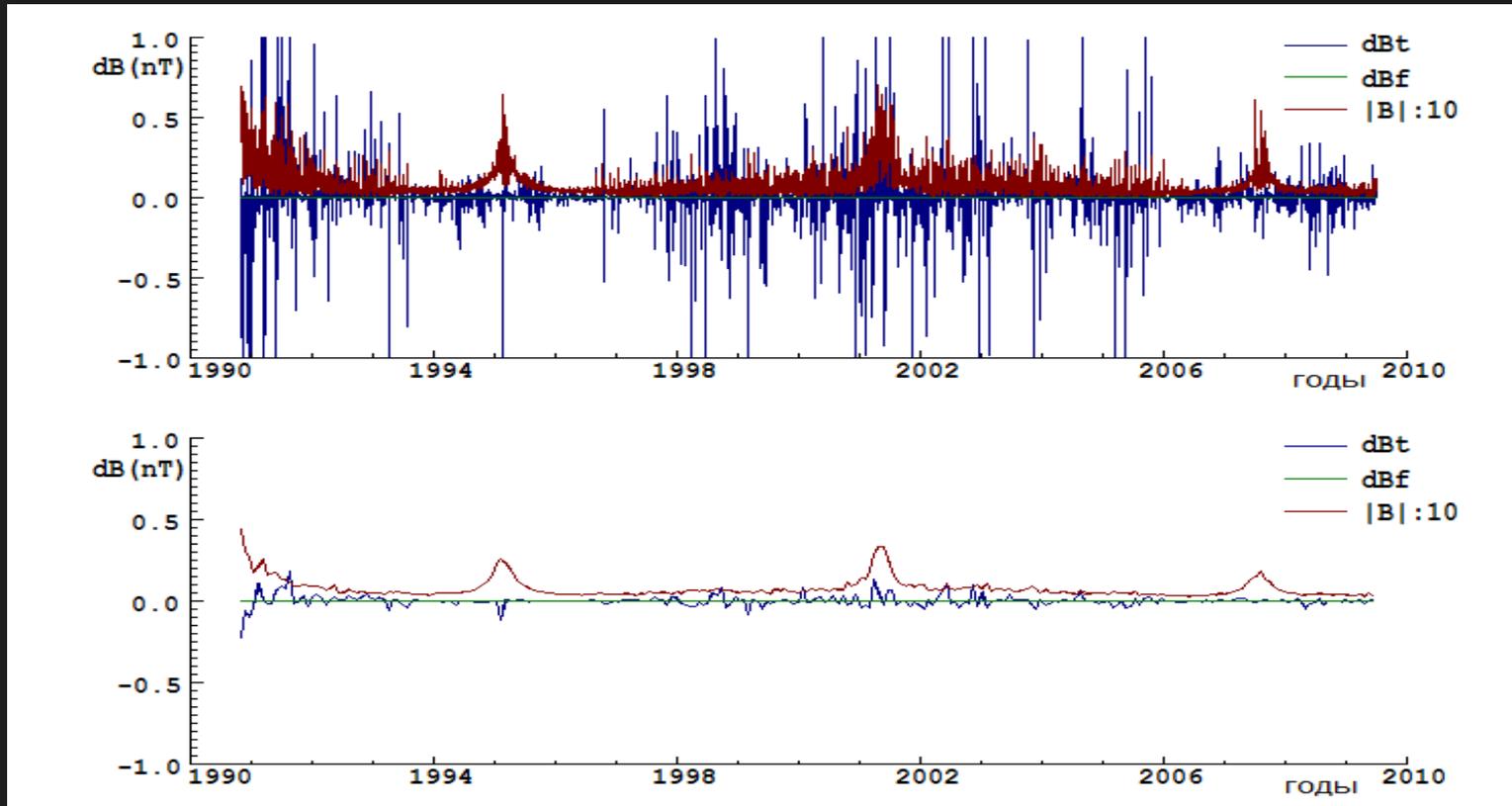
*1Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический
институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, Россия*

**E-mail: kalininms@lebedev.ru*

36 ВККЛ, Москва, НИИЯФ МГУ, 28 сент.- 2 окт. 2020 г. ID-65

ГМП – гелиосферное магнитное поле

1. Структура ГМП по данным измерений всегда трёхмерна (V_r , V_t , V_f).
2. Компоненты V_r , V_f хорошо ложатся в паркеровскую кинематическую схему до гелио-расстояний в несколько АЕ.
3. Компонента V_t на временных масштабах порядка 1 часа имеет тот же порядок величины что и две другие компоненты. На масштабах порядка солнечного оборота $V_t < 0.03$ нТл.



На верхней панели:
часовые данные Улиссис,
синий цвет – V_t ,
зелёный – V_f ,
Коричневый - $|B|:10$

На нижней панели:
данные верхней панели
усреднённые за
солнечный оборот,
синий цвет – V_t , зелёный
– V_f (слился с осью
абсц.), коричн. - $|B|:10$

Радиальная компонента $V_r \sim 1/V^{**2}$ удовлетворяет закону обратных квадратов выход за пределы которого, при условии бездивергентности ГМП, возможен только при условии зависимости показателя степени α в зависимости $V_r \sim 1/V^{**\alpha}$ от полярной координаты (это противоречит данным измерений).

В задачах теоретического описания модуляции ГКЛ в рамках уравнения модуляции Крымского-Паркера классическое двухкомпонентное кинематическое решение (Паркер, 1958) с компонентами V_r и V_f неудовлетворительно.

Для описания данных долгопериодических вариаций интенсивности ГКЛ в циклах солнечной активности на основе решения уравнения модуляции в моделях для ГМП применяется модифицированное 2-х и 3-х компонентное магнитное поле.

Используются в основном две модификации:
Кота-Джокипи (1989) и Смита-Бибера (2004)

1. Модификация Кота-Джокипи:

$$V_r = V_0 \cdot (r_0/r)^2, \quad V_t = V_r \cdot \sigma_{KJ} \cdot (r/r_0) / \sin(\theta), \quad V_f = -V_r \cdot \zeta \cdot (r-r_s) \cdot \sin(\theta) / V_{sv}$$

2. Модификация Смита-Бибера:

$$V_r = V_0 \cdot (r_0/r)^2, \quad V_t = 0, \quad V_f = -V_r \cdot [\sigma_{SB} \cdot (r/r_s) + \zeta \cdot (r-r_s) \cdot \sin(\theta)] / V_{sv}$$

3. Классическая кинематическая модель Паркера:

$$V_r = V_0 \cdot (r_0/r)^2, \quad V_t = 0, \quad V_f = -V_r \cdot \zeta \cdot (r-r_s) \cdot \sin(\theta) / V_{sv}$$

$r_0 = 0.005$ АЕ – солнечный радиус

$r_s = 0.015$ АЕ – радиус поверхности источника

$$\sigma_{KJ} = 5.7 \cdot 10^{-5}$$

$$\sigma_{SB} = 0.001 \div 0.004$$

V_{sv} – скорость СВ

ζ – угловая скорость солн. вращ.

Влияние выбора модели ГМП при описании измерительных данных мало изучено. Включение V_t теоретически обосновано, но требует проверки

Расчёты показали, что при использовании модификаций Кота-Джокипи без V_t (с ненулевой дивергенцией ГМП) и Смита-Бибера при одинаковых значениях параметров $\sigma_{KJ} = \sigma_{SB}$, они дают практически одинаковый результат.

Для проверки влияния V_t , был описан энергетический спектр протонов в минимуме 2009 года по данным измерений спектрометра Памела с модификацией ГМП по Смиту-Биберу. Затем те же данные были рассчитаны с $V_t = 1 \cdot 10^{-5} \cdot V_r / \sin(\theta)$. Такой выбор V_t определялся условием бездивергентности ГМП.

Результаты расчётов представлены на следующих слайдах.

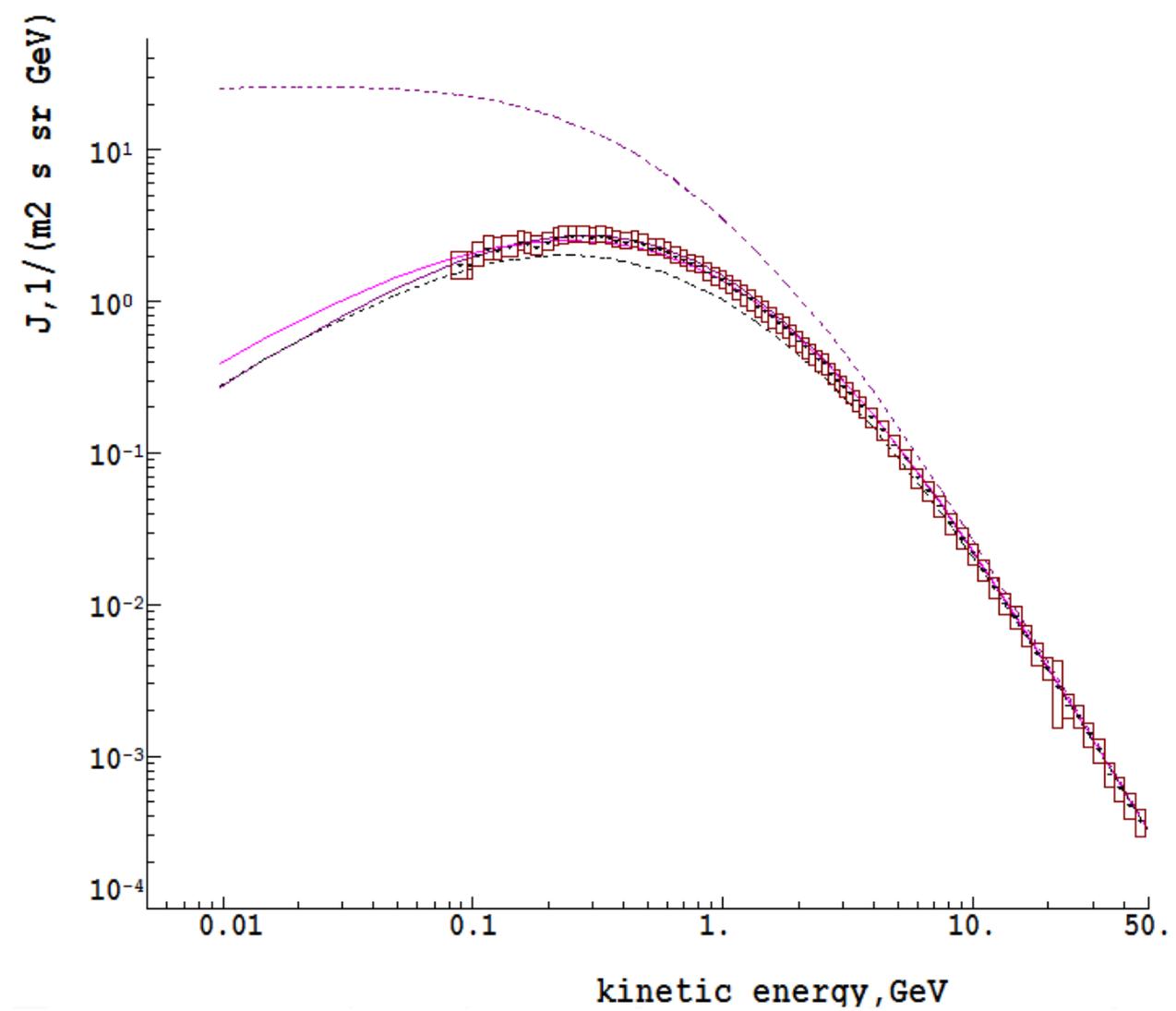


Рис. 2. Спектры протонов в минимуме СА 2009 на орбите Земли. Верхняя пункт. кривая – немодулированный спектр протонов. Тёмная кривая – расчётный спектр 2009 ($V_t=0$), красная – расчётный спектр при противоположном знаке ГМП, нижний пунктир – без дрейфов. Светлые прямоугольники – данные сп. Памела (Astrophys. J. 2013)

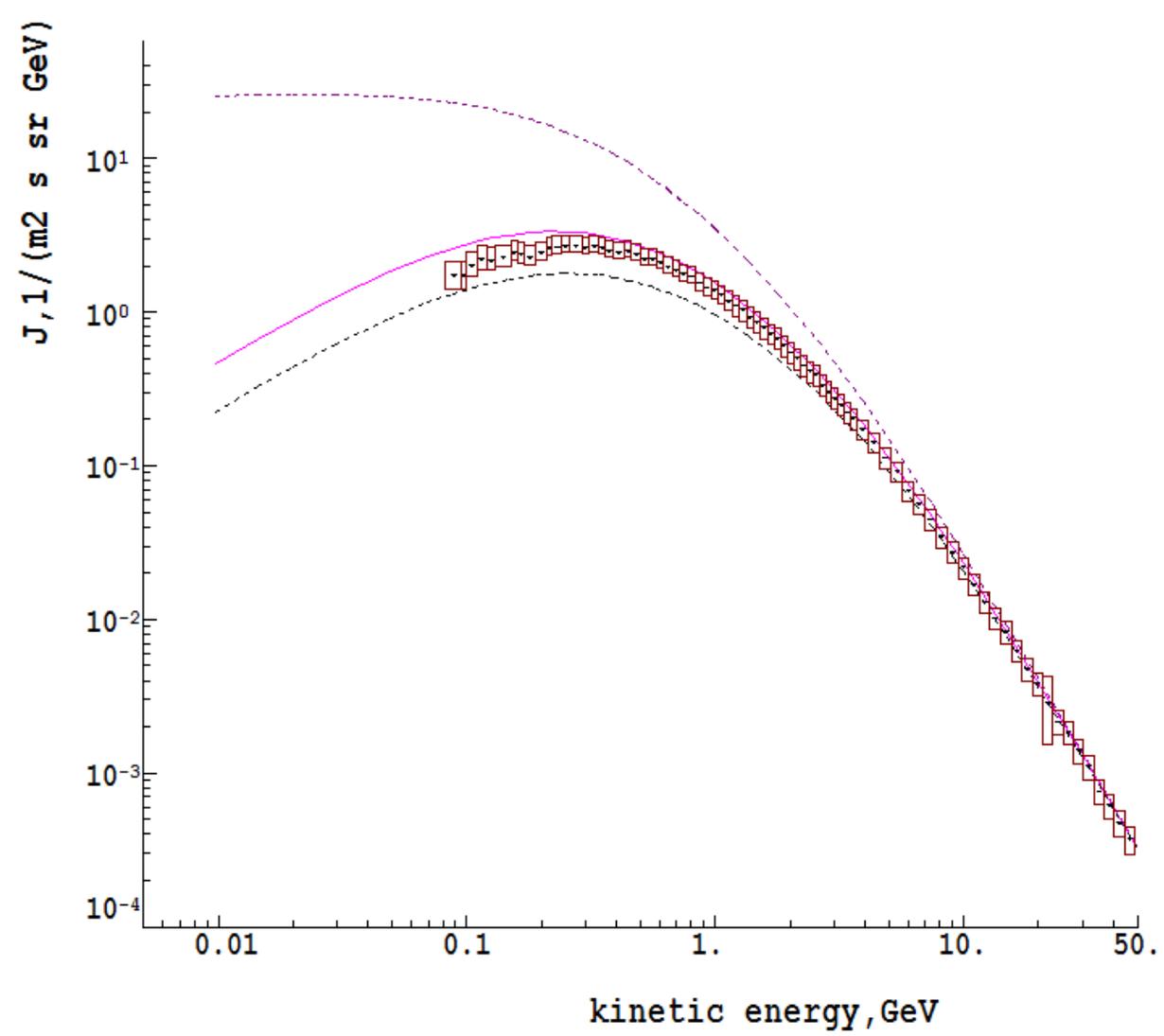


Рис.3. То же, что и на рис.2 , но при $V_t=10^{-5} \cdot Br/\sin(\theta)$

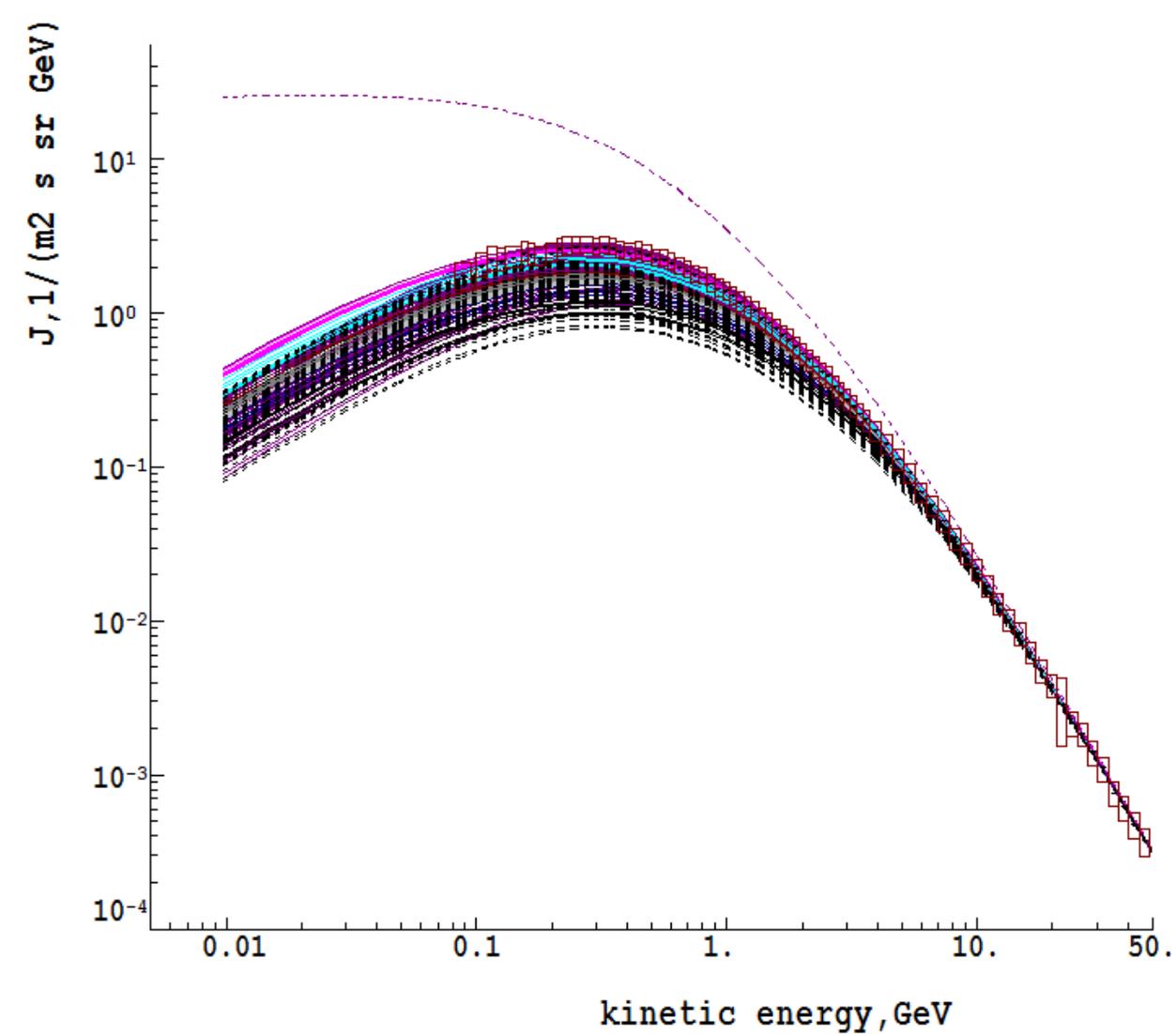


Рис. 4. Вариации протонных спектров вблизи минимума 2009 (2006-2010) при $V_t=0$.

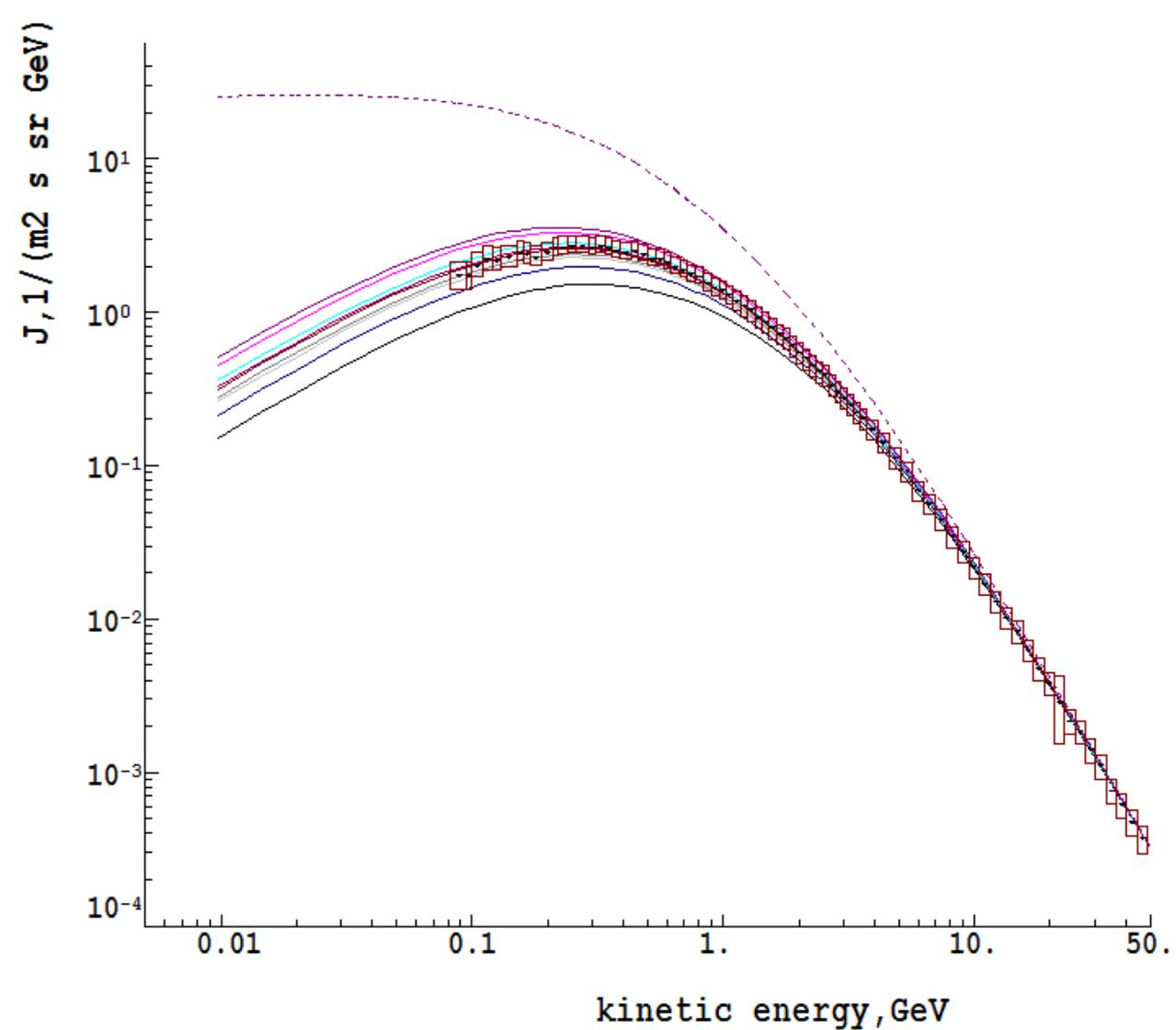


Рис. 5. Вариации спектров интенсивности вблизи минимума 2009, но при $V_t=10^{-5} \cdot Br/\sin(\text{teta})$

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ:

- 1) Включение слабой компоненты V_{\dagger} (но сильной в приполярных областях гелиосферы) приводит к заметному повышению энергетических спектров протонов на орбите Земли.
- 2) Как видно из рис.4-5. амплитуда вариаций интенсивности ГЛ в цикле СА при наличии V_{\dagger} заметно меньше, чем в двухкомпонентном случае. Этот факт ставит под сомнение возможность описания интегральных характеристик интенсивности в цикле СА в 3-х компонентном ГМП.
- 3) Кроме того, 3-х компонентное ГМП усложняет расчётную схему.

БЛАГОДАРИМ УЧАСТНИКОВ и ОРГАНИЗАТОРОВ 36 ВККА
за внимание к работе.