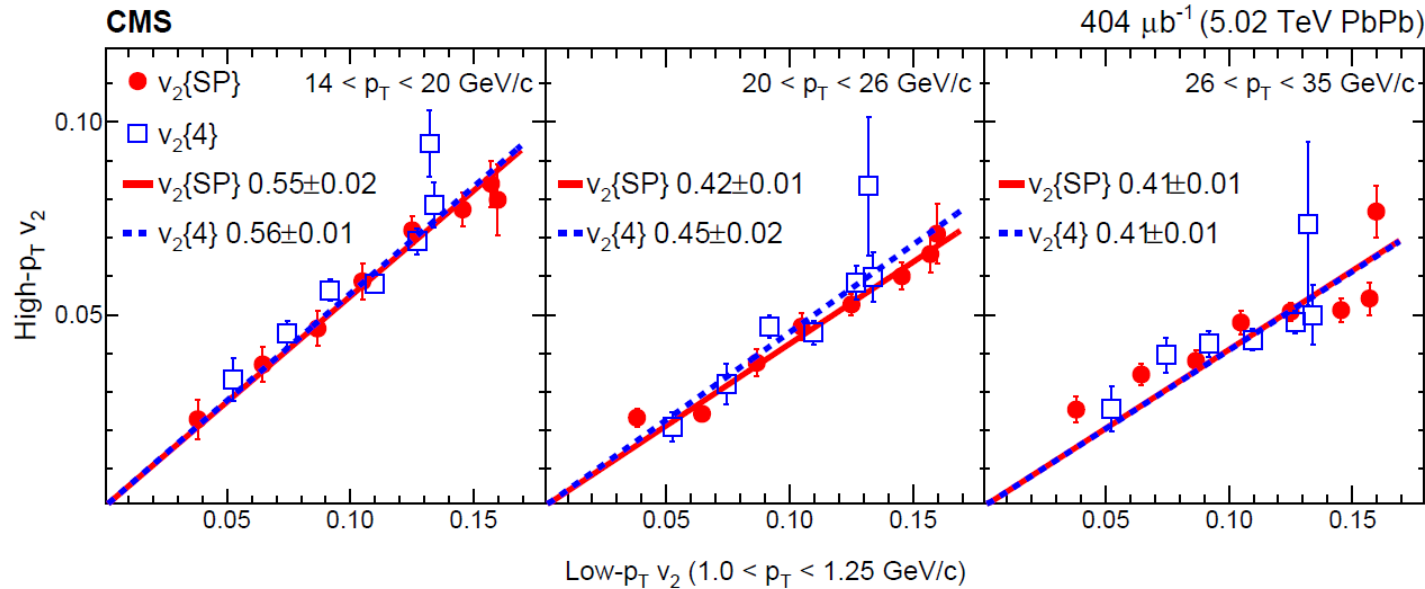


Centrality dependence of the elliptic flow correlation at low and high p_T

Коротких В.Л, Эйюбова Г.Х

Azimuthal anisotropy of charged particles with transverse momentum up to 100 GeV/c in PbPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV



CMS,
Phys. Lett.
B776(2017)195

1. v_2 при больших и малых p_T сильно коррелируют.
2. Их значения увеличиваются линейно с ростом интервалов центральностей от (0-5%) до (50-60%) как

$$V_2^{\text{High}pT} = k_2 V_2^{\text{Low}pT}$$

Наклон k_2 одинаков для $v_2(\text{SP})$ ($v_2\{4\}$) меняется от 0.55 до 0.4 при переходе к большим p_T .

3. При этом для центральностей 50-60% значения $v_2 \approx 0.03$ для больших p_T .
Подчеркнём, что для отобранных интервалов p_T параметр потока v_2 увеличивается с ростом периферичности.
(слева направо точки соответствуют 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-30, 30-40, 40-50 и 50-60%)

Обозначения в статье

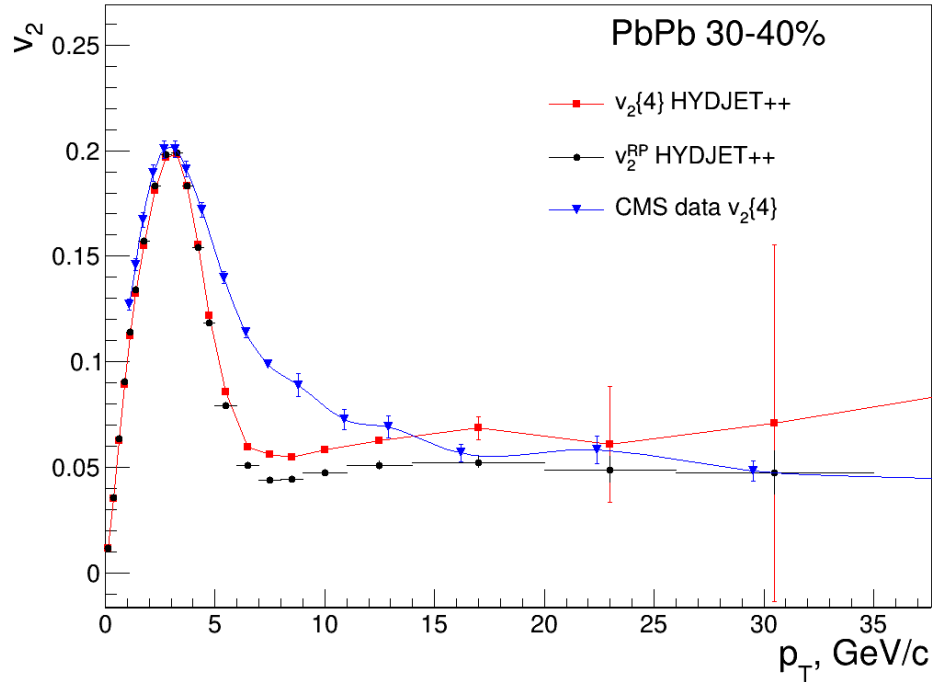
При высоких pt вводятся понятия потока:

- v_2^{JQ} образованного за счет эффекта jet quenching
- $v_2^{JQ_off}$ потока частиц струй, нескоррелированных с плоскостью реакции
(раньше обозначалось как непотоковые корреляции)

с соответствующими углами:

- Ψ_2^{JQ} Quenching plane, совпадающий, либо близкий к углу плоскости реакции
- $\Psi_2^{JQ_off}$ угол потока частиц струи со случайным направлением

Поток v_2 в HYDJET++, PbPb, $\sqrt{s}=5.02$ TeV



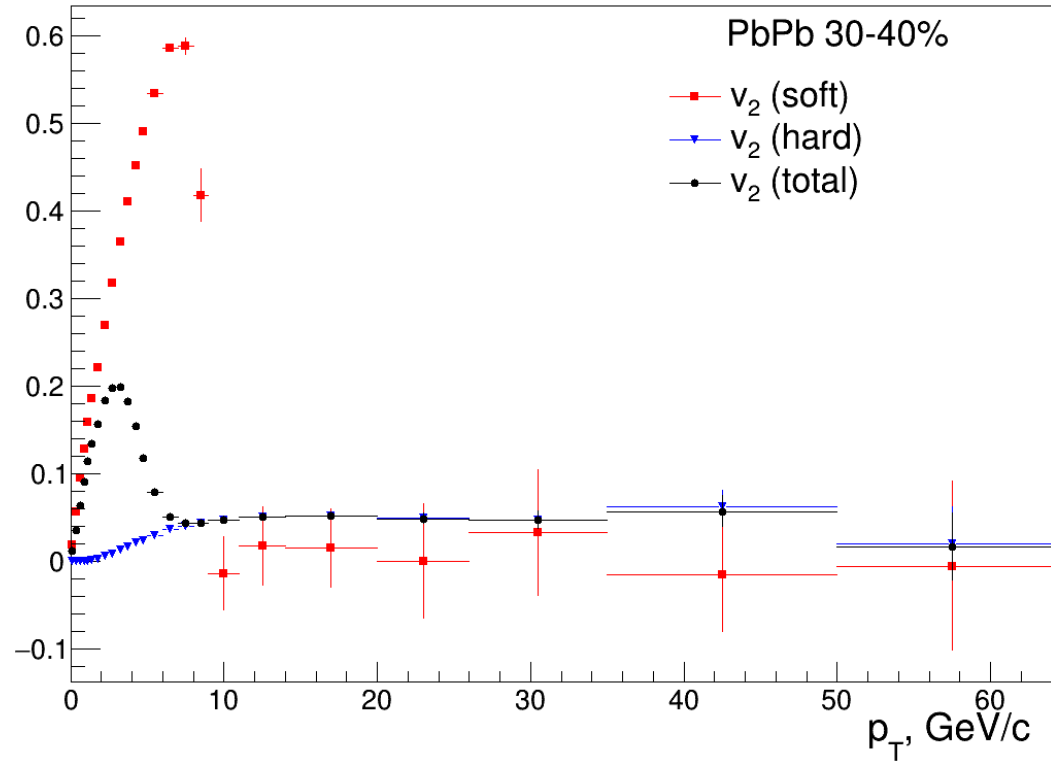
	A	B	C
p_t^{\min}	10	8.5	10
Υ_I^{\max}	4.5	3.2	3.5
τ_f	13.2	12.7	13.2
R_f	13.9	13.7	13.9

Для статьи выбран набор параметров “B”.

В области $0 < p_T < 5$, $13 < p_T < 35$ GeV/c описание хорошее.

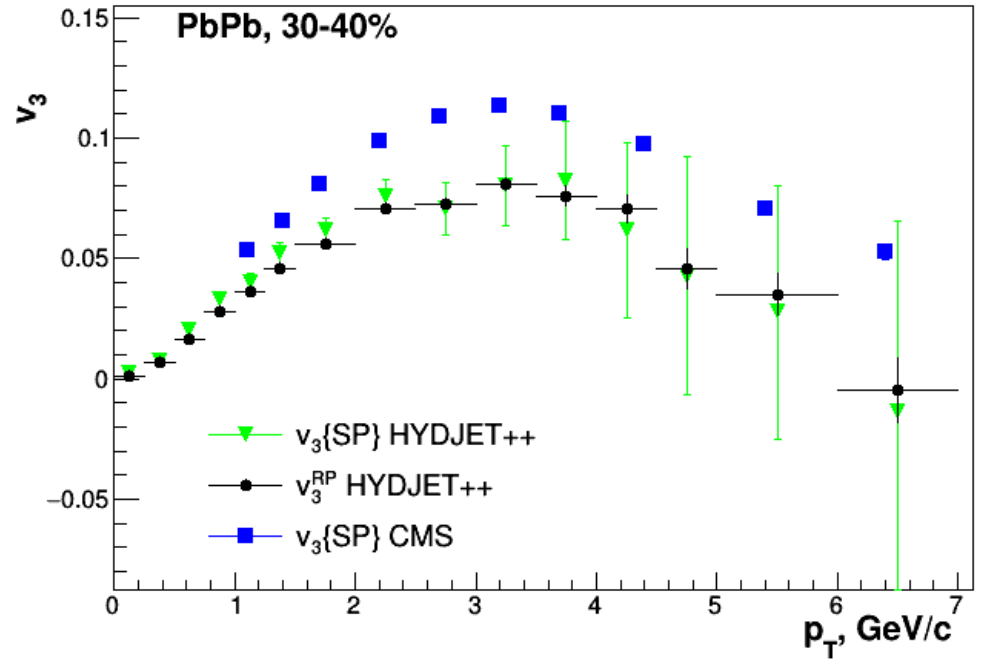
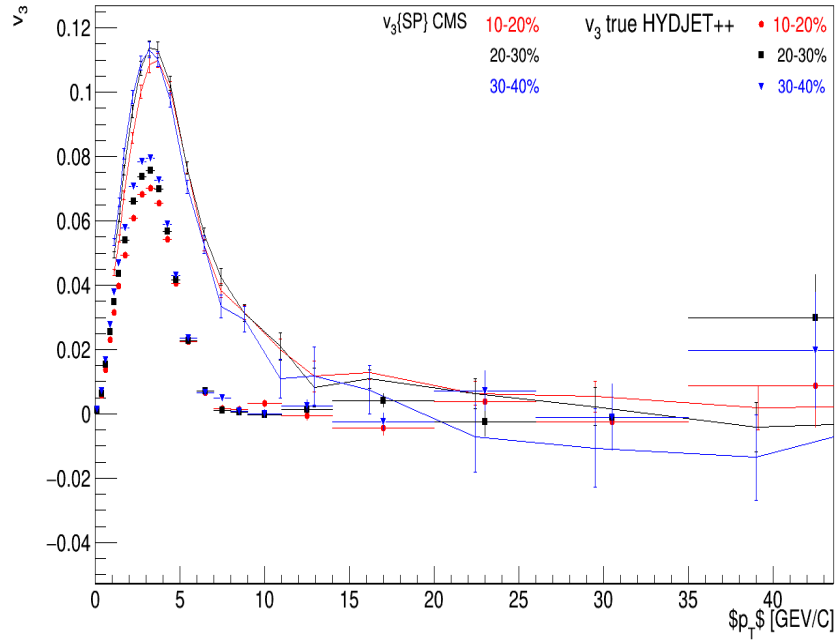
В области $5 < p_T < 13$ GeV/c описание потока неудовлетворительное, как с помощью значений v_2^{RP} , так и кумулянтами $v_2\{2\}$, $v_2\{4\}$.

Hard vs soft component in HYDJET++



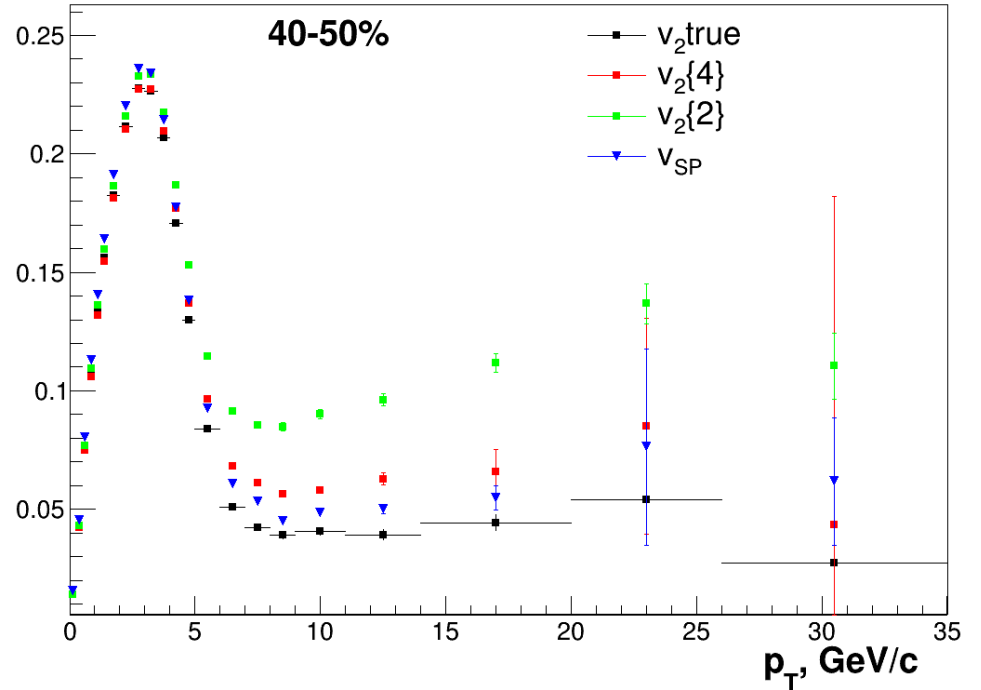
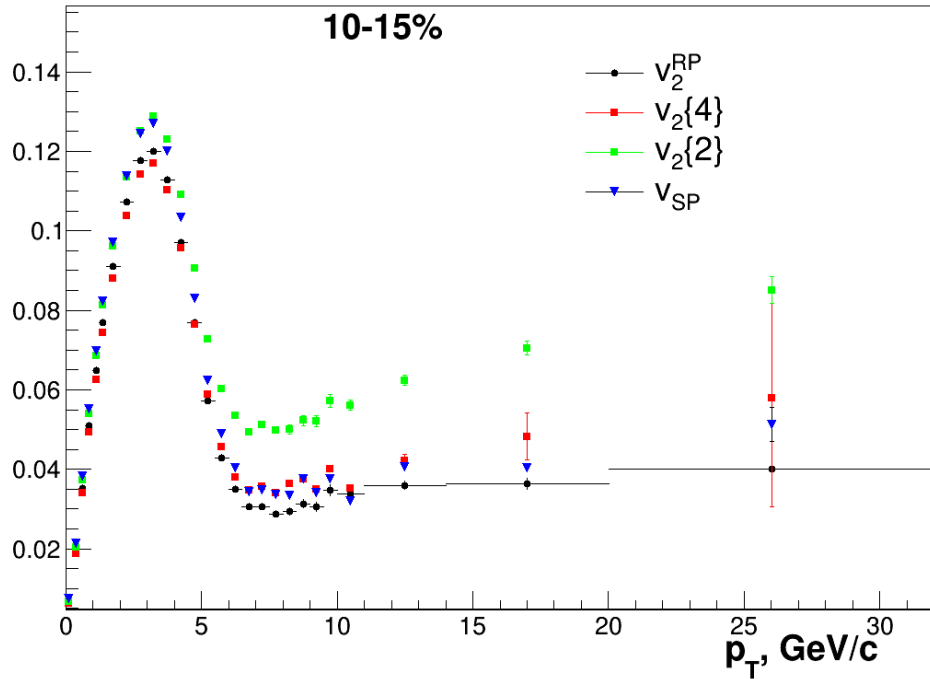
При высоких p_T поток жесткой компоненты увеличивается за счет эффекта подавления струй.

Поток v_3 в HYDJET++, PbPb, $\sqrt{s}=5.02$ TeV



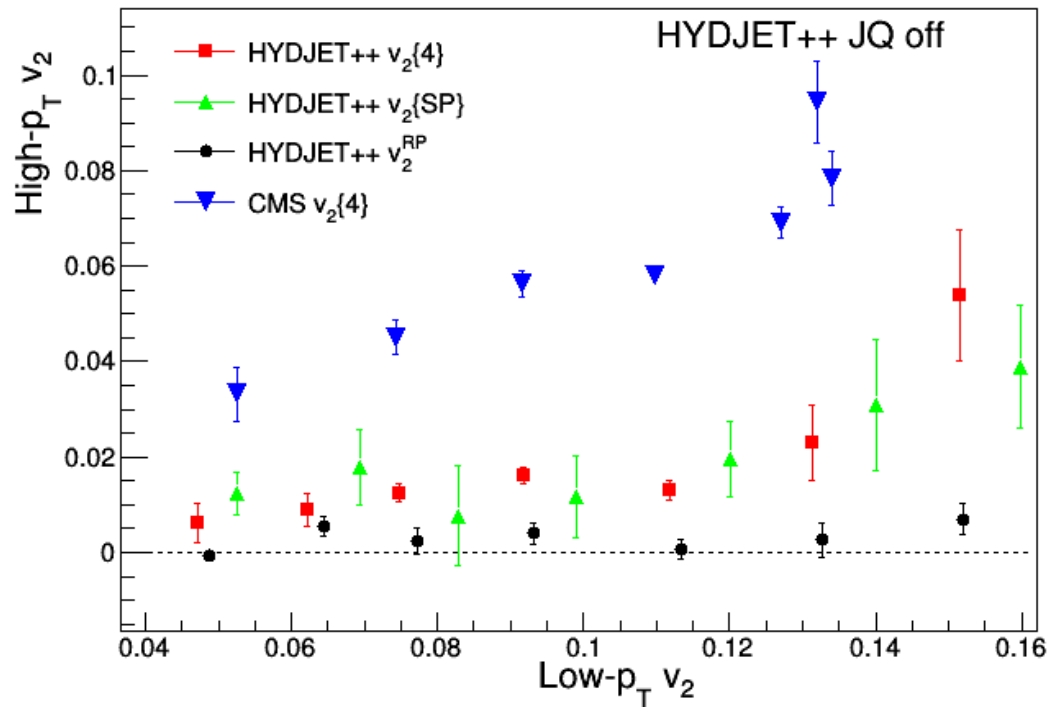
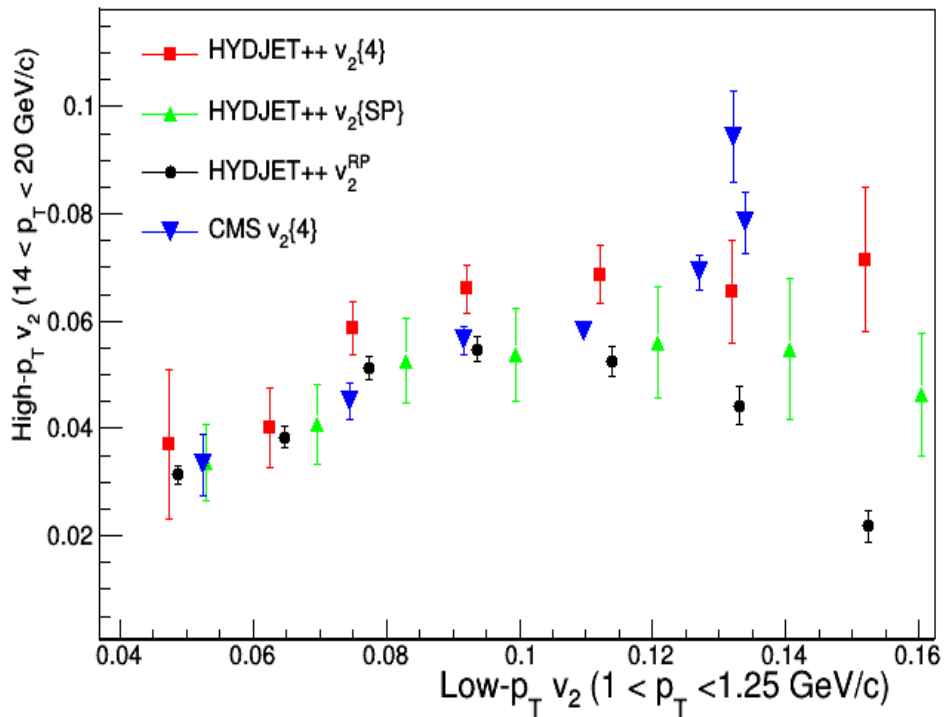
Модель занижает значения v_3 в сравнении с CMS.

Методы $v_2\{2\}$, $v_2\{4\}$, $v_2\{SP\}$



При низких p_T $v_2\{4\} < v_2 < v_2\{2\}$, что обусловлено вкладом флуктуаций эксцентриситета в начальном состоянии.
При высоких p_T присутствует вклад корреляций от потока частиц в струях.

Корреляции между v_2 при высоких и низких p_T

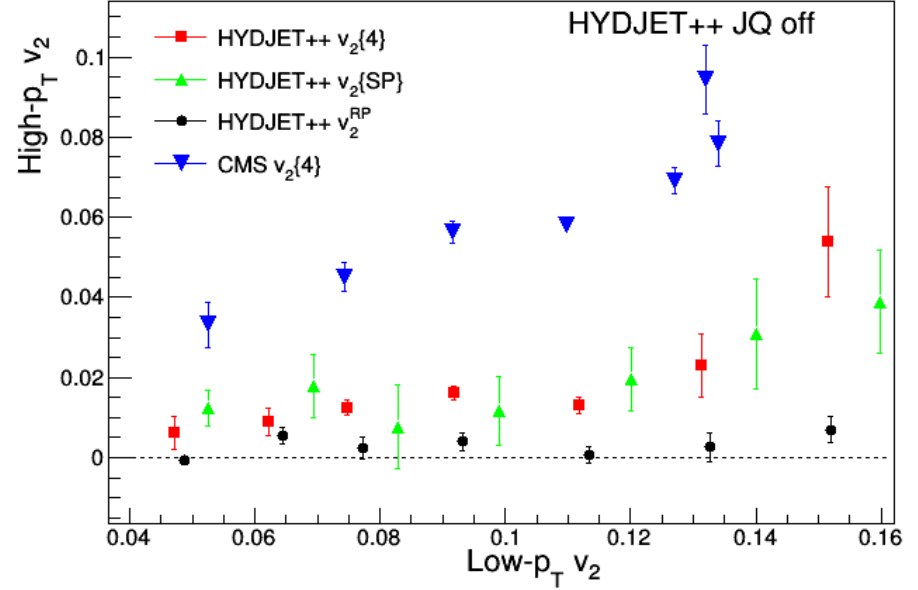
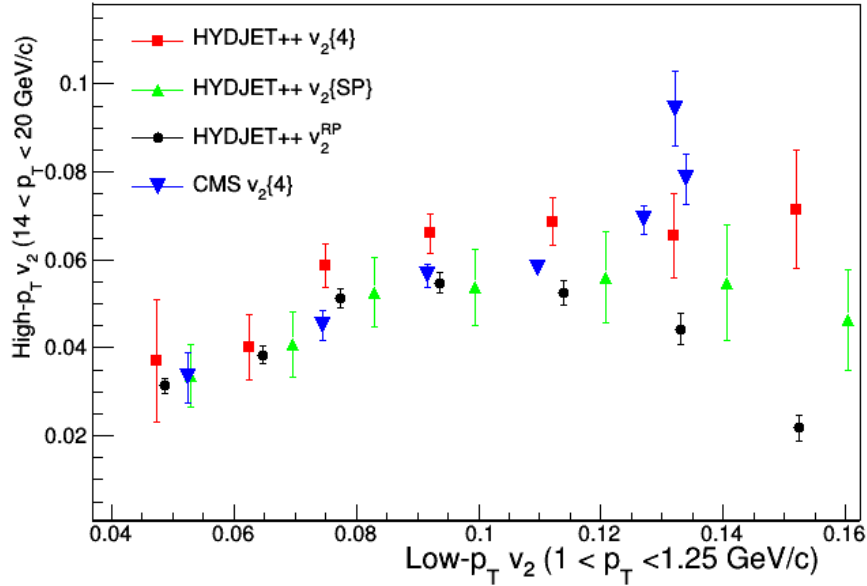


Анизотропия частиц V_2^{RP} относительно плоскости реакции Ψ_2 с учетом погашения струй описывает эксперимент для центральных и полуцентральных столкновений, но резко уменьшается для $C > 30\%$, так как плотность среды уменьшается и струи претерпевают меньшее погашение
 Для кумулянта $v_2\{4\}$ наблюдаются выполаживание.

При высоких p_T анизотропия частиц V_2^{RP} сравнима с нулем при выключении эфеекта погашения струй.

Вклад потока частиц в струях в $v_2\{4\}$ и $v_2\{SP\}$ растет с периферичностью столкновений.

Вопросы к результатам



$v_2\{4\}$ заметно больше эксперимента, передает ход зависимости от центральности, но почему оно выполаживается для $C > 30\%$?

- ✓ Модель занижает эффект jet-quenching для периферических столкновений?
- ✓ Вклад потоковых корреляций от струй в данных больше, чем в модели?

- ✓ Почему поток частиц от струй $v_2\{4\}$ и $v_2\{SP\}$ зависит от центральности?

Рисунки статті

Рис.1

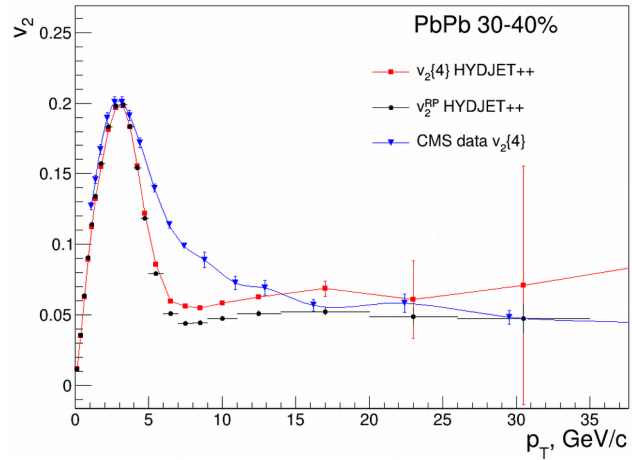


Рис.2

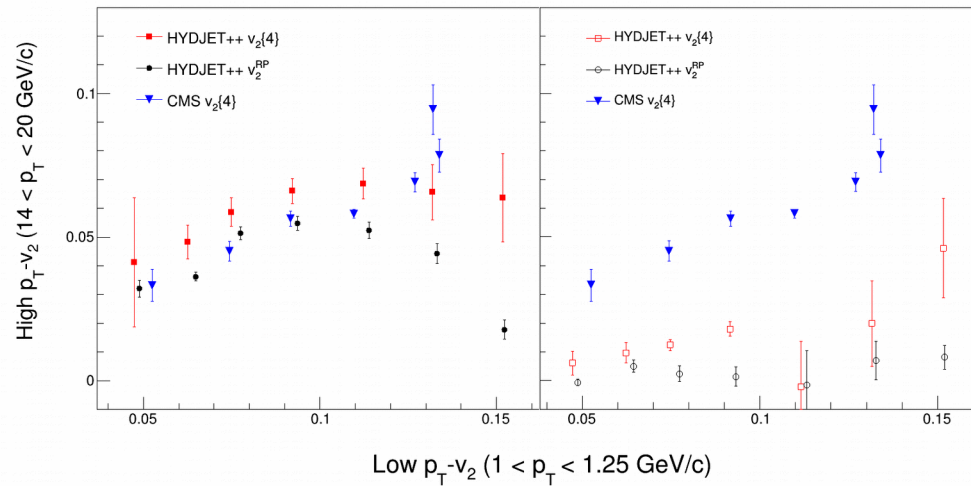
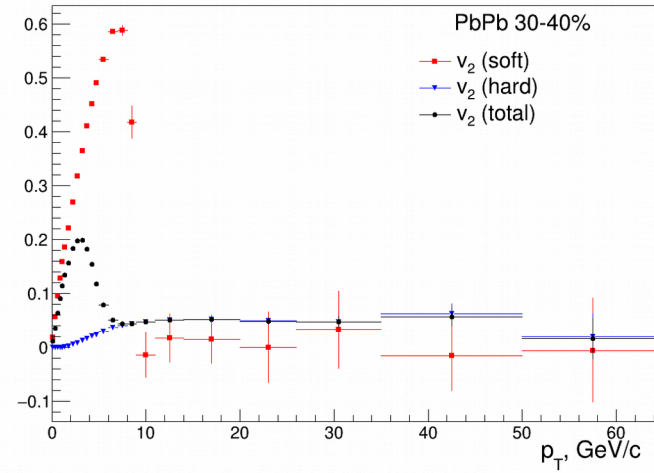


Рис.3

Выводы

1. Корреляции между v_2 большими и малыми p_T в модели обусловлены тем, что как для жесткой, так и для мягкой компоненты модели гармоника v_2 определяется в основном начальным эксцентриситетом (центральностью столкновения).

2. Наблюдаемое значение второй гармоники определяется конкуренцией анизотропией относительно плоскости реакции за счет погашения струй, либо анизотропией относительно оси струи в зависимости от того чья величина больше:

а). При малых центральныхностях — это анизотропия за счет погашения струй. В этом случае $v_2^{RP} = v_2\{4\}$ и угол плоскости события Ψ_n совпадает с углом плоскости реакции Ψ_n^{RP} .

- б). При больших центральныхностях (> 30%) наблюдаемое значение второго кумулянта $v_2\{4\}$ выдает анизотропию относительно оси струи Ψ_n^{jet} . Угол плоскости события Ψ_n в этом случае совпадает с углом струи Ψ_n^{JQ-off} .

3. При изменении центральности столкновения мы переходим от анизотропии за счёт погашения струй (малые центральности) к анизотропии относительно оси струи (большие центральности)

Вопросы к соавторам

1. Из переписки заинтересованность проявили и могут быть соавторами статьи помимо Г.Х. Эйюбовой и В.Л. Коротких также

И.П. Лохтин, А.М. Снигирёв, С.В. Петрушанко, Е.Е. Забродин.

Подтвердите, пожалуйста, согласие и форму участия

2. Желательно, чтобы работу над текстом продолжил А.М. Снигирёв. Его формулировки выводов уже включены в проект статьи.

3. Для какого журнала подойдет статья ?

Спасибо

Дополнительные слайды

Cumulants:

$$\langle\langle 2 \rangle\rangle = \left\langle\left\langle e^{in(\phi_1 - \phi_2)} \right\rangle\right\rangle,$$

$$\langle\langle 4 \rangle\rangle = \left\langle\left\langle e^{in(\phi_1 + \phi_2 - \phi_3 - \phi_4)} \right\rangle\right\rangle,$$

$$c_n\{4\} = \langle\langle 4 \rangle\rangle - 2 \langle\langle 2 \rangle\rangle^2,$$

$$d_n\{4\} = \langle\langle 4' \rangle\rangle - 2 \langle\langle 2' \rangle\rangle \langle\langle 2 \rangle\rangle,$$

$$v_n\{4\}(p_T, \eta) = -d_n\{4\} (-c_n\{4\})^{-3/4},$$

- Scalar Product

$$q_n = \frac{\sum_{i=1}^M w_i e^{in\phi_i}}{W},$$

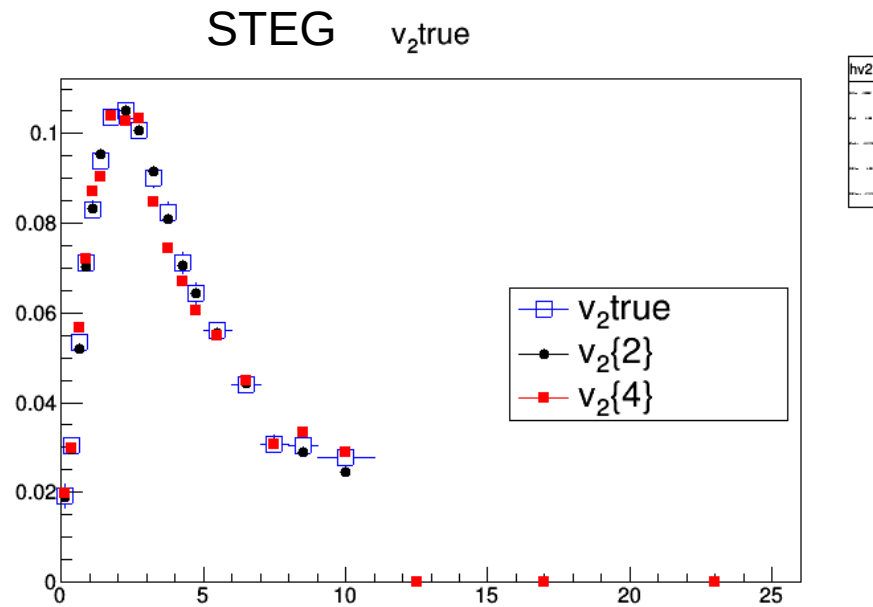
$$v_n\{\text{SP}\} \equiv \frac{\langle q_n q_n^* \rangle}{\sqrt{\frac{\langle q_{nA} q_{nB}^* \rangle \langle q_{nA} q_{nC}^* \rangle}{\langle q_{nB} q_{nC}^* \rangle}}}$$

$$\langle q_{n\alpha} q_{n\beta}^* \rangle = \text{Re} \left[\frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{evt}}} W_{\alpha i} W_{\beta i} q_{n\alpha i} q_{n\beta i}^*}{\sum_{i=1}^{N_{\text{evt}}} W_{\alpha i} W_{\beta i}} \right],$$

A, B subevents: $3 < |\eta| < 5$, C: $|\eta| < 0.75$

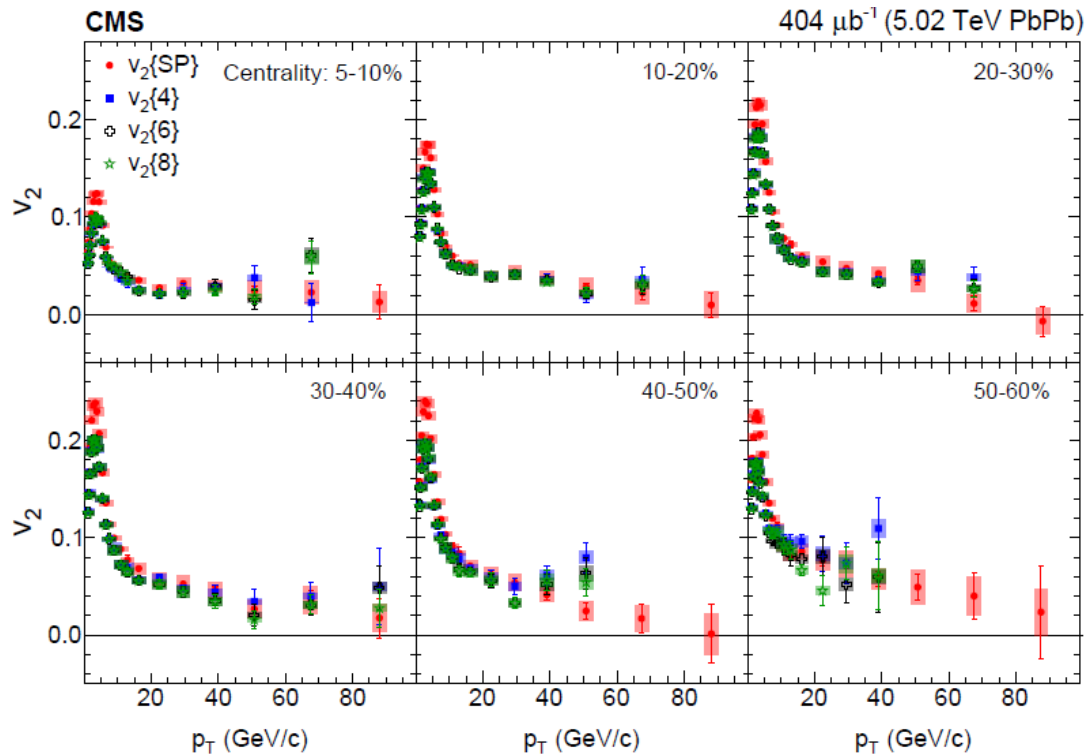
Particles of interest: $|\eta| < 1$

Проверка методов



STEГ генератор: простое азимутальное распределение с заданным параметром v_2 .

Azimuthal anisotropy of charged particles with transverse momentum up to 100 GeV/c in PbPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV

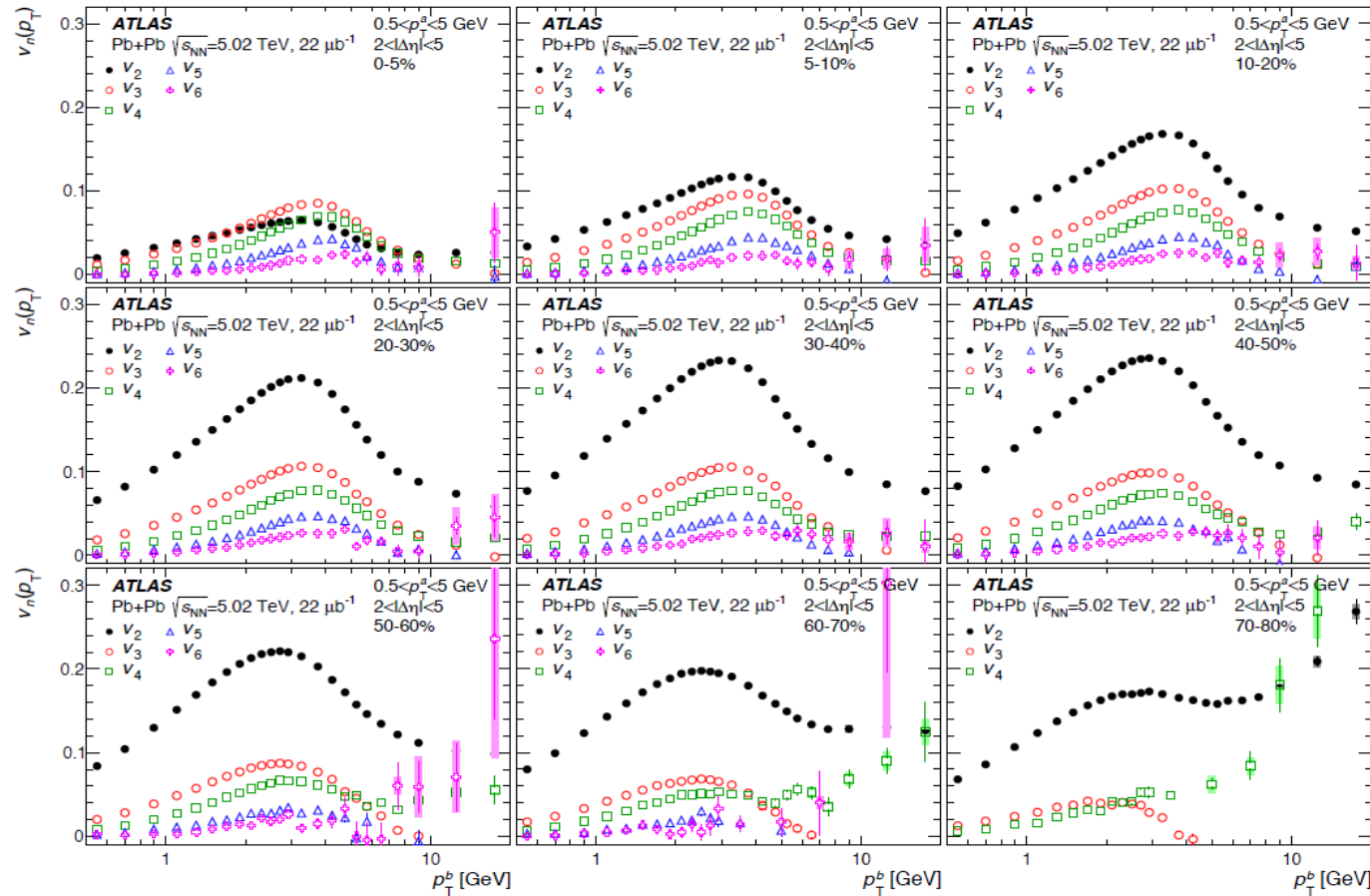


[S Phys. Lett. B 776 (2017) 195

Кумулянт $v_2\{4\}$ увеличивается с ростом периферичности до высоких $p_T = 40$ ГэВ/с

Figure 2: Comparison between the v_2 results from the SP and the 4-, 6-, and 8-particle cumulant methods, as a function of p_T , in six centrality ranges from 0–5% to 50–60%. The vertical bars (shaded boxes) represent the statistical (systematic) uncertainties.

Measurement of the azimuthal anisotropy of charged particles produced in $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV ATLAS [<http://arxiv.org/abs/1808.03951>]



Ещё более выразительное поведение $v_2(2PC)$ (в лог-масштабе по оси p_T) с ростом p_T до 20 ГэВ.с наблюдается в эксперименте ATLAS [<http://arxiv.org/abs/1808.03951>].

Для самых периферических областей $v_2(2PC)$ даже начинают расти с увеличением p_T при $p_T > 10$ ГэВ/с, а также $v_4(2PC)$

Figure 6: The v_n values obtained with the 2PC method as a function of p_T^b for $0.5 < p_T^a < 5$ GeV. Each panel represents a different centrality interval. The vertical error bars indicate statistical uncertainties. The shaded bands indicate systematic uncertainties.

Селюженков_И_В_диссертация_ALICE, 2020

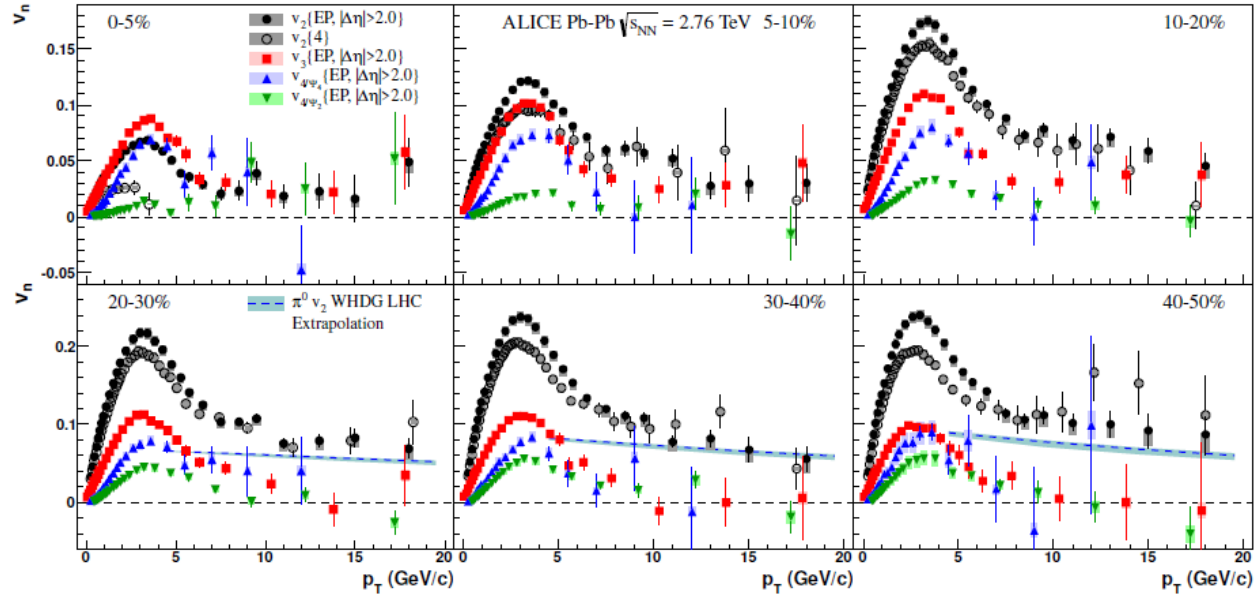
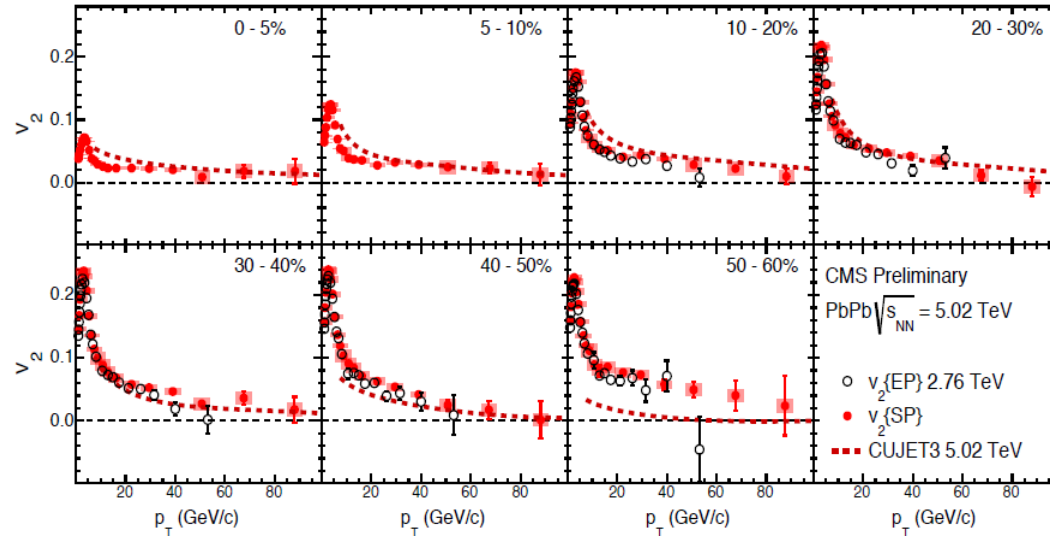


Рисунок 3.8 — Зависимости v_2 , v_3 и v_4 от p_T в столкновениях Pb–Pb при энергиях $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ ТэВ для разных классов центральности. Пунктирная линия представляет расчеты модели WHDG для v_2 нейтральных пионов, экстраполированных для энергий столкновений на LHC.

❖ $v_2\{SP\}$ at 5.02 TeV compared with $v_2\{EP\}$ at 2.76 TeV and CUJET calculations



→ Results are similar within uncertainties but 5.02 TeV reach a much higher p_T range with significant positive v_2

→ Too much jet quenching in CUJET?

A. Buzzatti, M. Gyulassy, <https://arxiv.org/abs/1207.6020v3>

An overview of the CUJET model: Jet Flavor Tomography applied at RHIC and LHC