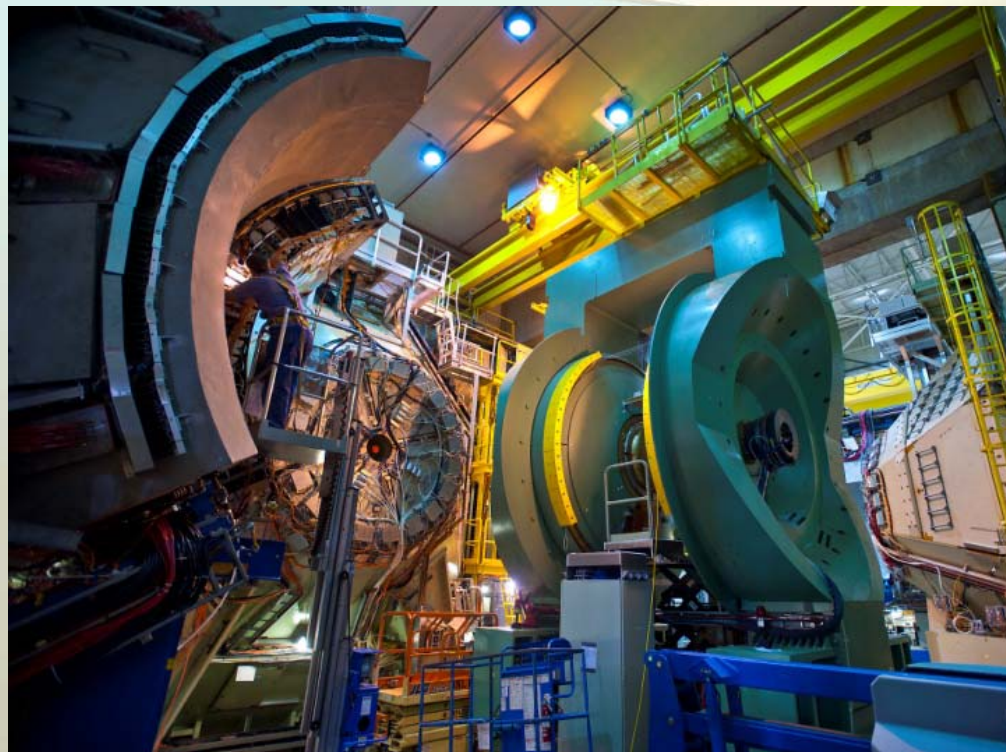


Эксперимент PHENIX на ускорителе RHIC, BNL.



Ю. Рябов, ЛРЯФ ОФВЭ

Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Caixa Postal 66318, São Paulo CEP05315-970, Brazil
 China Institute of Atomic Energy (CIAE), Beijing, People's Republic of China
 Peking University, Beijing, People's Republic of China
 Charles University, Ovocnytrh 5, Praha 1, 116 36, Prague, Czech Republic
 Czech Technical University, Zikova 4, 166 36 Prague 6, Czech Republic
 Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Na Slovance 2,
 182 21 Prague 8, Czech Republic
 Helsinki Institute of Physics and University of Jyväskylä, P.O.Box 35, FI-40014 Jyväskylä, Finland
 Dapnia, CEA Saclay, F-91191, Gif-sur-Yvette, France
 Laboratoire Leprince-Ringuet, Ecole Polytechnique, CNRS-IN2P3, Route de Saclay,
 F-91128, Palaiseau, France
 Laboratoire de Physique Corpusculaire (LPC), Université Blaise Pascal, CNRS-IN2P3,
 Clermont-Fd, 63177 Aubiere Cedex, France
 IPN-Orsay, Université Paris Sud, CNRS-IN2P3, BP1, F-91406, Orsay, France
 Debrecen University, H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1, Hungary
 ELTE, Eötvös Loránd University, H - 1117 Budapest, Pázmány P. s. 1/A, Hungary
 KFKI Research Institute for Particle and Nuclear Physics of the Hungarian Academy of Sciences (MTA KFKI RMKI),
 H-1525 Budapest 114, POBox 49, Budapest, Hungary
 Department of Physics, Banaras Hindu University, Varanasi 221005, India
 Bhabha Atomic Research Centre, Bombay 400 085, India
 Weizmann Institute, Rehovot 76100, Israel
 Center for Nuclear Study, Graduate School of Science, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo,
 Tokyo 113-0033, Japan

Hiroshima University, Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739-8526, Japan
 Advanced Science Research Center, Japan Atomic Energy Agency, 2-4 Shirakata Shirane, Tokai-
 mura,

Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195, Japan

KEK, High Energy Accelerator Research Organization, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan
 Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan
 Nagasaki Institute of Applied Science, Nagasaki-shi, Nagasaki 851-0193, Japan
 RIKEN, The Institute of Physical and Chemical Research, Wako, Saitama 351-0198, Japan
 Physics Department, Rikkyo University, 3-34-1 Nishi-Ikebukuro, Toshima, Tokyo 171-8501, Japan
 Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, Oh-okayama, Meguro, Tokyo 152-8551, Japan
 Institute of Physics, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan
 IHEP Protvino, State Research Center of Russian Federation, Institute for High Energy Physics,
 Protvino, 142281, Russia
 INR_RAS, Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences, prospekt 60-letiya Oktyabrya 7a,
 Moscow 117312, Russia

Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, Moscow Region, Russia
 Russian Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia
 PNPI, Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Leningrad region, 188300, Russia
 Saint Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg, Russia
 Skobel'syn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, Vorob'evy Gory,
 Moscow 119992, Russia

Chonbuk National University, Jeonju, South Korea
 Ewha Womans University, Seoul 120-750, South Korea
 Hanyang University, Seoul 133-792, South Korea
 Korea University, Seoul, 136-701, South Korea
 Accelerator and Medical Instrumentation Engineering Lab, SungKyunkwan University,
 53 Myeongnyun-dong, 3-ga, Jongno-gu, Seoul, South Korea
 Myongji University, Yongin, Kyonggido 449-728, Korea
 Department of Physocs and Astronomy, Seoul National University, Seoul, South Korea
 Yonsei University, IPAP, Seoul 120-749, South Korea
 Department of Physics, Lund University, Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

PH ENIX



14 countries, 73 institutions, Jan. 2013

Abilene Christian University, Abilene, TX 79699, U.S.
 Department of Physics, Augustana College, Sioux Falls, SD 57197
 Baruch College, CUNY, New York City, NY 10010-5518, U.S.
 Collider-Accelerator Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973-5000, U.S.
 Physics Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973-5000, U.S.
 University of California - Riverside, Riverside, CA 92521, U.S.
 University of Colorado, Boulder, CO 80309, U.S.
 Columbia University, New York, NY 10027 and Nevis Laboratories, Irvington, NY 10533, U.S.
 Florida Institute of Technology, Melbourne, FL 32901, U.S.
 Florida State University, Tallahassee, FL 32306, U.S.
 Georgia State University, Atlanta, GA 30303, U.S.
 University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801, U.S.
 Iowa State University, Ames, IA 50011, U.S.
 Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA 94550, U.S.
 Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, U.S.
 University of Maryland, College Park, MD 20742, U.S.
 Department of Physics, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003-9337, U.S.
 Department of Physics, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109-1040
 Morgan State University, Baltimore, MD 21251, U.S.
 Muhlenberg College, Allentown, PA 18104-5586, U.S.
 University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, U.S.
 New Mexico State University, Las Cruces, NM 88003, U.S.
 Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37831, U.S.
 Department of Physics and Astronomy, Ohio University, Athens, OH 45701, U.S.
 RIKEN BNL Research Center, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973-5000, U.S.
 Chemistry Department, Stony Brook University, SUNY, Stony Brook, NY 11794-3400, U.S.
 Department of Physics and Astronomy, Stony Brook University, SUNY, Stony Brook, NY 11794, U.S.
 University of Tennessee, Knoxville, TN 37996, U.S.
 Vanderbilt University, Nashville, TN 37235, U.S.

Циклы работы

RHIC Run	Year	Species	Energy	Ldt
Run-1	2000	Au+Au	130 GeV	1 μb^{-1}
Run-2	2001-2	Au+Au	200 GeV	24 μb^{-1}
		Au+Au	19 GeV	
		p+p	200 GeV	150 nb $^{-1}$
Run-3	2002/3	d+Au	200 GeV	2.74 nb $^{-1}$
		p+p	200 GeV	0.35 nb $^{-1}$
Run-4	2003/4	Au+Au	200 GeV	241 μb^{-1}
		Au+Au	62.4 GeV	9 μb^{-1}
Run-5	2005	Cu+Cu	200 GeV	3 nb $^{-1}$
		Cu+Cu	62.4 GeV	0.19 nb $^{-1}$
		Cu+Cu	22.4 GeV	2.7 μb^{-1}
Run-6	2006	p+p	200 GeV	10.7 pb $^{-1}$
		p+p	62.4 GeV	100 nb $^{-1}$
Run-7	2007	Au+Au	200 GeV	813 μb^{-1}
Run-8	2007/2008	d+Au	200 GeV	80 nb $^{-1}$
		p+p	200 GeV	5.2 pb $^{-1}$
		Au+Au	9.2 GeV	
Run-9	2009	p+p	200 GeV	16 pb $^{-1}$
		p+p	500 GeV	14 pb $^{-1}$
Run-10	2010	Au+Au	200 GeV	1.3 nb $^{-1}$
		Au+Au	62.4 GeV	100 μb^{-1}
		Au+Au	39 GeV	40 μb^{-1}
		Au+Au	7.7 GeV	260 mb $^{-1}$
Run-11	2011	p+p	500 GeV	27 pb $^{-1}$
		Au+Au	200 GeV	915 μb^{-1}
		Au+Au	27 GeV	5.2 μb^{-1}
		Au+Au	19.6 GeV	13.7 M events
Run-12	2012	p+p	200 GeV	9.2 pb $^{-1}$
		p+p	510 GeV	30 pb $^{-1}$
		U+U	193 GeV	171 μb^{-1}
		Cu+Au	200 GeV	4.96 nb $^{-1}$
Run-13	2013	p+p	510 GeV	130 pb $^{-1}$

❖ RHIC – исключительно гибкий и надежный ускоритель
→ обширная физическая программа экспериментов

❖ Около половины рабочего времени посвящено программе сканирования по энергиям взаимодействия и столкновению различных ядер

❖ Непрерывное повышение светимости пучков

❖ Тринадцать циклов работы:
✓ 10 энергий (\sqrt{s})
✓ 6 комбинаций ядер

Участие ПИЯФ (2013 год).

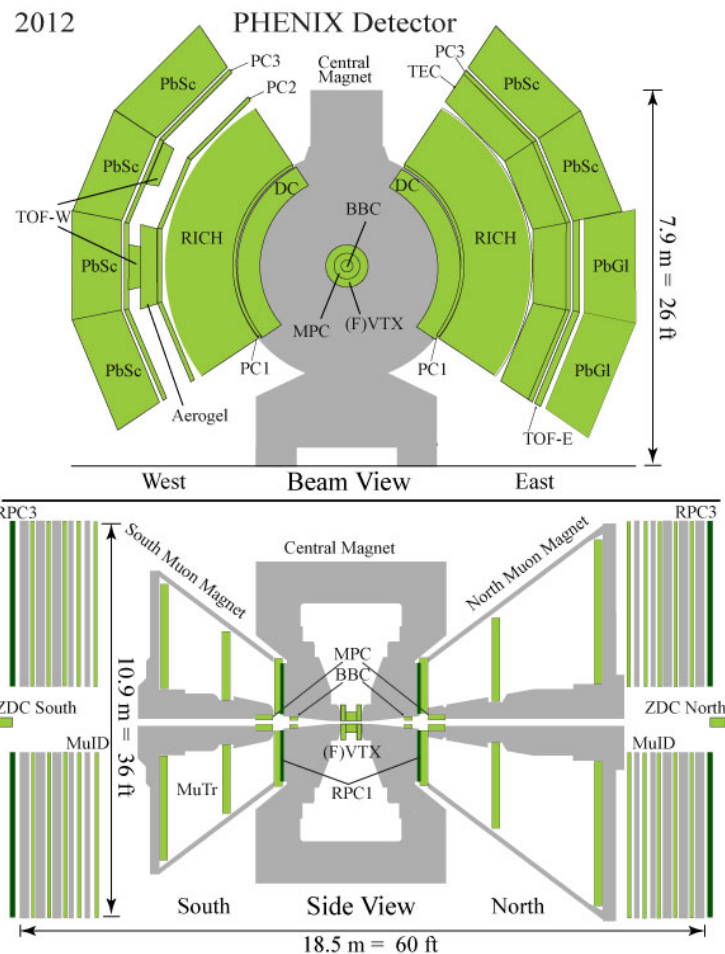
Состав участников:

- ✓ В. Самсонов, д.ф.-м.н., зав. Лабораторией
- ✓ В. Баублис, к.ф.-м.н., снс
- ✓ Е. Взнуздаев, вед. инженер
- ✓ Д. Иванищев, к.ф.-м.н.мнс
- ✓ Б. Комков, снс
- ✓ Д. Котов, к.ф.-м.н., снс
- ✓ В. Рябов, д.ф.-м.н., внс
- ✓ Ю. Рябов, к.ф.-м.н., снс
- ✓ А. Ханзадеев, д.ф.-м.н., внс

❖ Сопровождение, плановый ремонт и экспертное сопровождение ДК.

❖ Участие в наборе данных ~ 14 смен по 8 дней.

❖ Отбор данных высокого качества, определение характеристик детекторных подсистем, настройка параметров Монте-Карло.



Физические результаты (2013 год).

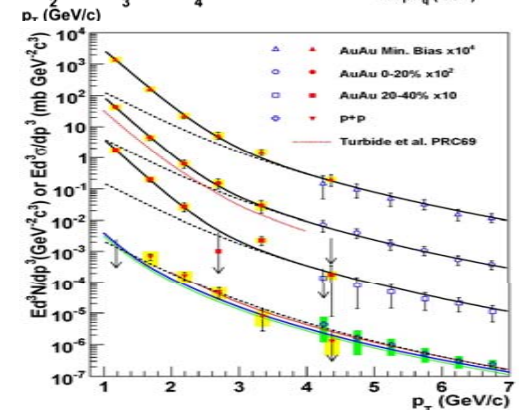
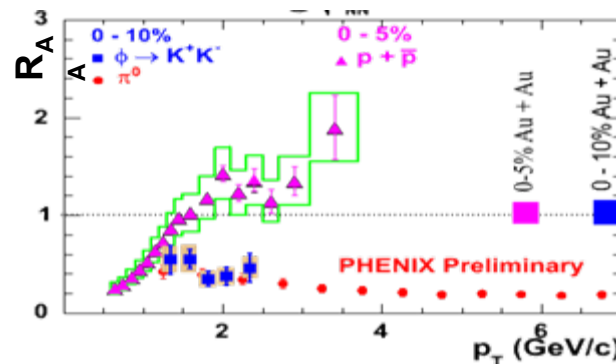
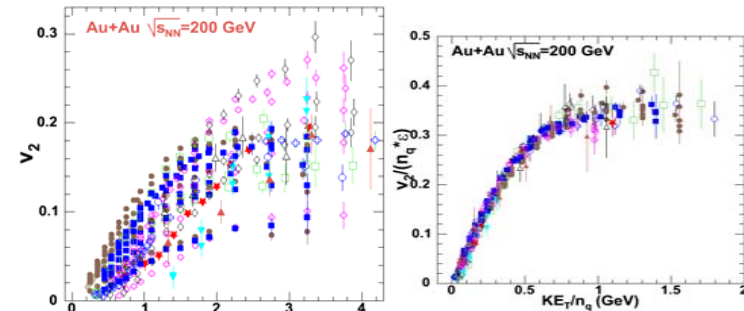
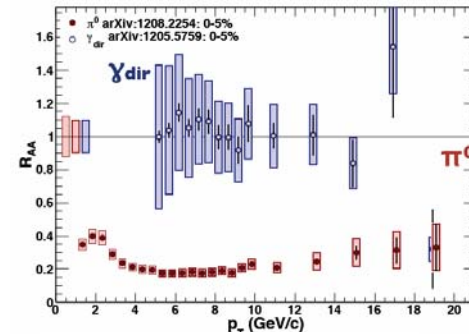
❖ В 2005 году все коллаборации на RHIC сделали заявление об открытии нового состояния – сильновзаимодействующей КПП:

гашение струй (подавление выхода адронов с большим поперечным импульсом).

эллиптический поток, зависимость потока от массы, n_q

мягкие прямые фотоны, $T > 200$ МэВ

“барионная загадка”

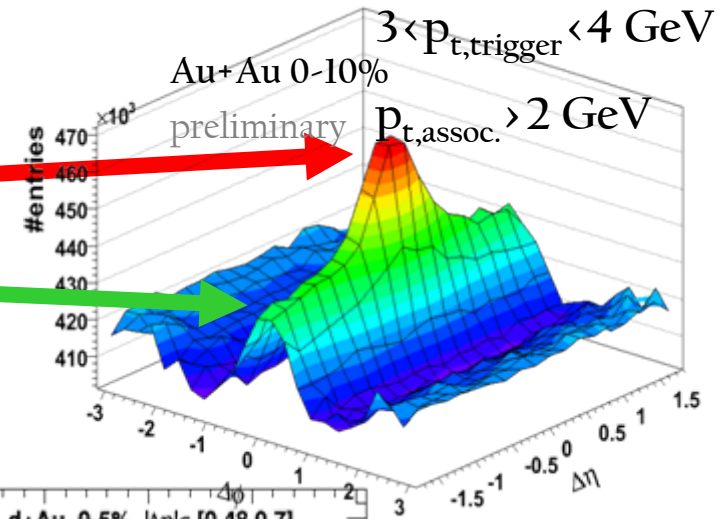


Физические результаты (2013 год).

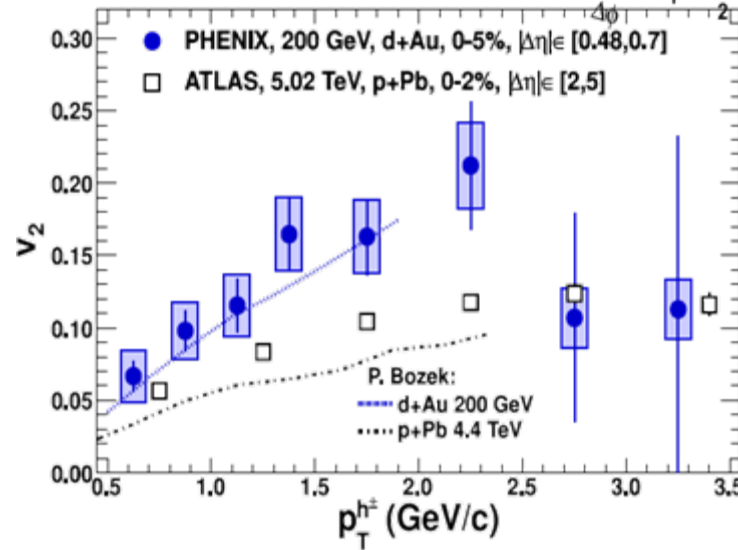
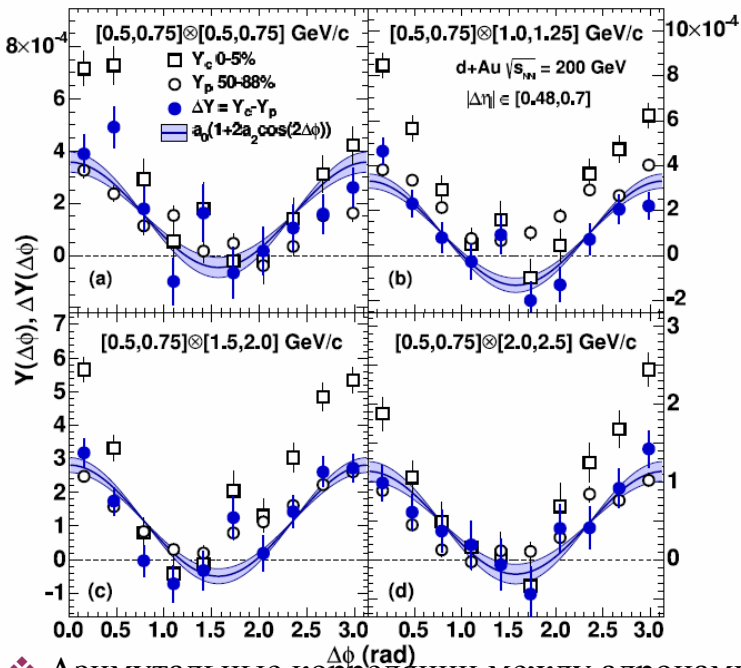
• Au+Au 200 ГэВ

КОМПОНЕНТЫ:

- Пик от прямой струи
- гребень

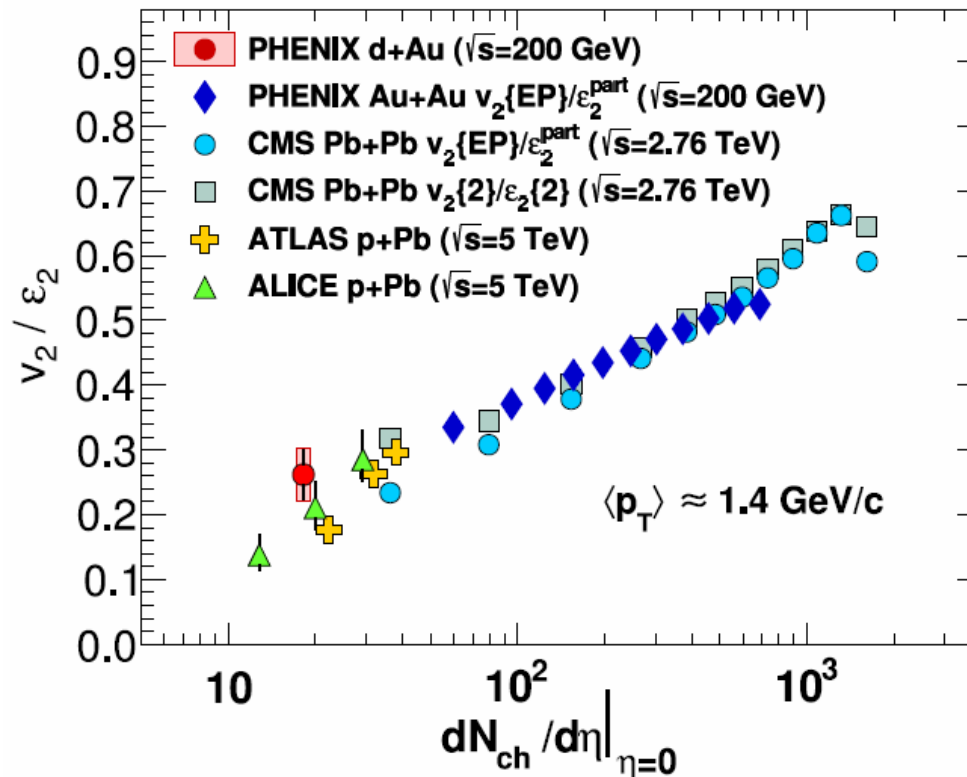


d+Au 200 ГэВ



- ❖ Азимутальные корреляции между адронами, разделенными на 0.48-0.7 единиц по быстрой при различных импульсах триггерных частиц.
- ❖ Корреляции показаны для центральных (Y_c), периферийных (Y_p) столкновений и их разницы, $\Delta Y = Y_c - Y_p$
- ❖ Остаточные азимутальные корреляции для ΔY согласуются с предположением о наличие эллиптического потока.

Физические результаты (2013 год).



- ❖ Результаты RHIC и LHC, v_2/ϵ , в зависимости от множественности
- ❖ v_2/ϵ следует одной универсальной зависимости не смотря на различие в энергии взаимодействия ядер (x25) и эксцентриситете (x1.5)
- ❖ Измерения в d+Au/p+Pb и Au+Au/Pb+Pb взаимодействиями следуют одной универсальной зависимости.

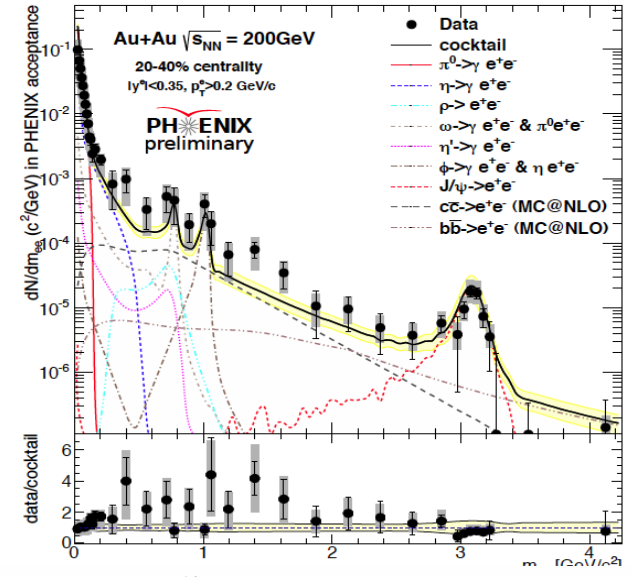
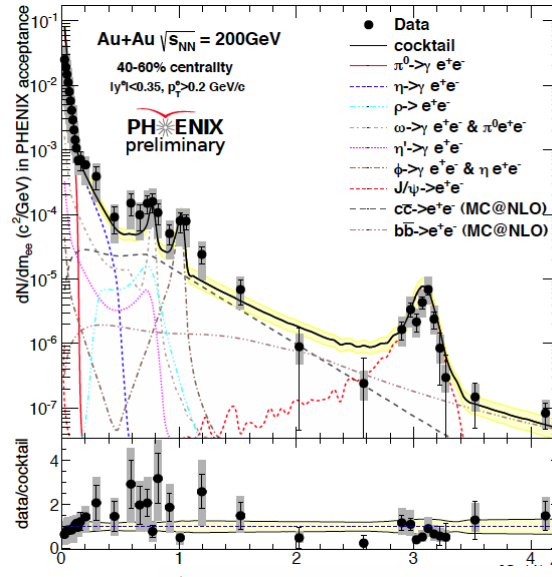
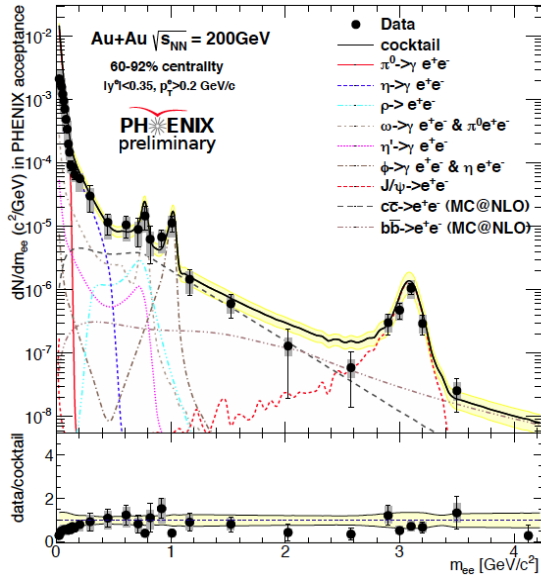
Физические результаты (2013 год).

Диэлектроны, Au+Au @ $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ, континуум

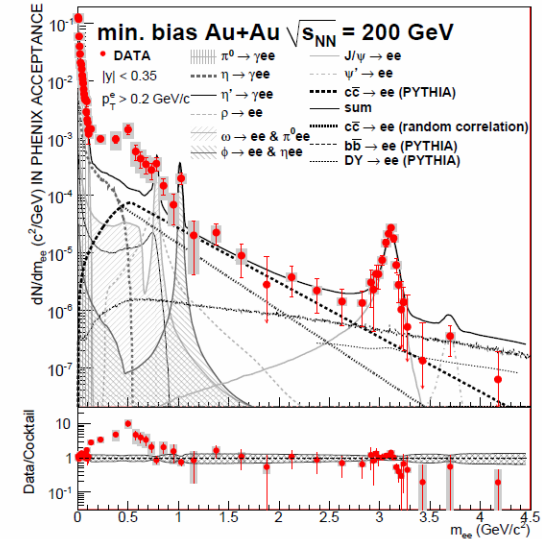
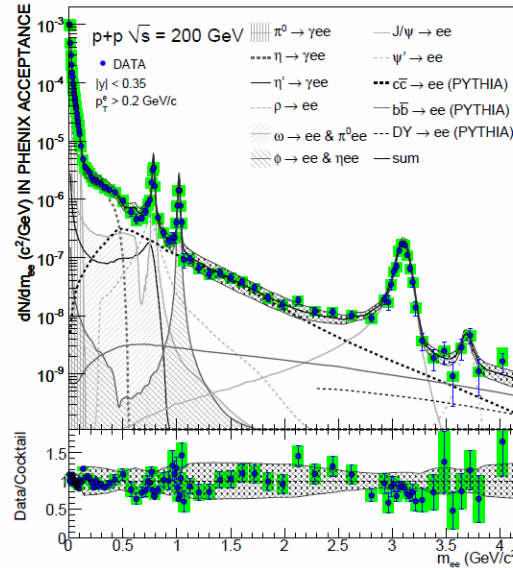
60-92 %

40-60 %

20-40 %



- ❖ Континуум измерен для различных классов событий по центральности
- ❖ Результаты, полученные для периферийных столкновений, согласуются с коктейлем



Конференции

1) Nucleus-2013, Москва

Публикации

1. Nuclear modification of ψ' , χ_c and J/ψ production in d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). May 23, 2013. 7 pp. Published in Phys.Rev.Lett. 111 (2013) 202301
2. Spectra and ratios of identified particles in Au+Au and d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). Apr 11, 2013. 18 pp. Published in Phys.Rev. C88 (2013) 024906
3. Quadrupole anisotropy in dihadron azimuthal correlations in central d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). Mar 7, 2013. 7 pp. Published in Phys.Rev.Lett. 111 (2013) 212301
4. Medium modification of jet fragmentation in Au+Au collisions at $s_{NN}\sqrt{s}=200$ GeV measured in direct photon-hadron correlations PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). Published in Phys.Rev.Lett. 111 (2013) 032301
5. ψ ($1S+2S+3S$) production in d+Au and p+p collisions at $s_{NN}\sqrt{s}=200$ GeV and cold-nuclear matter effects PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). Published in Phys.Rev. C87 (2013) 044909
6. Inclusive cross section and single-transverse-spin asymmetry for very forward neutron production in polarized p+p collisions at $s\sqrt{s}=200$ GeV PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). Published in Phys.Rev. D88 (2013) 032006
7. Double Spin Asymmetry of Electrons from Heavy Flavor Decays in p+p Collisions at $s\sqrt{s}=200$ GeV PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). Published in Phys.Rev. D87 (2013) 012011
8. Neutral pion production with respect to centrality and reaction plane in Au+Au collisions at $s_{NN}\sqrt{s}=200$ GeV PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). Published in Phys.Rev. C87 (2013) 034911

+ несколько статей по результатам выступлений на конференциях в 2011-2012

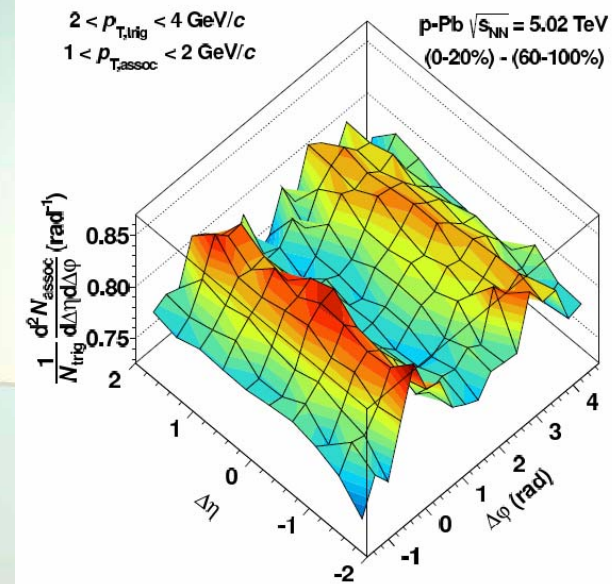
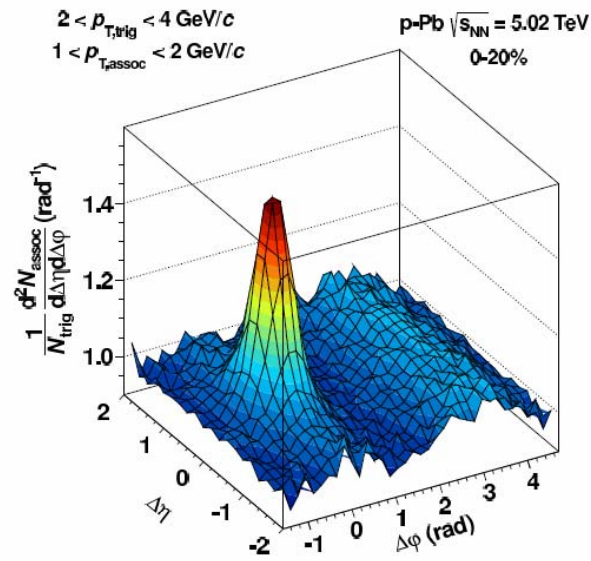
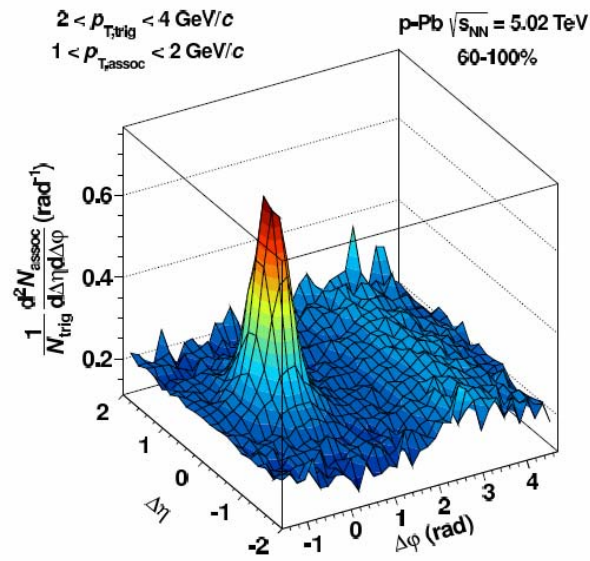
+ 6 в сборниках

Заключение

- ❖ Исследования на коллайдере RHIC успешно продолжаются
- ❖ ПИЯФ вносит свой вклад в обслуживание детектора и получение новых физических результатов.
- ❖ Физическая программа до 2015 г. сфокусирована на изучении:
 - ✓ ЛВМ и континуума в диэлектронном канале
 - ✓ сектора тяжелых ароматов (c,b)
 - ✓ струй и угловых корреляции: h-h, γ -h, (c,b)-h
- ❖ Началось активное обсуждение будущего ФЕНИКС после 2015 года.

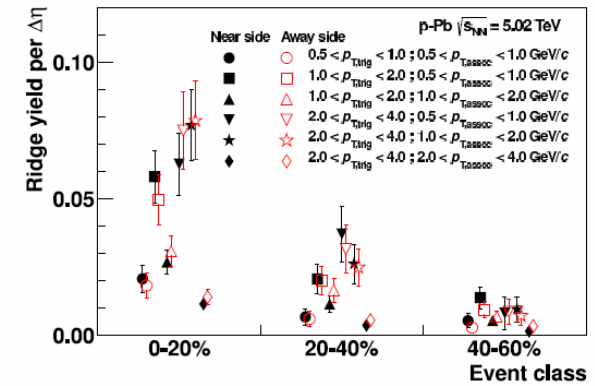
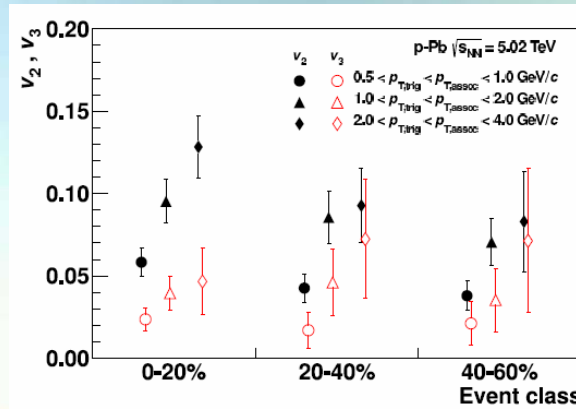
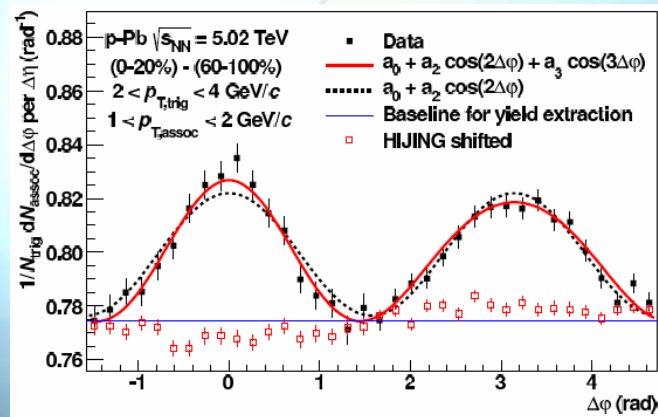
Backups

Double ridge, p+Pb @ 5 TeV (ALICE, PL B719,29) - I



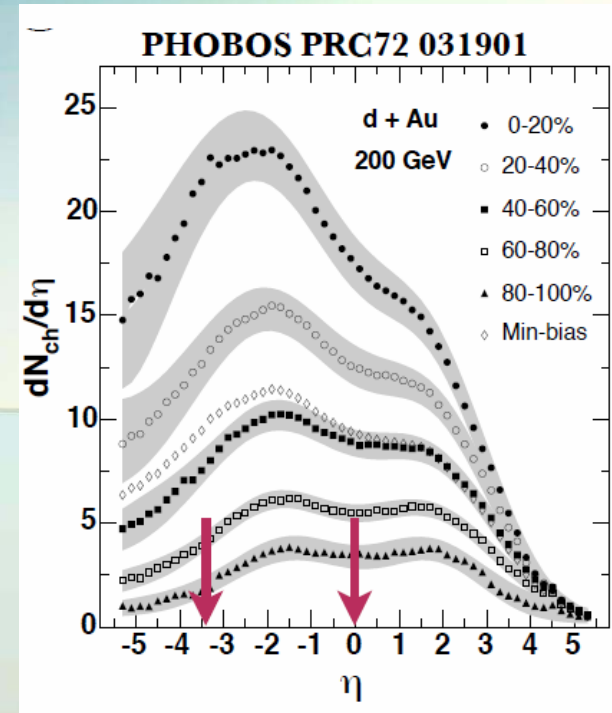
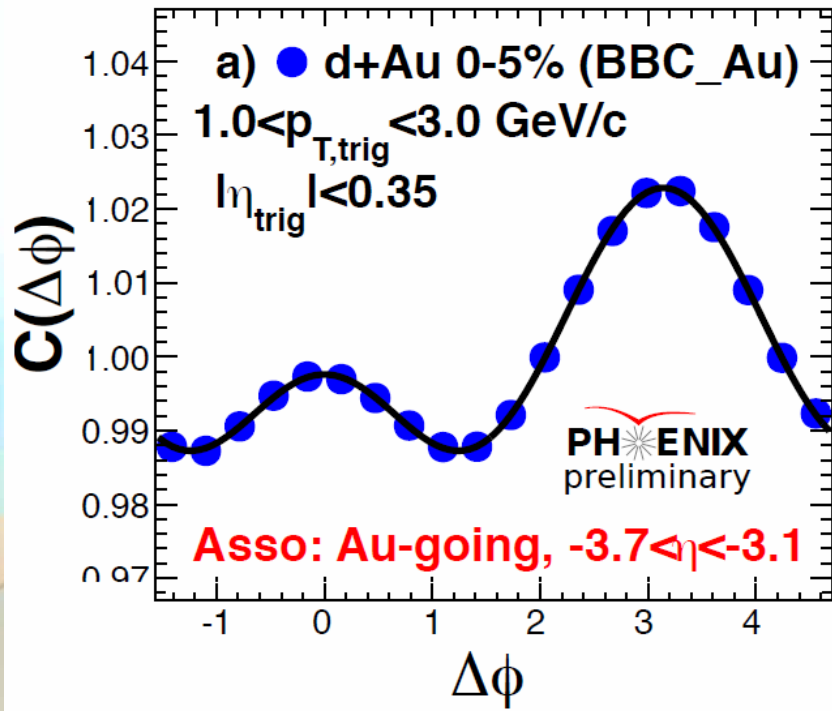
❖ Two long-range ridge-like structures, one on the near side and one on the away side, are observed when the per-trigger yield obtained in low-multiplicity events is subtracted from the one in high multiplicity events

Double ridge, p+Pb @ 5 TeV (ALICE, PL B719,29) - II



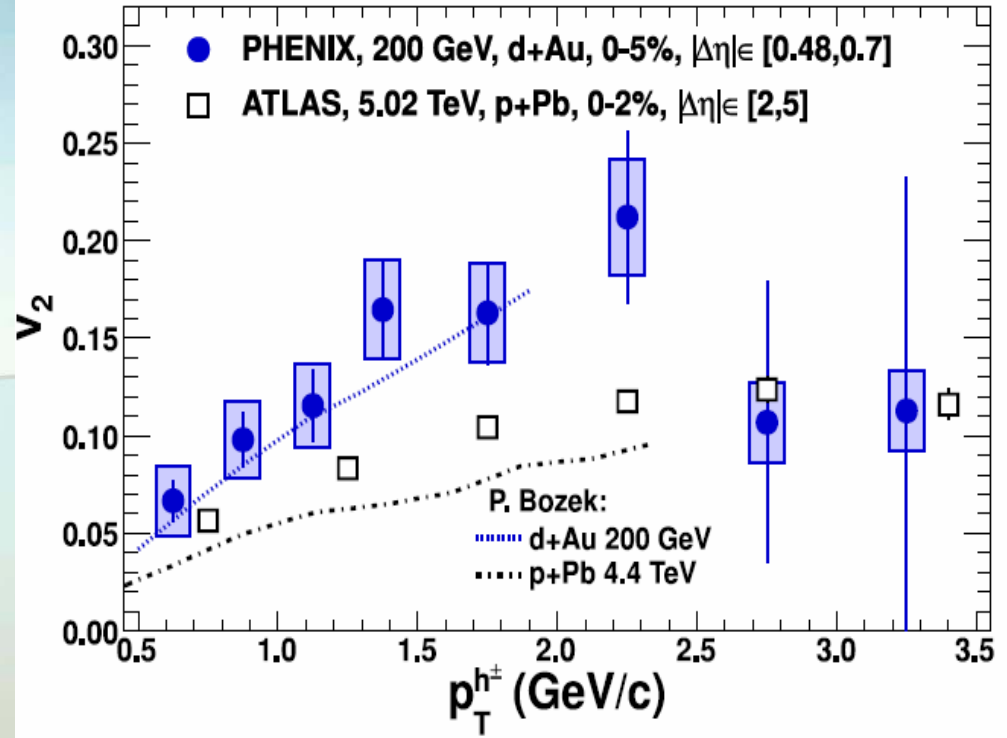
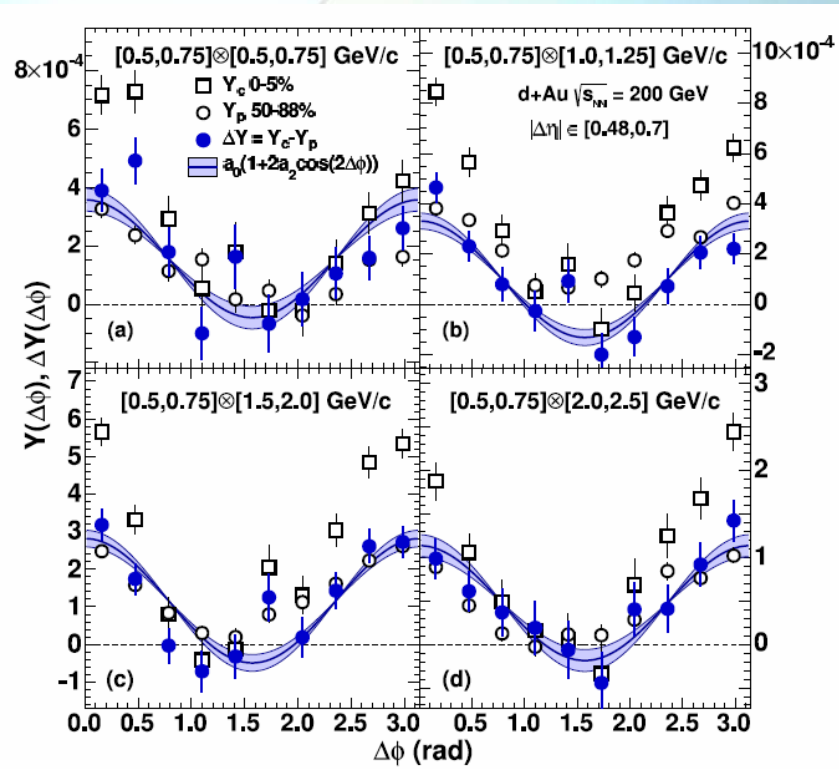
- ❖ The yields on the near side and on the away side are equal within the uncertainties for all studied event multiplicity and p_T bins, and the widths show no significant evolution with event multiplicity or p_T
- ❖ Near-side ridge is accompanied by an essentially identical away-side ridge.
- ❖ The two-ridge structure projected onto azimuthal angle is quantified with the second and third Fourier coefficients

Угловые $\Delta\phi$, $|\eta| = 3-4$, ФЕНИКС



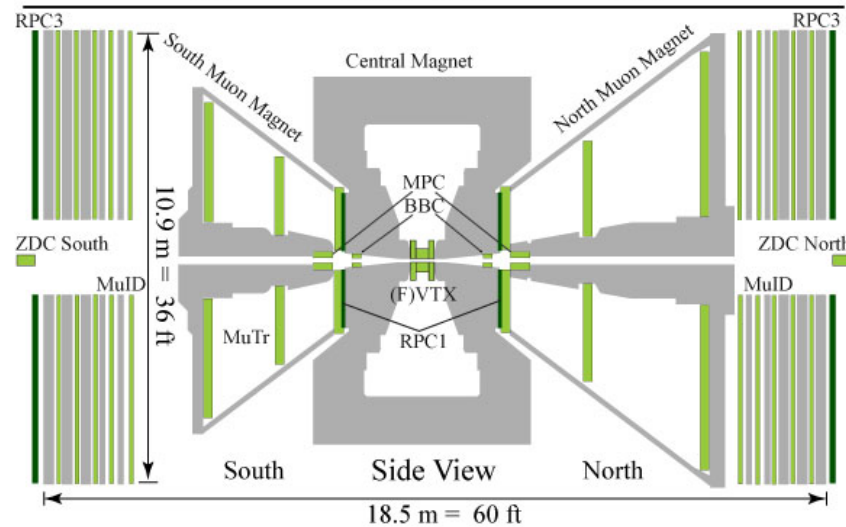
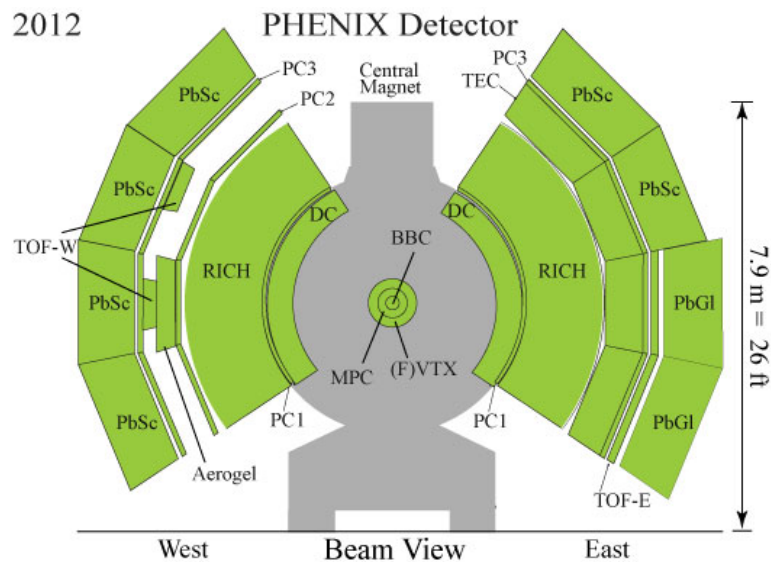
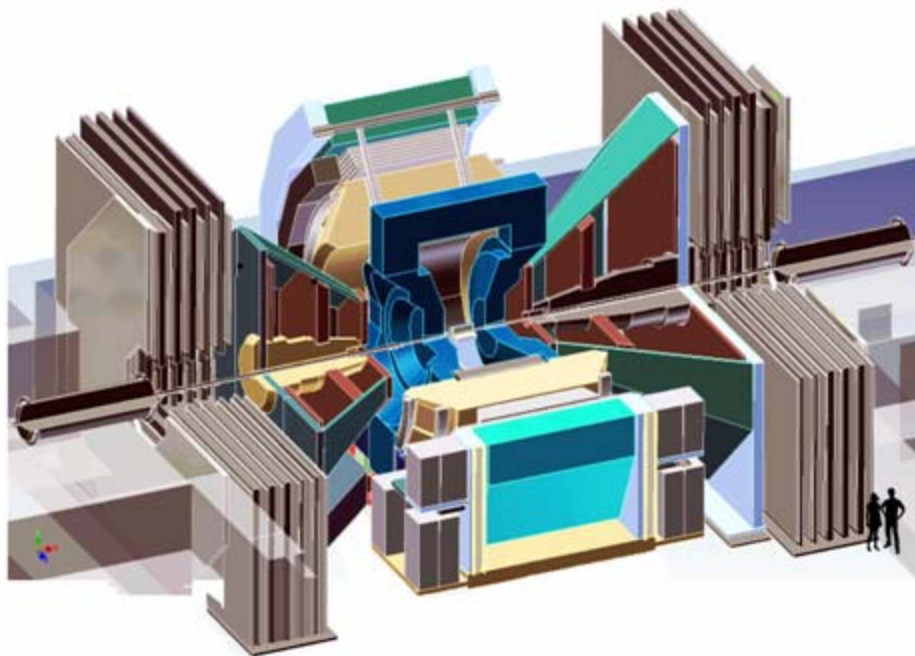
- ❖ Наблюдаются пики в области прямой ($\Delta\phi \sim 0$) и обратной ($\Delta\phi \sim \pi$) струй
- ❖ Прямое указание на наличие азимутальной корреляции между адронами, разделенными на несколько единиц по быстроте
- ❖ Подтверждение, что ранее представленные результаты ФЕНИКС не являются артефактом остаточных струеподобных корреляций

Угловые $\Delta\phi$, $|\Delta\eta| = 0.48-0.7$, d+Au @ 200 GeV ФЕНИКС

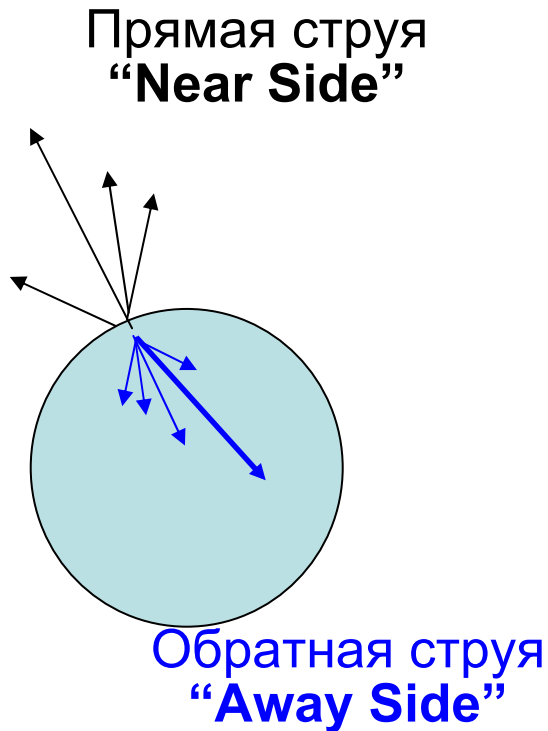


- ❖ Азимутальные корреляции между адронами, разделенными на 0.48-0.7 единиц по быстроте при различных импульсах триггерных частиц.
- ❖ Корреляции показаны для центральных (Y_c), периферийных (Y_p) столкновений и их разницы, $\Delta Y = Y_c - Y_p$
- ❖ Остаточные азимутальные корреляции для ΔY согласуются с предположением о наличии эллиптического потока.

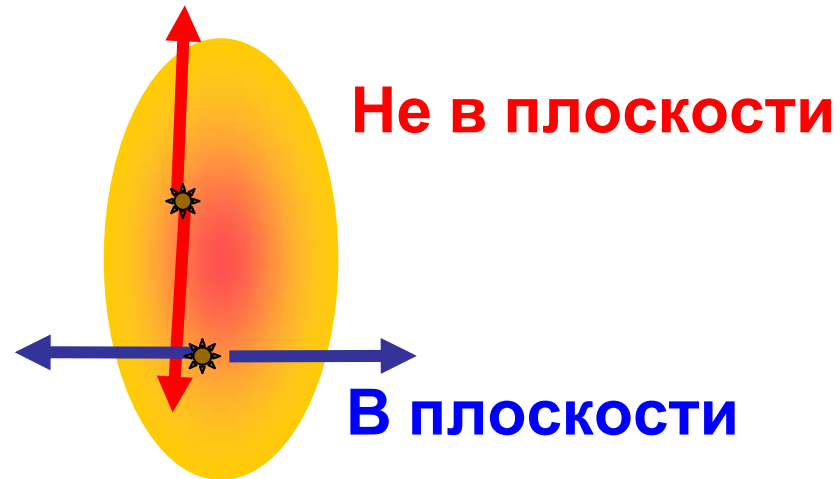
Диэлектроны, Au+Au @ $\sqrt{s}_{NN} = 200$ ГэВ, континуум



Определения



Область перекрытия ядер



Измеряются угловые корреляции между триггерной (лидирующей) и ассоциированными частицами: $p_T(\text{trig}) > p_T(\text{assoc})$

Вычитается вклад от эллиптического потока