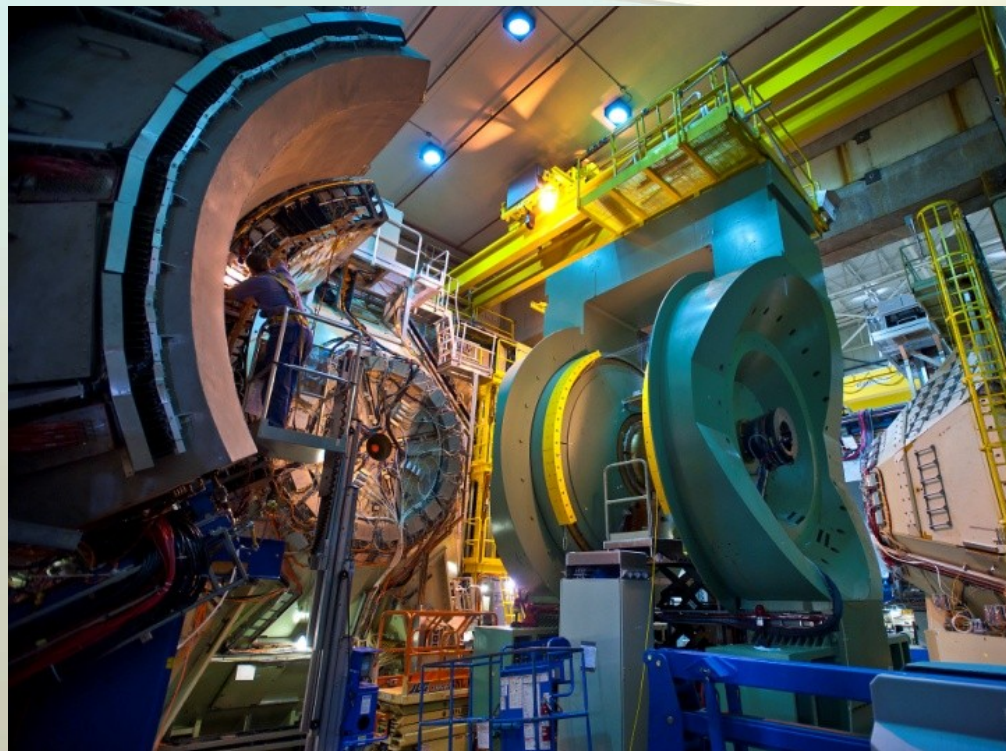


Эксперимент PHENIX на ускорителе RHIC, BNL.



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
 Skobeltsyn 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



14 countries, 73 institutions, Jan. 2015

Ab
 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 $^{-1}$
Run-14	2014	Au+Au	15 GeV	44. μb^{-1}
		Au+Au	200 GeV	44.2 nb $^{-1}$
		He ³ +Au	200 GeV	130 nb $^{-1}$
Run-15	2015	p+p	200 GeV	381 pb $^{-1}$
		p+Au	200 GeV	1.3 pb $^{-1}$
		p+AL	200 GeV	3.96 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

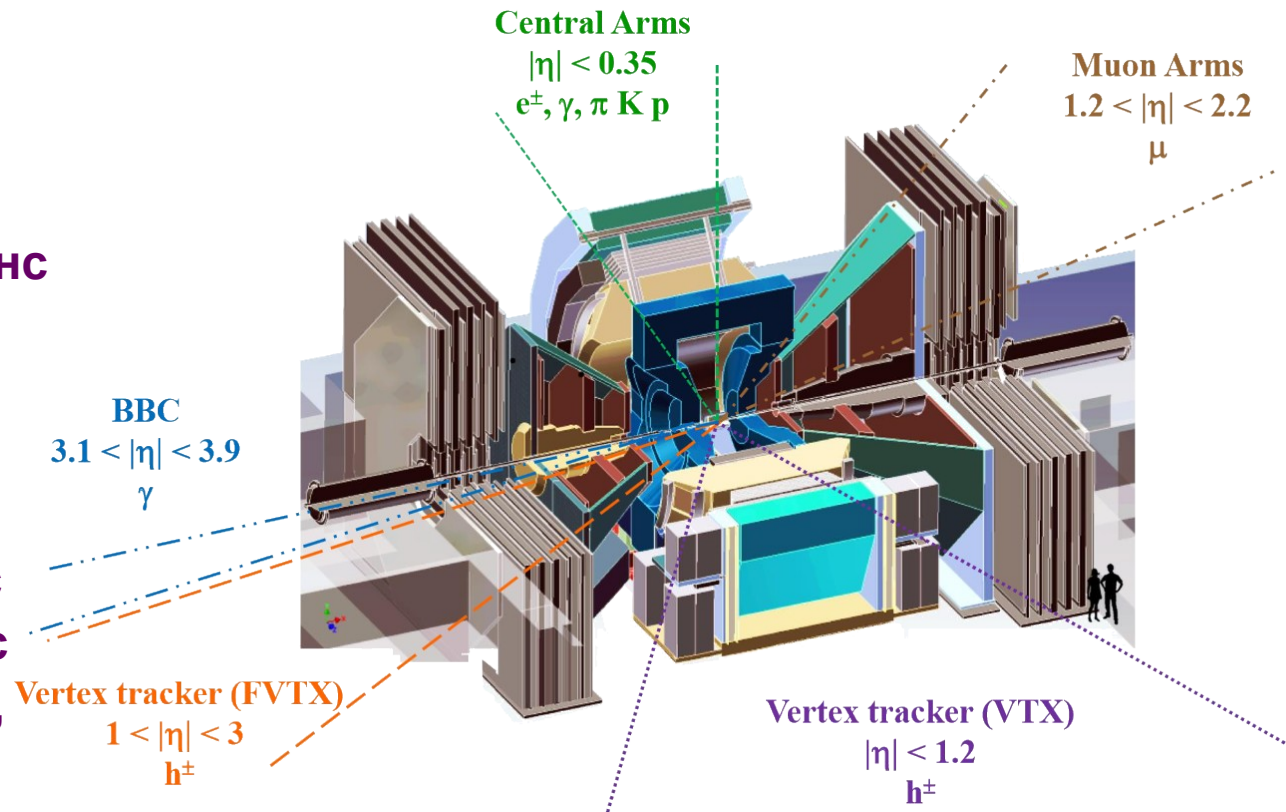
❖ Непрерывное повышение светимости пучков

❖ 15 циклов работы:
✓ 11 энергий (\sqrt{s})
✓ 8 комбинаций ядер

Участие ПИЯФ (2015 год).

Состав участников:

- ✓ В. Самсонов, д.ф.-м.н.,
зав. Лабораторией
- ✓ В. Баублис, к.ф.-м.н., СИС
- ✓ Д. Иванищев, к.ф.-м.н.
ИС.
- ✓ Б. Комков, СИС
- ✓ Д. Котов, к.ф.-м.н., СИС
- ✓ В. Рябов, д.ф.-м.н., ВИС
- ✓ Ю. Рябов, к.ф.-м.н., СИС
- ✓ А. Ханзадеев, д.ф.-м.н.,
ВИС.

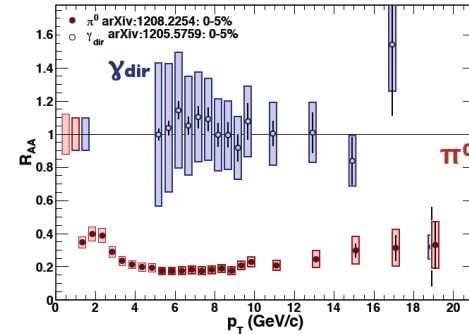


- ❖ Экспертное сопровождение, плановый ремонт ДК.
- ❖ Участие в наборе данных ~ 16 смен по 8 дней.
- ❖ Отбор данных высокого качества, определение характеристик детекторных подсистем, настройка параметров Монте-Карло.

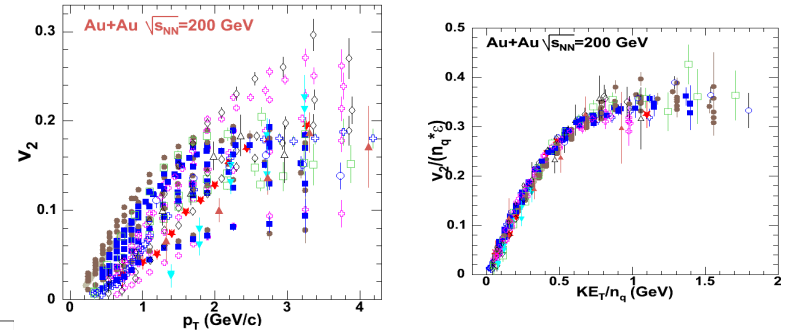
Физические результаты (2015 год).

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

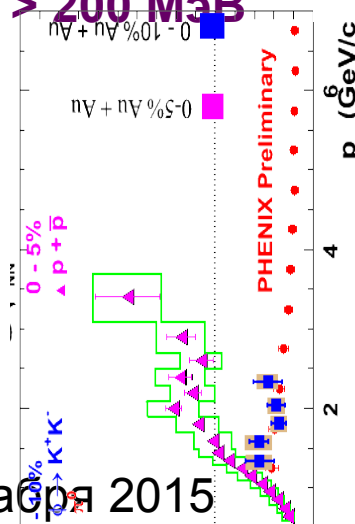
гашение струй (подавление выхода адронов с большим поперечным импульсом).



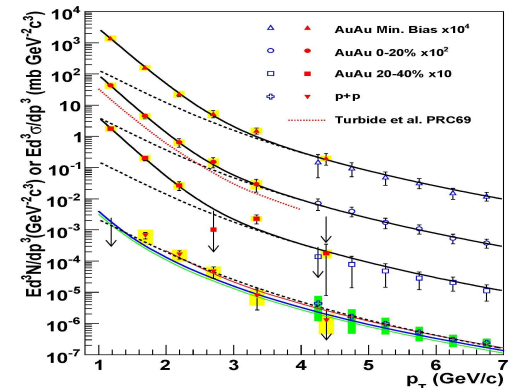
эллиптический поток, зависимость потока от массы, v_2



мягкие прямые фотоны, $T > 200$ МэВ

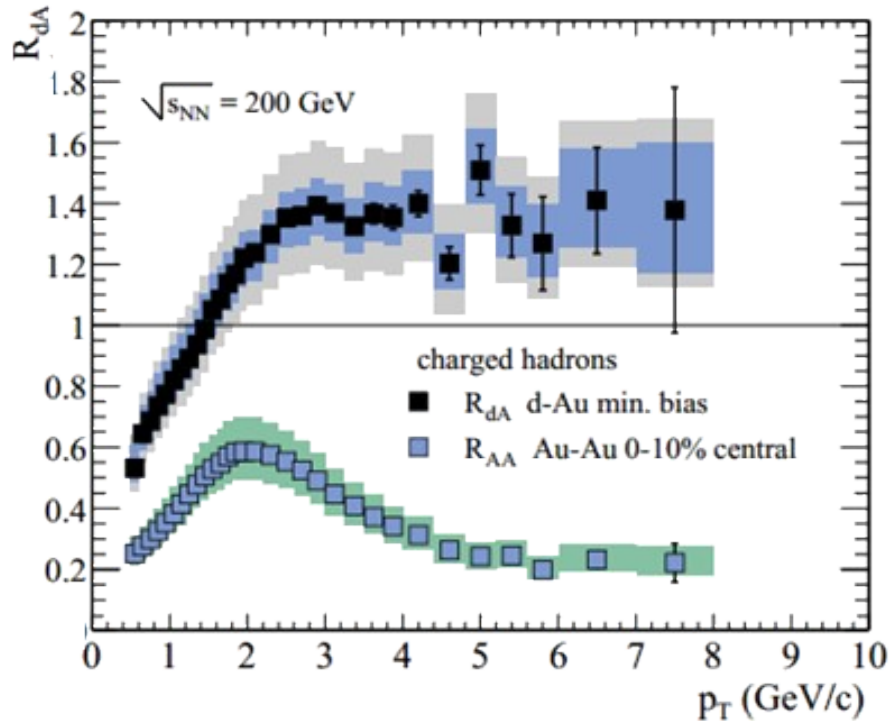


“барионная загадка”



Физические результаты (2015 год).

Phys.Rev.Lett. 91 (2003) 072303

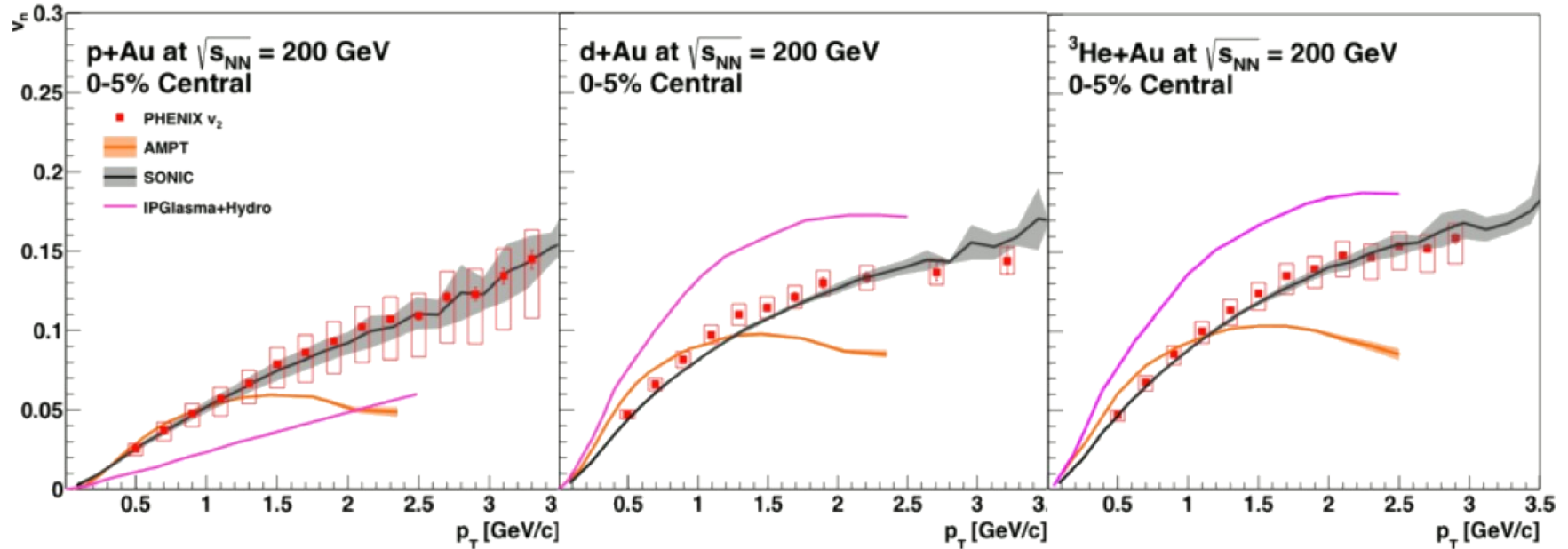


- ❖ Первоначальная идея для малых систем – контрольные эксперименты
- ❖ d(p)+Au – суперпозиция N+N столкновений за исключением эффектов начального состояния и эффектов холодной ядерной материи
- ❖ Отсутствие подавления для адронов в d+Au.

Появление новых экспериментальных данных на RHIC и LHC указывает на то, что малые системы выходят далеко за пределы просто контрольных измерений

Физические результаты (2015 год).

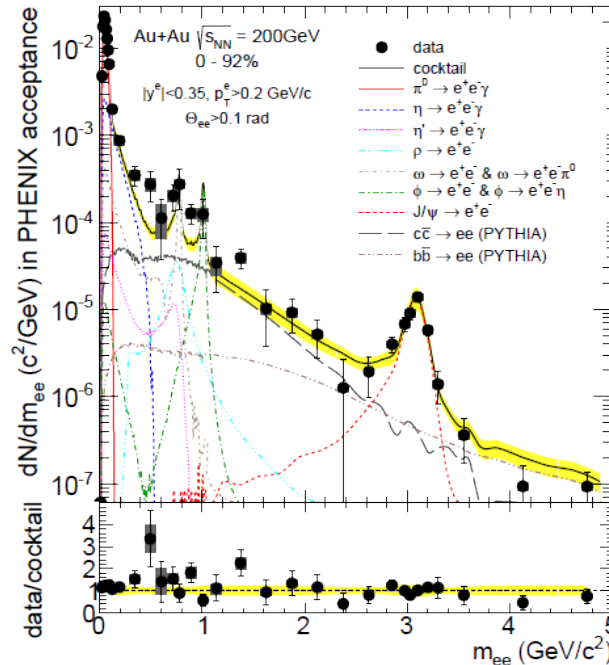
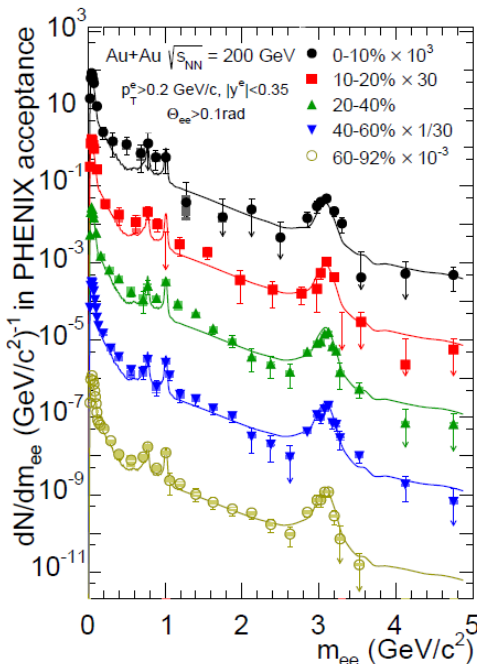
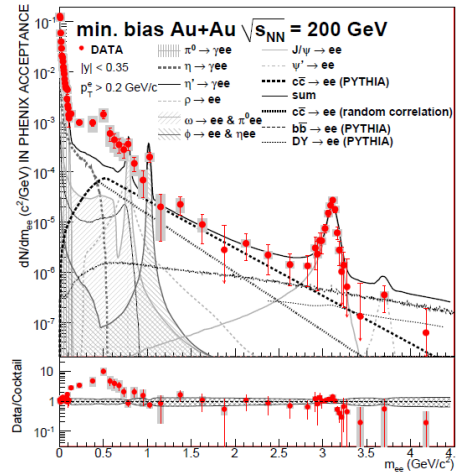
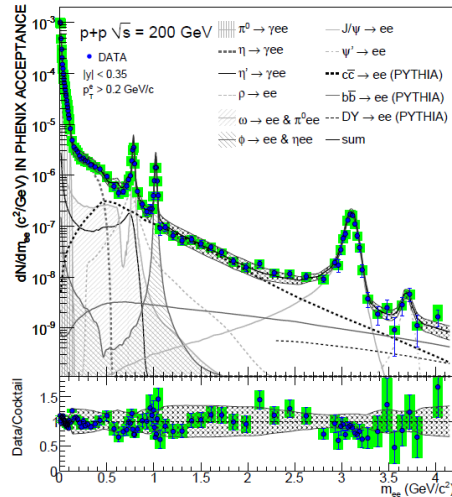
Пространственная анизотропия выхода частиц



- ❖ Данные 2008, 2014 и 2015 года;
- ❖ Для 3 систем наблюдаются не нулевые потоки; (для событий с большой множественностью);
- ❖ SONIC (гидродинамическая модель) хорошо описывает результаты;
- ❖ Нет однозначной интерпретации;

Физические результаты (2015 год).

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



- ❖ спектр масс $e^+ e^-$ пар (новые результаты с использованием HBD детектора + перерасчет старых);
- ❖ измерения для различных классов событий по центральности;
- ❖ результаты, полученные для периферийных столкновений, согласуются с коктейлем;

Конференции

Публикации

1. Measurements of elliptic and triangular flow in high-multiplicity $^3\text{He}+\text{Au}$ collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration Jul 22, 2015. 9 pp. Published in Phys.Rev.Lett. 115 (2015) 14, 142301
2. ϕ meson production in $d+\text{Au}$ collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration Jun 26, 2015. 14 pp. Published in Phys.Rev. C92 (2015) 4, 044909
3. Systematic study of charged-pion and kaon femtoscopy in Au + Au collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration (A. Adare (Colorado U.) et al.). Apr 20, 2015. 21 pp. Published in Phys.Rev. C92 (2015) 3, 034914
4. Systematic Study of Azimuthal Anisotropy in Cu+Cu and Au+Au Collisions at $s\sqrt{N}=62.4$ and 200 GeV PHENIX Collaboration Dec 2, 2014. 20 pp. Published in Phys.Rev. C92 (2015) 3, 034913
5. Systematic Study of Azimuthal Anisotropy in Cu+Cu and Au+Au Collisions at $s\sqrt{N}=62.4$ and 200 GeV PHENIX Collaboration Dec 2, 2014. 20 pp. Published in Phys.Rev. C92 (2015) 3, 034913
6. Charged-pion cross sections and double-helicity asymmetries in polarized p+p collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration Sep 5, 2014. 13 pp. Published in Phys.Rev. D91 (2015) 3, 032001
7. Search for dark photons from neutral meson decays in p+p and d + Au collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration Sep 2, 2014. 8 pp. Published in Phys.Rev. C91 (2015) 3, 031901
8. Cross section for bb^- production via dielectrons in $d+\text{Au}$ collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration May 15, 2014. 18 pp. Published in Phys.Rev. C91 (2015) 1, 014907
9. Centrality dependence of low-momentum direct-photon production in Au+Au collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration May 15, 2014. 11 pp. Published in Phys.Rev. C91 (2015) 6, 064904
10. Centrality dependence of low-momentum direct-photon production in Au+Au collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration May 15, 2014. 11 pp. Published in Phys.Rev. C91 (2015) 6, 064904
11. Heavy-quark production and elliptic flow in Au+Au collisions at $s\sqrt{N}=62.4$ GeV PHENIX Collaboration May 13, 2014. 19 pp. Published in Phys.Rev. C91 (2015) 4, 044907
12. Measurement of long-range angular correlation and quadrupole anisotropy of pions and (anti)protons in central $d+\text{Au}$ collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration Apr 29, 2014. 8 pp. Published in Phys.Rev.Lett. 114 (2015) 19, 192301
13. Measurement of $Y(1S+2S+3S)$ production in p+p and Au+Au collisions at $s\sqrt{N}=200$ GeV PHENIX Collaboration Apr 8, 2014. 16 pp. Published in Phys.Rev. C91 (2015) 1, 014907

+ несколько статей по результатам выступлений на конференциях в 2013-2014

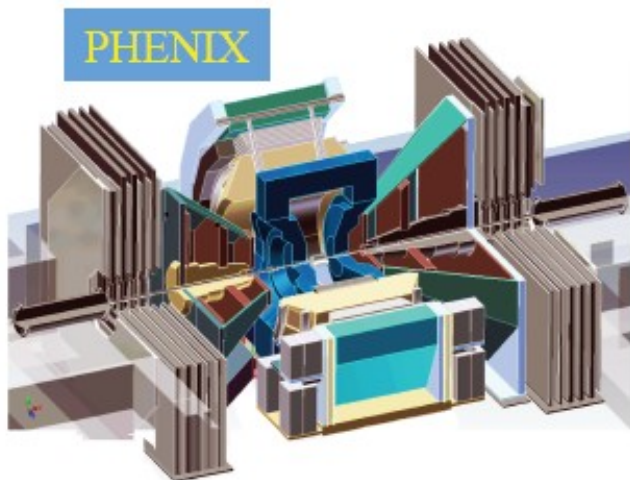
2. The 15th International Conference on Strangeness in Quark Matter, 06 July – 11 July 2015, Dubna, Russia.

3. Международная конференция по физике элементарных частиц и астрофизике (ICPPA-2015), МИФИ.

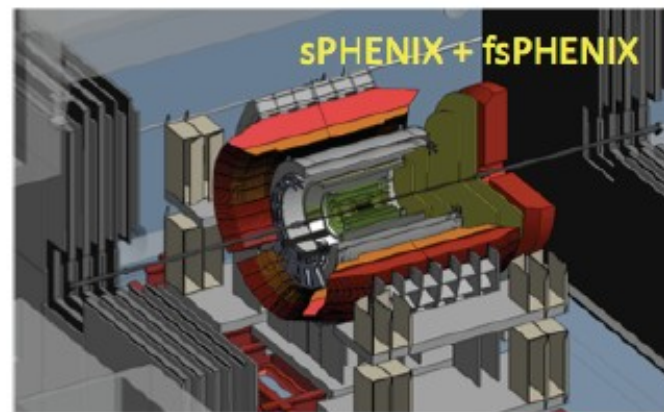
Научная сессия ОФВЭ, 22 декабря 2015

Планы

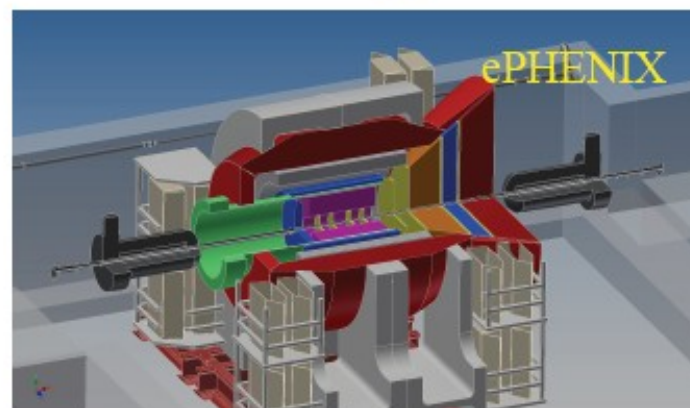
PHENIX -> EIC Detector Path



~2021-22



By ~2025



Evolve sPHENIX (pp and HI detector) to EIC Detector (ep and eA detector)

- To utilize e and p (A) beams at eRHIC with e-energy up to 15 GeV and p(A)-energy up to 250 GeV (100 GeV/n)
- e, p, He3 polarized
- Stage-1 luminosity $\sim 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ($\sim 1 \text{ fb}^{-1} / \text{month}$)

Backups

Участие ПИЯФ (2015 год).

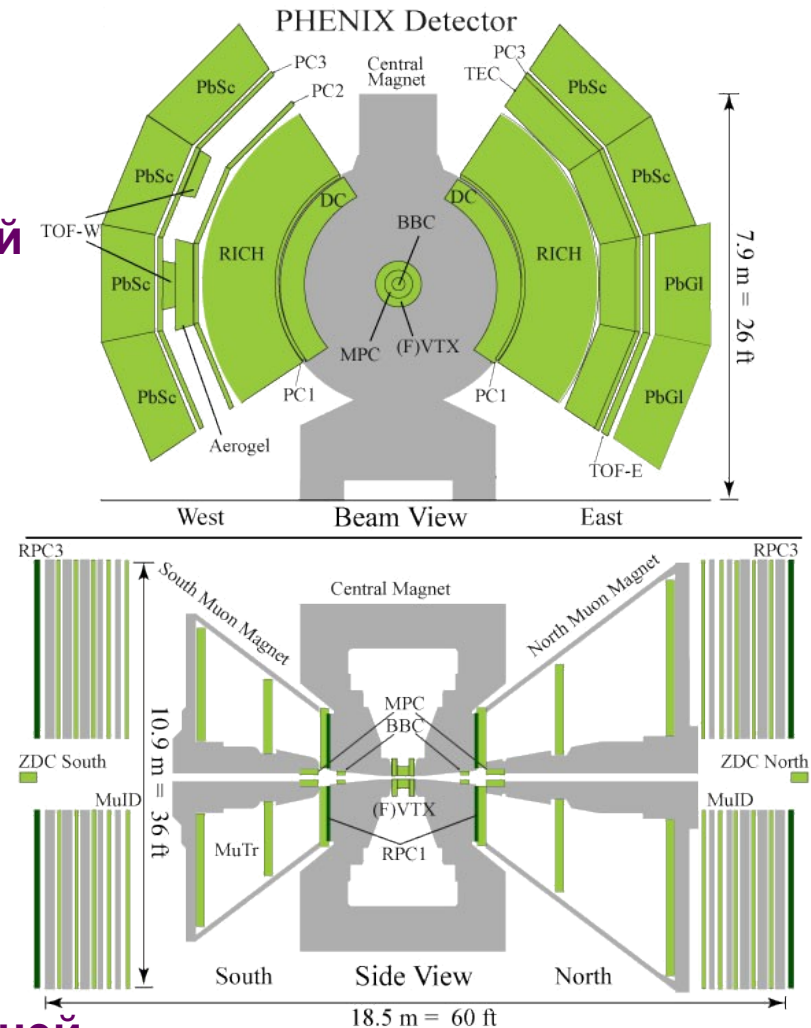
Состав участников:

- ✓ В. Самсонов, д.ф.-м.н., зав. Лабораторией
- ✓ В. Баублис, к.ф.-м.н., снс
- ✓ 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

❖ Экспертное сопровождение, плановый ремонт ДК.

❖ Участие в наборе данных ~ 16 смен по 8 дней.

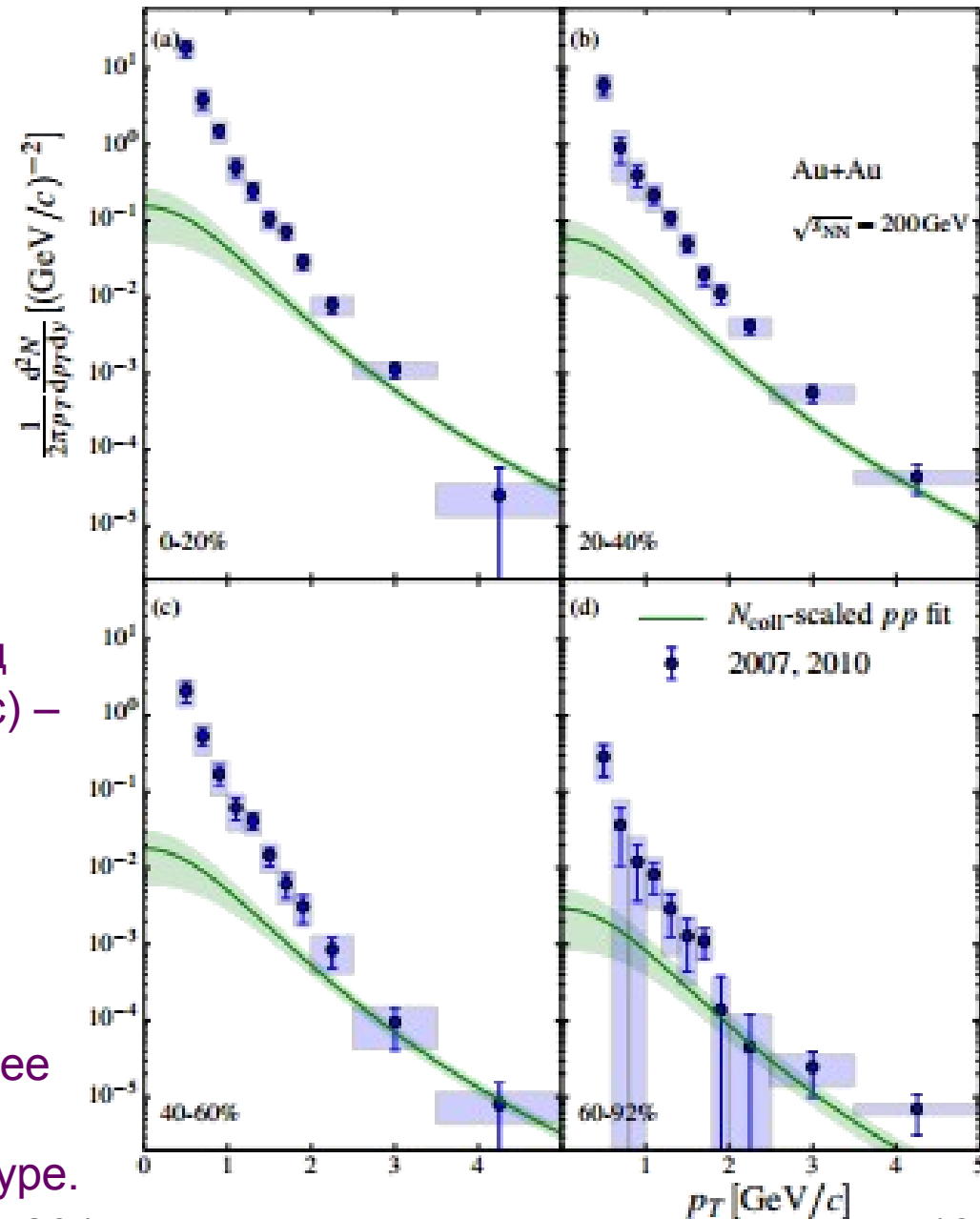
❖ Отбор данных высокого качества, определение характеристик детекторных подсистем, настройка параметров Монте-Карло.



Физические результаты (2014 год).

Прямые фотоны Au+Au 200 ГэВ (фотоны не от распадов адронов)

- ❖ Данные 2007 и 2010 года;
- ❖ измерены вплоть от поперечного импульса 0.4 ГэВ/с (конверсионные электрон-позитронные пары);
- ❖ измерения для нескольких центральностей столкновений;
- ❖ существенный избыточный выход мягких прямых фотонов ($p_T < 4$ ГэВ/с) – излучение среды;
- ❖ аппроксимация функцией ($\sim \exp(-p_T/T)$) дает оценку T (~ 240 МэВ);
- ❖ Теор. модели предполагают раннее излучение фотонов из системы, находящейся при высокой температуре.



Физические результаты (2014 год).

**Прямые фотоны Au+Au
200 ГэВ**
(фотоны не от распадов адронов)

- ❖ Прямые измерения и через конверсию;
- ❖ Существенные величины эллиптического потока;
- ❖ Теор. модели предполагают излучение на более поздних стадиях (расширяющаяся и остывающая среда);
- ❖ Противоречие – теор. объяснения нет.

