

5500 ГэВ/нуклон ЭНЕРГИТЭЙ РЬ+РЬ ҮЙЛЧЛЭЛЭЭР ҮҮССЭН СААРМАГ БӨӨМСИЙГ ЗАГВАРЧЛАХ

Академич Ц.Баатар, доктор Р.Тогоо, дэд доктор Б.Хүрэлбаатар,
ШУА, Физик Технологийн хүрээлэн

Abstract

The aim of high energy heavy ion physics is to study strongly interacting matter at extreme energy densities. QCD predicts that, at sufficiently high energy density, there will be a phase transition from hadronic matter to a plasma of deconfined quarks and gluons called a Quark-Gluon Plasma (QGP). Such a phase transition would have taken place in the early Universe some 10^{-5} seconds after the Big Bang and may still play a role today in the core of collapsing neutron stars.

The ALICE detector at the LHC will explore a new energy region where the CM energy per nucleon will be 300 times higher than at the CERN SPS. In this region the systems formed should be well above the QGP phase boundary. This gives a unique opportunity to study deconfined quark matter. The ALICE detector will have the capability to measure, simultaneously a very wide number of global variables and specific QGP signals, many on an event-by-event basis. ALICE will be able to go deep into the QGP phase and allow a detailed study of this regime.

The brief outline of the ALICE detector, its physics performance, instructions to run the V^0 and cascade analysis code, and effective m_T distribution for K^0_s , Λ^0 candidates for two Pb-Pb events are given.

The investigation has been performed in the Physical Institute Heidelberg University, Heidelberg, Germany.

Их энергийн хүнд ионы физикийн зорилго нь дараагийн хязгаарын энергийн нягтын үе дэх матерын хүчтэй харилцааг үйлчлэлийг судлахад оршино. Квант хромодинамикийн тооцоог хангалттай өндөр нягтын адроны матераас кварк, глюоны плазма руу шилжилт явагдах боломжтой байдаг. Энэ нь их дэлбэрэлт болсоноос 10^{-5} секундйн дараах төлөв байдалд очно. Өөрөөр хэлбэл нарны төвийн температураас даруй 100000 дахин өндөр температуртай орчин юм уу, эсвэл хэдхэн километрийн голч боловч нарны жинтэй дүйцэхүйц нейтронон одны (neutron star) төвийн нягттай ойролцоо төлөв байдалд хүрч болно.

Өнгөрсөн 20- иод жилд CERN- ий Super Proton Synchrotron (SPS) дээр хийгдсэн туршлагуудын үр дүн нь хүнд цөмүүдийн мөргөлдөөний үед кварк-глюоны плазм (КГП) үүсч байгаагийн анхны шинж тэмдгүүдийг баталж байна.

Өнөөдрийн хувьд гэвэл, АНУ- ын Брукхэйвений лаборатори дахь релятивистик хүнд ионы хурдасгуур RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) дээр SPS- ийн энергээс 12 дахин их энергийн мужид КГП- ын судалгаа явагдаж байна. CERN- д 2005 онд ашиглалтанд оруулахаар төлөвлөгдөн баригдаж байгаа LHC (Large Hadron Collider)- ын энерги нь SPS- ийнхээс 300 дахин их учир КГП-ыг өргөн хүрээтэйгээр судлах боломжийг эрдэмтэд олгож байгаа юм.

LHC хурдасгуур дээр эхний ээлжинд тавигдах туршлагуудын нэг нь 2007 онд эхлэх "ALICE" (A Large Ion Collider Experiment)[1] туршлага бөгөөд уг туршлагын бэлтгэл ажилд одоогийн байдлаар 26 орны 76 институтийн 1000 гаруй эрдэмтэд хамтран оролцож байгаа ба Монголоос ФТХ-ийн 3 эрдэмтэн Дубнагаар дамжин оролцож байна. ALICE туршлагын багаж төхөөрөмж дээр $\sqrt{s}=5.5$ ТэВ/нуклон энерги бүхий p-p, p-Pb, Pb-Pb үйлчлэлүүдийг явуулж КГП-ын шинж чанар, түүний динамик хувьсал, кварк, глюоноос адрон хэлбэржин үүсэх динамик зүй тогтолыг судлах зорилготой.

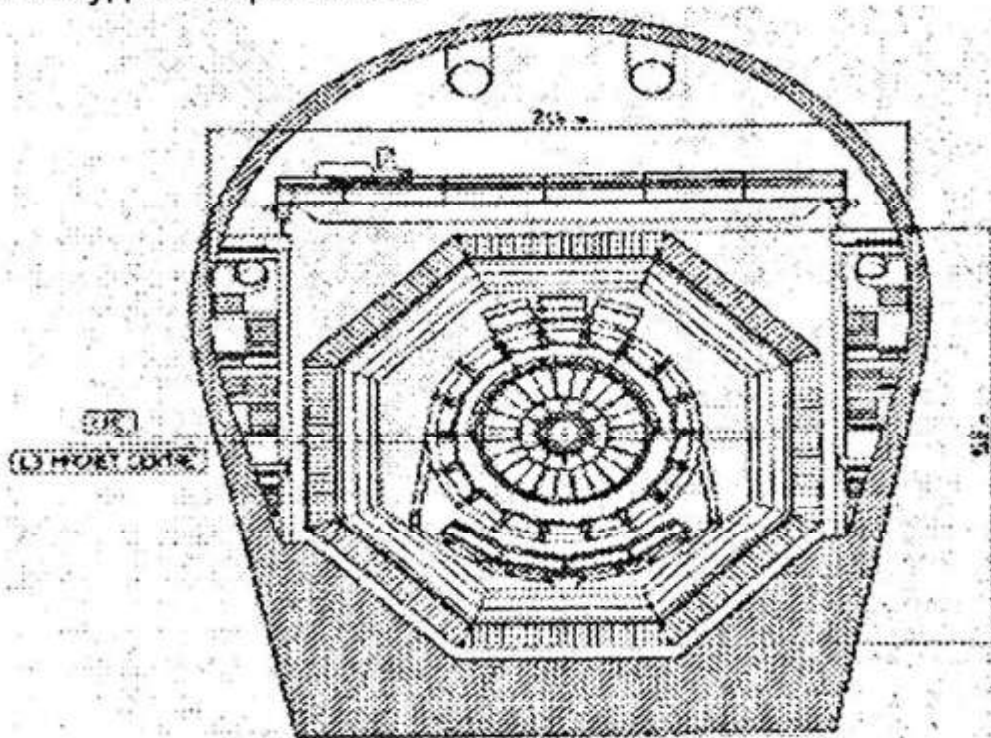


Figure 1: Transverse view of the ALICE detector

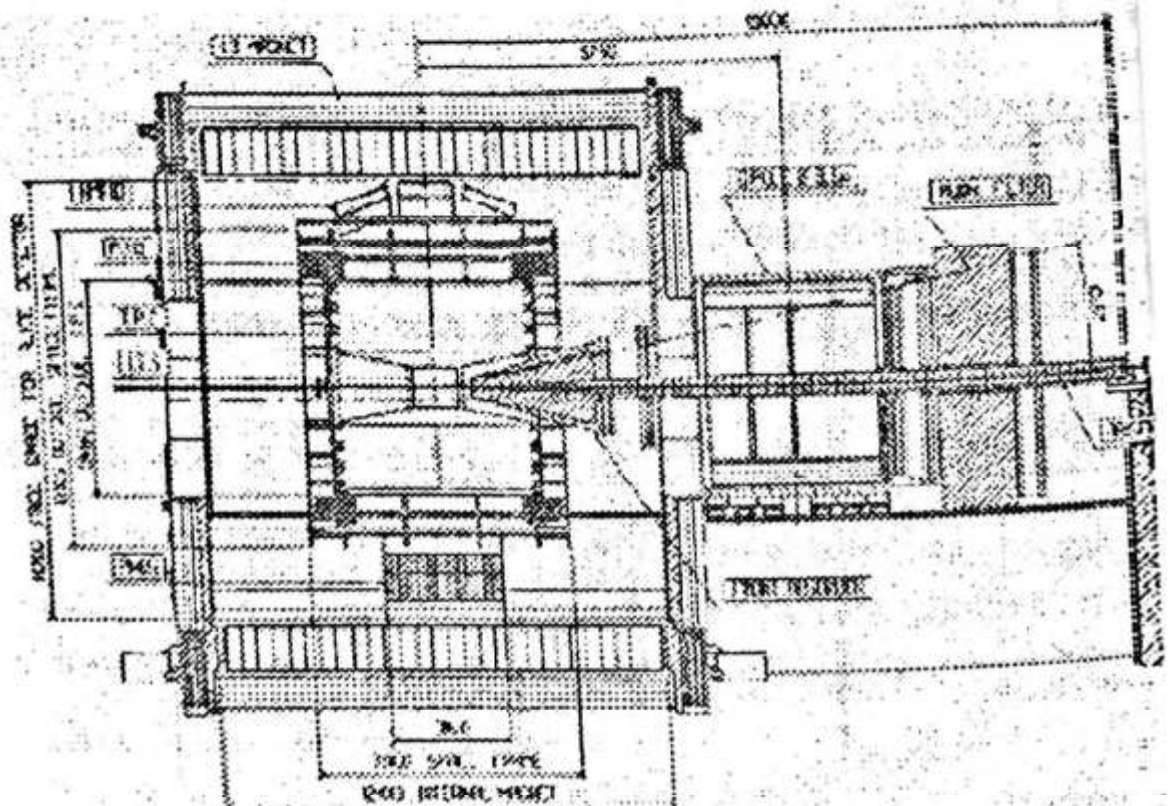


Figure 2: Longitudinal view of the ALICE detector

ALICE туршлагын төхөөрөмжүүдийг 1 ба 2-р зурагнаас хялбар болго. Үүнд:

1. Inner Tracking System (ITS) [2] нь 6 цилиндр хэлбэр детекторуудаас тогтсон (хүснэгт-1), $|\eta| \leq 0.9$ мужид үүссэн цэн бөөмсөөс гадна

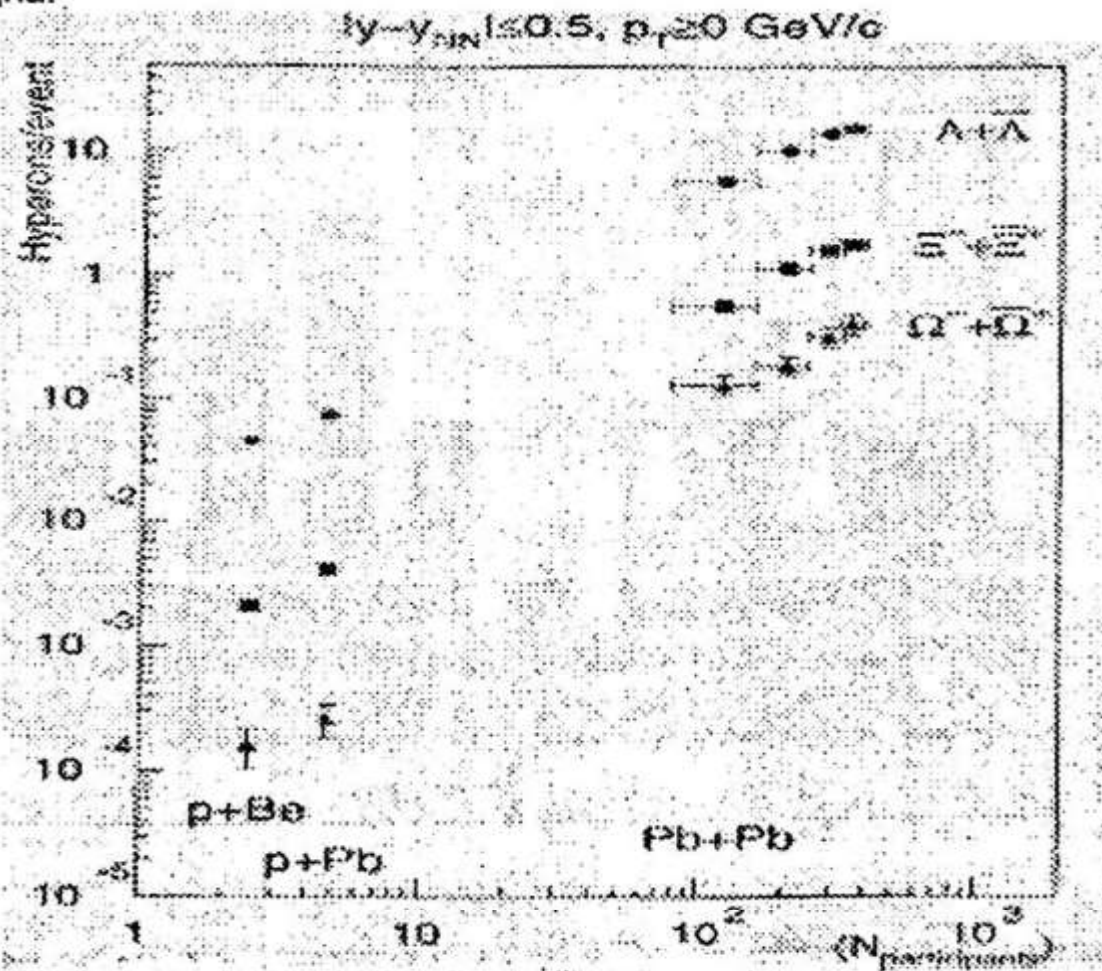
$K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$, $\Lambda^0 \rightarrow \pi^+ p$, $\Xi \rightarrow \pi^+ \Lambda^0 \rightarrow \pi^+ \pi^+ p$, $\Omega^- \rightarrow K^- \Lambda^0 \rightarrow K^- \pi^+ p$ (задралуудыг нарийн бүртгэх боломжтой.

2. Time Projection Chamber (TPC)[3] нь 100 MeV/c-тэй тэн буюу их импульстэй бөөмсийн явсан зам, импульсийг бүртгэн ALICE-ийг гол детектор бөгөөд ITS, TRD (Transition Radia Detector)[4] хамтаар вектор мезоны резонансууд, с, в кваркууд бүрдсэн бөөмсийг бүртгэх зорилготой.

3. Time of Flight (TOF)[5] детектор нь бөөмсийг тэдгээр нисэлтийн хугацааг ашиглан таньж тодорхойлоход зориулагдсан

4. High Momentum Particle Identification (HMPID)[6] нь TOF-ийн ялган бүртгэх боломжгүй, их хурдтай бөөмсийг Черенковын эффектийг ашиглан ялгах детектор бөгөөд 1997 онд CERN-д амжилттай туршигдан, одоогоор RHIC хурдасгуур дээр хэрэглэгдэж байгаа.

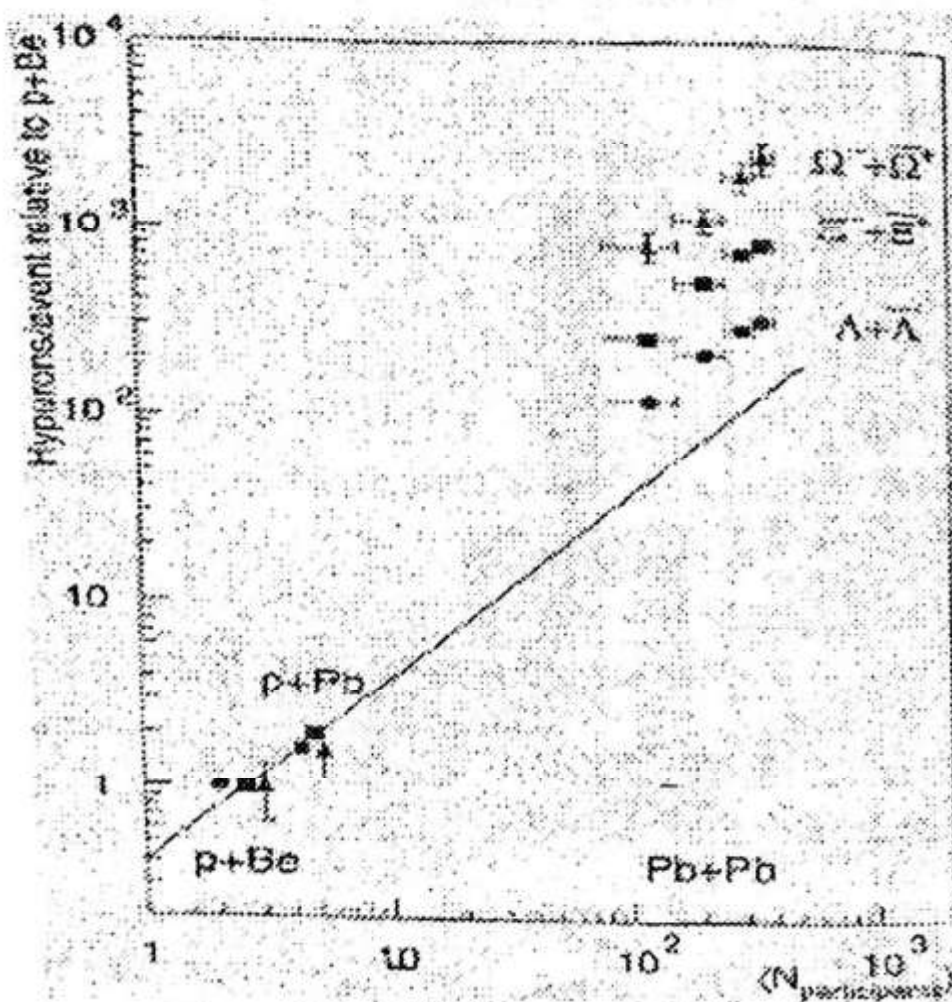
5. PHOS (Photon Spectrometer)[7]- цахилгаан соронзон калориметр нь $PbWO_4$ - оор хийгдсэн, $2 \times 2 \times 20$ см³ хэмжээтэй блокуудаас тогтох бөгөөд 18 м² талбайг хамарсан, харилцан үйлчлэлцэл явагдах цэгээс 4,6 метрт байрлах, 0,5- аас 5 ГэВ хүртэлх энергитэй фотонуудыг - $0,27 < \eta < 0,27$ мужид хэмжиж чадна.



Зураг. 3а

Хүнд ионуудын үйлчлэлийн үед КГП үүсч буйг илтгэх нэг шинж нь хүнд цөм-цөмийн үйлчлэлийн үед үүссэн гаж бөөмсийн олонлог адрон-цөмийн үйлчлэлийн үед үүссэн дээрхи бөөмсийн

олонлогоос эрс их байх явдал бөгөөд энэ нь CERN-д хийгдсэн WA97[8]-туршлагын үр дүнгээс харагдаж байна (зураг – 3а, 3б).



Зураг 3б

Fig.3: Hyperon yields per interaction (a), and hyperon yields per interaction rescaled so that the p-Be value is 1 (б).

Бидний ажлын гол зорилго бол WA97[8]-туршлагын үр дүнг \sqrt{s} энергийн түвшинд тавьж, туршилтын бэлтгэл ажилд идэвхит оролцох. ITS-д K_s^0 , Λ^0 , Ξ , Ω бөөмсийг ялган бүртгэх програм хангамжийг бэлтгэх, загварчлахад оршино.

K_s^0 , Λ^0 бөөмсийн үүсэх процессийг загварчлах, бүртгэх AliV0vertex.cxx, AliV0vertex.h, AliV0vertexer.cxx, AliV0vertexer.h; Хар Ξ , Ω бөөмсийн хувьд AliCascadeVertex.cxx, AliCascadeVertexer.cxx, AliCascadeVertexer.h, гэсэн C++ кодуудыг

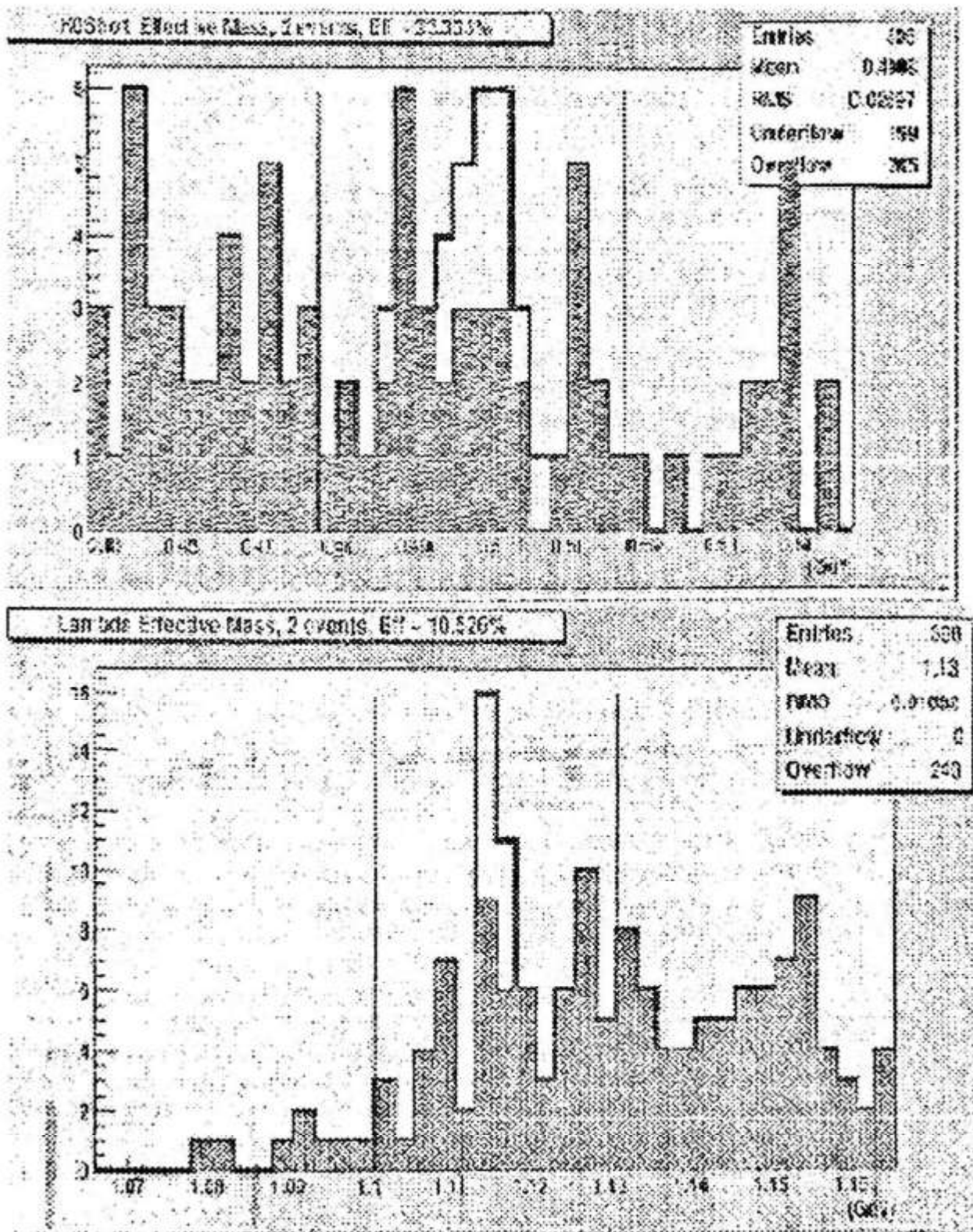


Fig.4: Effective mass distribution for K_S^0 -mesons, Λ^0 -hyperons for Pb-Pb collisions at $\sqrt{s}=5.5$ TeV/N.

ашиглах ба эдгээр кодуудыг /afs/cern.ch/alice/library/pro/Г директороос үзэж болно. 4-р зурагт $\sqrt{S}=5.5$ ТэВ/нуклон энергит Рь-Рь үйлчлэлийн 2 тохиолдолыг загварчилж, K^0_s , Λ^0 -ын эффект массын түгэлтийг гарган авсныг үзүүлэв.

Table 1: Inner Tracking System dimensions.

Layer	Type	r (cm)	$\pm z$ (cm)	Area (m ²)
1	pixel	3.9	12.25	0.06
2	pixel	7.6	16.3	0.17
3	drift	14	21.1	0.37
4	drift	24	29.6	0.89
5	strip	40	45.1	2.27
6	strip	45	50.4	2.85
Total area= 6.61 m ²				

НОМ ЗҮЙ

1. ALICE Technical Proposal for A large Ion Collider Experiment at CERN LHC (ALICE Collaboration: N.Ahmad et al)
2. ALICE Technical Design Report of the Inner Tracking System (IT) (ALICE Collaboration: G.Dellacasa, ..., Ts.Baatar, R.Tog B.Khurelbaatar, ..., A.Ljubicic and T.Tustonic) ITS CERN/LHC 99-1 ALICE TDR 4, 18.June 1999 ISBN 92-9083-144-8
3. ALICE Technical Design Report of the Time Projection Chamber (ALICE Collaboration: G.Dellacasa, ..., Ts.Baatar, R.Tog B.Khurelbaatar, ..., K.Kadija and T.Susa) - TPC CERN/LHCC 2000-0 ALICE TDR 7, 7 January 2000 ISBN 92-9083-155-3
4. ALICE Technical Design Report of the Transition Radiation Detector (ALICE Collaboration: P.Cortese, ..., Ts.Baatar, R.Tog B.Khurelbaatar, ..., R.Piskas and K.Pubjic). -CERN/LHCC 2001-0 ALICE TRD 9, 3 October 2001, ISBN 92-9083-184-7.
5. ALICE Technical Design Report of the Time of Flight System (TOF) (ALICE Collaboration: G.Dellacasa, ..., Ts.Baatar, R.Tog B.Khurelbaatar, ..., K.Kadija and T.Susa) -TOF CERN/LHCC 2000-4 ALICE TDR 8, February 2000 ISBN 92-9083-159-6
6. ALICE Technical Design Report of the High Momentum Particle Identification Detector (ALICE Collaboration: S.Beole, ..., Ts.Bac R.Togoo, B.Khurelbaatar, ..., A.Ljubicic and T.Tustonic) -HM

CERN/LHCC 98-19, ALICE TDR 1, AUGUST 1998 ISBN 92-9083-134-0

7. ALICE Technical Design Report of the Photon Spectrometer (PHOS) (*ALICE Collaboration: G.Dellacasa, ..., Ts.Baatar, R.Togoo, B.Khurelbaatar, ..., A.Ljubicic and T.Tustonic*)-PHOS CERN/LHCC 99-4, ALICE TDR 2, 5 March 1999 ISBN 92-9083-138-3
8. Antinori F. et al., WA97 Coll., Int.Europhysics Conf. On High Energy Physics, Tampere, Finland, 15-21 Jul 1999, IOP, Bristol, 1999, pp. 968-70., Andersen E., et al., WA97 Coll., 28-th Int. Simposium on Multiparticle Dynamics, Delphi, Greece, 6-11 Sep 1998- World Sci., Singapore, 2000, pp. 54-67.