

50 - years of continuous research on Aragats



September 1971.
Tuning spark chambers
of muon spectrometer

In September 2021, the head of CRD, A.Chilingarian, launched at Aragats a small lab for research in high-energy atmospheric physics. Exactly 50 years ago A.Chilingarian climbed Aragats to work on the muon spectrometer (top picture) for the first time. In the bottom picture, you can see him after 50 years near the magnetic spectrometer building.



September 2021.
Near the building of
muon spectrometer



SEVAN detector launched on 4 October 2019, (Berlin and Hamburg, DESY); from left to right: B.Sargsyan, T.Karapetyan, M.Walter, J. Knapp and A.Chilingarian



The Thunderstorms and Elementary Particle Acceleration (TEPA-2018) conference proceedings are published! This is the 4th volume of TEPA proceedings, the first international conference on HEPA physics!

A.I. Alikhanyan National Science Laboratory
Yerevan Physics Institute (YerPhi)

2 Alikhanyan Brothers,
Yerevan, Armenia 0036

Phone. +374 352041
E-mail. mhayrapet@mail.ru
www.crd.yerphi.am



A. ALIKHANYAN
National Laboratory

COSMIC RAY DIVISION (CRD) OF A.I. ALIKHANYAN NATIONAL LABORATORY

Continuous Cosmic Ray research for 80 years

Aragats
research station



Nor Amberd
research station

AGU Centennial Meeting in Washington, 2018. From left to right: Dr. Bagrat Mailyan, Hripsime Mkrtychyan, Armine Saroyan, Ashot Chilingarian, Dr. John Karapetyan.



Eighty years ago, in 1943, amid World War II, one of the world's largest high-mountain research stations was established on Mt. Aragats, at 3,200 m. elevation. Since then, expeditions on Aragats have continued uninterrupted despite insufficient funding and shortages of electricity and fuel during the recent history of Armenia. Currently, physicists of the Cosmic Ray Division of the Yerevan Physics Institute, with reequipped and re-newed facilities, continue their research in galactic and solar cosmic rays, solar-terrestrial connections, high-energy atmospheric physics, and space weather.

The main research topic previously was the physics of the high-energy cosmic rays accelerated in our Galaxy and beyond. Two surface arrays of hundreds of plastic scintillators were measuring Extensive Air Showers (EASs), gigantic cascades of particles born in Interactions of the primary

high-energy protons or entirely stripped nuclei with atoms of the terrestrial atmosphere.

Aragats physicists first measured the energy spectra of cosmic ray protons and heavy nuclei, demonstrating the shock acceleration initiated by the supernova blasts as the most probable mechanism of particle acceleration. After concluding EAS experiments on Aragats, CRD started research in Solar Physics and Space Weather with newly designed detectors. Afterward, the Aragats Solar Neutron Telescope (ASNT), became the main spectrometer in High Energy Physics in the Atmosphere (HEPA). The culmination of solar physics research was the detection of solar protons with energies greater than 20 GeV accelerated in the vicinity of the Sun on 20 January. This finding put the maximal energy of solar accelerators at a new high.

In 2008 CRD turned to HEPA investigations observing electron accelerators operated in thunderclouds by the particle bursts registered on the ground – Thunderstorm Ground Enhancements (TGEs).

On Aragats facilities, simultaneously measure the electrical and geomagnetic fields, radio emission from atmospheric discharges, rain rate, temperature, relative humidity, and other meteorological parameters. TGEs observed on Aragats consist of gamma rays, electrons, and, rarely, neutrons. The adopted multivariate analysis of these parameters allows for correlating different fluxes, fields, and lightning occurrences, finally establishing a comprehensive model of atmospheric accelerators.

Nor-Amberd 2019. Dr. Tigran Karapetyan instructs summer school students to operate a cosmic ray monitor in the laboratory at Nor Amberd research station, Mt. Aragats.



CRD technician Gurgen Jabaryan is repairing the local networking system after a major electricity failure in Aragats. For 5 days, the diesel generator supported the operation of ASEC facilities. Data was recovered.



The operation of the SEVAN network brings new exciting results. SEVAN modules measure muon and gamma ray fluxes. A new method to determine the charge structure in thunderclouds was established. The world-largest TGE, with particle fluxes exceeding the background by 200 times, as measured by the SEVAN detector on Lomnický štít (Slovakia). The synergy of cosmic rays and atmospheric physics, which can become a leading direction in HEPA, allows explanations of all types of particle bursts within one framework, i.e., as consequences of extensive air showers entering regions of strong atmospheric



TEPA-2018 conference participants next to the Dragon stone.

electric fields. Research conducted on Aragats in 2019-2022 allowed the discovery of substantial ionizing fluxes incident upon the terrestrial atmosphere during thunderstorms and vast electric fields (up to 200 kV/m) near the earth's surface (50-150m), which can have significant consequences on the safety of launching rockets and operation of aircraft during thunderstorms.

50 ՏԱՐԿԱ ՇԱՐՈՒՆԱԿԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ ԱՐԱԳՈՒՑՈՒՄ



Սեպտեմբեր 1971:
Մյուռն սպեկտրոմետրի
կայծային խցիկների
կարգավորումը

2021 թվականի սեպտեմբերին ՏԾԲ-ի ղեկավար Ա. Զիլինգարյանը Արագածում գործարկեց լաբորատորիա՝ բարձր էներգիայի մթնոլորտային ֆիզիկայի հետազոտությունների համար: Ուղիղ 50 տարի առաջ Ա. Զիլինգարյանը բարձրացավ Արագած՝ առաջին անգամ աշխատելու մյուռնային սպեկտրոմետրի վրա (վերևի նկար): Ներքևի նկարում կարող եք տեսնել Նրան 50 տարի անց մագնիսական սպեկտրոմետրի շենքի մոտ:



Սեպտեմբեր 2021:
Մագնիսական
սպեկտրոմետրի
շենքի մոտ



SEVAN դետեկտորը գործարկվել է 2019 թվականի հոկտեմբերի 4-ին, (Բեռլին և Զամբուրգ, DESY); ձախից աջ՝ Բ. Սարգսյան, Տ. Կարապետյան, Մ. Ուլոյթեր, Զ. Կնսպ և Ա. Զիլինգարյան



Հրատարակվել են «Ամպրոպների և տարրական մասնիկների արագացման» (TEPA-2018) գիտաժողովի նյութերը: Սա մթնոլորտի բարձր էներգիայի ֆիզիկայի առաջին միջազգային գիտաժողովի վարույթի 4-րդ հատորն է:

Ա. Ալիխանյանի անվ. ազգային լաբորատորիա
(Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ)

Ալիխանյան եղբայրներ 2,
Երևան, Հայաստան, 0036

Հեռ. +374 352041
E-mai. mhayrapet@mail.ru
www.crd.yerphi.am



ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅՈՒՆՆԵՐԻ ԲԱԺԻՆ (ՏԾԲ)
Ա. ԱԼԻԽԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎ. ԱԶԳԱՅԻՆ ԼԱԲՈՐԱՏՈՐԻԱ



Արագածի
գիտական կայան



Նոր Ամբերդի
գիտական կայան

**Ամերիկյան
Երկրաֆիզիկական
միություն
հարյուրամյակին
նվիրված
գիտաժողովը
Վաշինգտոնում,
2018թ. Ձախից աջ՝
Բագրատ Մայիլյան,
Յուրի Կոնստանտինով,
Արմինե Սարգսյան,
Աշոտ Զիլինգարյան,
Ջոն Կարապետյանը:**



Ութսուն տարի առաջ՝ 1943թ-ին, համաշխարհային երկրորդ պատերազմի ժամանակ Արագած լեռան լանջին՝ ծովի մակերևույթից 3200մ բարձրության վրա, հիմնադրվել է աշխարհի ամենամեծ բարձր-լեռնային գիտահետազոտական կայանը: Այդ ժամանակվանից ի վեր Արագածի վրա գիտարշավները շարունակվել են անդադար՝ չնայած Հայաստանի նորագույն պատմության ընթացքում անբավարար ֆինանսավորմանը, էլեկտրա-ներգիայի և վառելիքի պակասին: Ներկայումս Ա.Ի. Ալիխանյանի անվան Ազգային Գիտական Լաբորատորիայի (Երևանի Ֆիզիկայի հետազոտությունների ինստիտուտ) Տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկայի բաժանմունքի (ՏՃՖ) ֆիզիկոսները վերագինված նորագույն սարքավորումներով շարունակում են հետազոտությունները գալակտիկական և արևային տիեզերական ճառագայթների, արևերկիր կապերի, մթնոլորտային բարձր էներգիայի ֆիզիկայի և տիեզերական եղանակի բնագավառներում:

Ի սզբանե հետազոտության հիմնական թեման մեր գալակտիկայում և նրա սահմաններից դուրս արագացված բարձր էներգիայի տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկան էր:

Հարյուրավոր պլաստիկ սցինտիլյա-տորներից բաղկացած դետեկտորները չափում էին մթնոլորտային լայն հեղեղներն ու մասնիկների հսկայական հոսքերը Հետազոտությունների արդյունքում Արագածի ֆիզիկոսները չափել են տիեզերական ճառագայթների՝ պրոտոնների և ծանր միջուկների էներգետիկ սպեկտրները, ցույց տալով գերնոր աստղերի պայթյունների հետևանքով առաջացած հարվածային արագացումը որպես մասնիկների արագացման ամենահավանական մեխանիզմ:

Արագածի վրա Լայն Մթնոլորտային Հեղեղների գիտափորձերն ավարտելուց հետո ՏՃՖ բաժանմունքում նախագծված նոր դետեկտորներով սկսվեցին հետազոտությունները արեգակնային ֆիզիկայի և տիեզերական եղանակի բնագավառում: Այդ բնագավառում հետազոտություններից ստացված ամենամեծ արդյունքը եղավ 2005թ-ի հունվարի 20-ին՝ Արեգակի մերձակայքում արագացված և 20 ԳԷՎ-ից ավելի էներգիա ունեցող արեգակնային պրոտոնների գրանցումն ու բացահայտումը, ինչը արեգակնային արագացուցիչներում մասնիկների արագացման առավելագույն էներգիան նոր հարթության վրա դրեց:

2008թ-ից ի վեր ՏՃՖ բաժանմունքն անցել է մթնոլորտում բարձր էներգիայի ֆիզիկայի հետազոտություններին՝ դիտարկելով գետնի վրա գրանցվող տարբեր մասնիկների հոսքերի միջոցով ամպրոպային ամպերում էլեկտրոնների արագացումը- Ամպրոպային Վերգետնյա Ավելացումներ (ԱՎԱ): Բացի այդ Արագած և Նոր Ամբերդ բարձր լեռնային գիտական կայաններում միաժամանակ չափվել են էլեկտրական և գեոմագնիսական դաշտերը, մթնոլորտային պարպումներից ռադիոճառագայթումները, քամու արագությունը, ջերմաստիճանը, հարաբերական խոնավությունը և օդերևութաբանական բազմաթիվ այլ պարամետրեր: Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել են, որ Արագածում գրանցված ԱՎԱ-ները բաղկացած են գամմա ճառագայթներից, էլեկտրոններից և հազվադեպ նաև նեյտրոններից:

Ստացված արդյունքերի բազմաչափ վերլուծությունը թույլ է տալիս փոխկապակցել մասնիկների տարբեր հոսքերը, դաշտերը և կայծակի երևույթները՝ ի վերջո

Տիեզերական Կարապետյանը ամառային դպրոցի ուսանողներին համընթացում է տիեզերական ճառագայթների մոնիտոր գործարկել Արագած լեռան Նոր Ամբերդ գիտահետազոտական կայանի լաբորատորիայում:



ՏՃՖ-ի ճարտարագետ Գուրգեն Ջաբարյանը Արագածում էլեկտրաէներգիայի մեծ խափանումից հետո վերանորոգում է տեղական ցանցային համակարգը: 5 օր շարունակ դիզելային գեներատորն աշակցել է ASEC օբյեկտների շահագործմանը: Տվյալները վերականգնվել են:



հաստատելով մթնոլորտային արագացուցիչների համապարփակ մոդելը: SEVAN ցանցի հանգույցները գրանցում են էլեկտրոնների, մյուոնների, նեյտրոնների և գամմա ճառագայթների հոսքերը: Լուսինից կի Շտիտ-ում (Սյովակիա) գտնվող SEVAN դետեկտորում գրանցվել է աշխարհի ամենամեծ ԱՎԱ-ն, որում մասնիկների հոսքերը գերազանցել են ֆոնը 100 անգամ: Տիեզերական ճառագայթների և մթնոլորտային ֆիզիկայի սիներգիան, որը կարող է առաջատար ուղղություն դառնալ մթնոլորտում բարձր էներգիայի ֆիզիկայի ուսումնասիրությունների համար, թույլ է տալիս բացատրել բոլոր տեսակի մասնիկների հոսքերի ավելացումները մեկ շրջանակում, օրինակ՝ որպես մթնոլորտային ուժեղ էլեկտրական դաշտեր ներթա-



TEPA-2018 կոնֆերանսի մասնակիցները Վիշապաքարի կողքին:

փանցող վերգետնյա խոշոր հոսքերի հետևանք: 2019-2022 թվականներին Արագածում կատարված հետազոտությունները թույլ են տվել հայտնաբերել ամպրոպների ժամանակ երկրային մթնոլորտի վրա ընկնող հսկայական իոնիզացնող հոսքեր և շատ մեծ էլեկտրական դաշտեր (մինչև 200կՎ/մ) երկրի մակերևույթից 50-150մ բարձրությունների վրա, որոնք կարող են լուրջ հետևանքներ ունենալ ամպրոպի ժամանակ հրթիռների արձակման և օդանավերի շահագործման անվտանգության համար:

50 ЛЕТ НЕПРЕРЫВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА АРАГАЦЕ



Сентябрь 1971.
Настройка искровых камер
мюонного спектрометра

В сентябре 2021 года начальник ОКЛ А. Чилингарян запустил на Арагаце небольшую лабораторию для исследований в области физики атмосферы высоких энергий. Ровно 50 лет назад А. Чилингарян впервые поднялся на Арагац для работы на мюонном спектрометре (верхнее фото). На нижнем снимке его можно увидеть спустя 50 лет возле здания магнитного спектрометра.



Сентябрь 2021.
Около здания
магнитного
спектрометра



Детекторы SEVAN запущены в октябре 2019 г. в Германии (Берлин и Гамбург, DESY); слева направо: Б.Саргсян, Т.Карапетян, М.Вальтер, Дж.Кнапп и А. Чилингарян



Опубликованы материалы конференции «Грозы и ускорение элементарных частиц» (TEPA-2018). Это 4-й том трудов TEPA, первой международной конференции по атмосферной физике высоких энергий.

Национальная научная лаборатория им А. Алиханяна
(Ереванский физический институт)

Ул. Братьев Алиханян 2,
Ереван, Армения, 0036

Тел: +374 352041
E-mail: mhayrapet@mail.ru
www.crd.yerphi.am



А. АЛИХАНЫАН
National Laboratory

ОТДЕЛ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ (ОКЛ)

Национальная научная лаборатория им. А. Алиханяна

80 ЛЕТ НЕПРЕРЫВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Научная станция
на Арагаце



Научная станция
в Нор Амберде

Конференция к столетию Американского геофизического союза, Вашингтон, 2018 г., Слева направо: Баграт Маилян, Рипсима Мкртчян, Армине Сароян, Ашот Чилингарян, Джон Карапетян



Восемьдесят лет назад, в 1943 году, во время Второй мировой войны, на горе Арагац, на высоте 3200 м, была создана одна из крупнейших в мире высокогорных исследовательских станций. С тех пор экспедиции на Арагац продолжались непрерывно, несмотря на недостаточное финансирование и нехватку электроэнергии и топлива в новейшей истории Армении. В настоящее время физики Отдела космических лучей Ереванского физического института, продолжают исследования в области галактических и солнечных космических лучей, солнечно-земных связей, физики высоких энергий в атмосферы и космической погоды.

Ранее основной темой исследований была физика космических лучей, ускоряющихся в нашей Галактике и за ее пределами. Два наземных детектора, состоящих из сотен пластиковых сцинтилляторов, измеряли Широкие атмосферные ливни (ШАЛ) - гигантские каскады частиц, рождающиеся при взаимодействии первичных высокоэнергетических протонов и ядер с атомами земной атмосферы.

После завершения этих экспериментов на Арагаце начались исследования по новой захватывающей теме - солнечной физике и космической погоде. Кульминацией исследований в области солнечной физики стало обнаружение солнечных протонов с энергией более 20 ГэВ, ускоренных в окрестностях Солнца 20 января 2005 года. Это открытие определило новую максимальную энергию солнечных ускорителей протонов.

Начиная с 2008 года, CRD приступил к исследованиям высокоэнергетических явлений в атмосфере. Существующие и вновь разработанные детекторы частиц и уникальное географическое положение станции Арагац позволили зарегистрировать около 600 всплесков частиц - грозовых наземных превышений (ГНП). Наблюдаемые на Арагаце ГНП - это гамма-лучи, электроны и реже нейтроны. Физики Арагаца расширили возможности исследования ГНП за счет одновременного измерения электрического и геомагнитного полей, радиоизлучения от атмосферных разрядов, температуры, точки росы, атмосферного давления, солнечной радиации, относительной влажности и других метеорологических параметров. Принятый многомерный подход к исследованиям позволяет связать потоки элементарных частиц, поля и молнии и в итоге создать комплексную модель атмосферного электронного ускорителя.

Работа сети SEVAN приносит новые интересные результаты. Крупнейшее в мире ГНП с потоками частиц, превышающими фон в 200 раз, измерено детектором SEVAN в Словакии. Модули SEVANA созданные в ААНЛ, измеряют потоки электронов, мюонов, нейтронов и гамма-лучей на 2 самых высоких вершинах Восточной Европы.

Работа сети SEVAN приносит новые интересные результаты. Крупнейшее в мире ГНП с потоками частиц, превышающими фон в 200 раз, измерено детектором SEVAN в Словакии. Модули SEVANA созданные в ААНЛ, измеряют потоки электронов, мюонов, нейтронов и гамма-лучей на 2 самых высоких вершинах Восточной Европы.

Тигран Карапетян инструктирует учащихся летней школы по работе с детектором космических лучей в лаборатории исследовательской станции Нор Амберд на горе Арагац.



Инженер ОКЛ Гурген Джабарян восстанавливает систему локальной сети после аварийного отключения электроэнергии в Арагаце. В течение 5 суток дизель-генератор поддерживал работу объектов АЕС. Данные были восстановлены.



Оценены максимальные значения разности потенциалов в грозовых облаках, подтвержден эффект дефицита мюонов; создан новый метод определения зарядовой структуры грозовых облаков.

Благодаря точным методам физики частиц и теории электромагнитных взаимодействий, получена интересная информация о вертикальном и горизонтальном профилях атмосферных электрических полей.

Синергия физики космических лучей и физики атмосферы, которая может стать ведущим направлением в атмосферных исследованиях, позволяет объяснить все типы всплесков частиц



Участники конференции ТЕРА-2018 на Арагаце.

как модуляционные эффекты частиц ШАЛ, попадающих в области сильных атмосферных электрических полей. Исследования на Арагаце в 2019-2022 годах позволяют обнаружить огромные ионизирующие потоки, падающие на земную атмосферу во время гроз экстремальные электрические поля (до 200 кВ/м) вблизи поверхности Земли (50-150 м), что критически важно для безопасности запуска ракет и эксплуатации самолетов во время гроз.