

Памяти Вениамина Сергеевича Березинского

PACS number: 01.60. + q

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2023.04.039349>

16 апреля 2023 года ушёл из жизни Вениамин Сергеевич Березинский — яркий представитель советской, российской и мировой науки, наметивший и разработавший новые направления в нейтринной физике, физике космических лучей и в ряде разделов теоретической астрофизики и космологии.

Вениамин Сергеевич Березинский родился 17 апреля 1934 г. в г. Волгограде. В 1962 г. он окончил физический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и в 1965 г. — аспирантуру Физического института им. П.Н. Лебедева Академии наук СССР, где в 1967 г. защитил диссертацию кандидата физ.-мат. наук по теме "Радиационный распад заряженного пиона и обратные процессы". В.С. Березинский посещал лекции Л.Д. Ландау и называл его одним из своих научных кумиров и главных ориентиров в теоретической физике.

Основные направления научной работы В.С. Березинского во многом сформировались под влиянием академика Георгия Тимофеевича Зацепина. В 1969 г. совместно с Г.Т. Зацепиным он впервые выдвинул идею генерации потоков космогенных нейтрино высоких энергий в столкновениях протонов сверхвысоких энергий с чернотельными фотонами реликтового происхождения и предложил метод вычисления этих потоков. Эта и последующие работы сделали В.С. Березинского одним из общепризнанных создателей научного направления в мировой науке, называемого "Нейтринной астрофизикой высоких энергий". Диффузный поток нейтрино высоких энергий впоследствии был зарегистрирован в экспериментах на нейтринных телескопах IceCube и Baikal-GVD.

Практически с момента образования Института ядерных исследований РАН в 1970 г. и по 2009 г. В.С. Березинский работал в Лаборатории нейтринной астрофизики Отдела лептонов высоких энергий и нейтринной астрофизики ИЯИ РАН, возглавляемой Г.Т. Зацепиным, пройдя путь от младшего до ведущего научного сотрудника. В 1975 г. В.С. Березинский защитил докторскую диссертацию на тему "Космические лучи сверхвысоких энергий и их взаимодействие с веществом".

В 1975 г. Вениамин Сергеевич совместно с А.Ю. Смирновым впервые получил связь между диффузными потоками нейтрино высоких энергий и потоками гамма-лучей. Этот результат является одной из основ того, что сейчас называют мультимессенджерной астрофизикой (Multimessenger astrophysics). В частности, этот результат позволил установить строгое ограничение сверху на диффузный поток нейтрино (каскадный предел). Дальнейшее развитие этого метода в работах с О.Е. Калашёвым и другими соавторами привело в настоящее время к наиболее сильным и общим ограничениям на потоки внегалактических нейтрино и накладывает существенное ограничение на возможные механизмы происхождения космических лучей сверхвысоких энергий.

Как отмечал сам В.С. Березинский, в его жизни громадную роль сыграла совместная работа с Виталием Лазаревичем Гинзбургом в области физики космических лучей и нейтрино и личная дружба с ним. В.С. Березинский ценил стиль работы В.Л. Гинзбурга, который он называл "бесформульной атакой проблемы" — умение увидеть новую проблему и быстро её прояснить на качественном уровне, и лишь затем в случае необходимости выполнить сложные вычисления. Совместно с В.Л. Гинзбургом были получены интересные результаты: разработана модель скрытых источников нейтрино от активного галактического ядра в коконе и показано, что с помощью нейтрино сверхвысоких энергий возможно отличить галактики от антигалактик. Также в их работах (совместно с О.Ф. Прилуцким) обсуждалась возможность наблюдения нейтрино от молодых остатков взрывов сверхновых.



Вениамин Сергеевич Березинский
(17.04.1934 – 16.04.2023)

В.С. Березинский также много работал с теоретиками из ИТЭФ и МИФИ, в частности с Б.Л. Иоффе, был постоянным участником семинаров Б.Л. Иоффе и Л.Б. Окуня.

В 1977 г. В.С. Березинский совместно с А.З. Газизовым разработал теорию резонансного роста сечения рассеяния электронных антинейтрино на электронах с последующим распадом образующегося W -бозона в адронном канале, ориентируясь на модель Вайнберга–Салама. Этот процесс является прямым аналогом резонанса Глэшоу, но принципиально отличается от него, приводя к возникновению узкого резкого пика в спектре ядерно-электромагнитных каскадов, напрямую связанному с массой тяжёлого W -бозона. В том числе рассматривались распады на кварк-антикварковые пары с учётом цвета кварков. Было показано, что ожидаемое число резонансных событий превышает число нерезонансных в узком диапазоне энергий. В 2016 г. нейтринным телескопом IceCube было впервые зарегистрировано резонансное взаимодействие электронного антинейтрино с электроном посредством W -бозона, и характеристики данного события с учётом известной в настоящее время массы W -бозона полностью согласуются с расчётами.

В.С. Березинский совместно с О.Ф. Прилуцким предложил модель выхода протонов из замагниченной области источника за счёт превращения их в нейтроны в pp - и $p\gamma$ -столкновениях с последующим их распадом. По предложению В.С. Березинского в 1984 г. было впервые получено ограничение на потоки нейтрино высоких энергий по измеренному спектру горизонтальных ливней на установке EAS-TOP в Лаборатории Гран Сассо.

В работе 1988 г. совместно с С.И. Григорьевой и в работе 2006 г. в соавторстве с А.З. Газизовым и С.И. Григорьевой он предложил и детально разработал модель "дипа" (провала в спектре космических лучей сверхвысоких энергий вследствие взаимодействия протонов с фотонами реликтового излучения с рождением электрон-позитронных пар), хорошо подтверждённую в настоящее время экспериментальными данными. Работа 2006 г. "On astrophysical solution to ultrahigh-energy cosmic rays" вошла в число самых известных работ в области физики высоких энергий. В работах В.С. Березинского и его коллег был разработан формализм, позволяющий описывать эволюцию спектра космических лучей при их распространении в расширяющейся Вселенной с учётом энергетических потерь, фрагментации ядер и диффузии в межгалактических магнитных полях.

В.С. Березинский предложил и разработал (совместно с А. Виленкиным и другими коллегами) модели генерации нейтрино, фотонов и космических лучей сверхвысоких энергий топологическими дефектами. Он является автором одной из моделей зеркальной материи во Вселенной. В его работах (совместно с Р. Алоизио, М. Кахельрисом и др.) рассматривались свойства и возможные наблюдательные проявления суперсимметричных и сверхмассивных частиц тёмной материи, а также их роль в физике космических лучей. Совместно с П. Блази он исследовал возможность генерации космогенных нейтрино первыми поколениями звёзд.

Педагогическую деятельность Вениамин Сергеевич начал, будучи ещё аспирантом, параллельно проводя занятия со студентами педагогического института. Впоследствии под научным руководством В.С. Березинского были защищены дипломы и диссертации как в нашей стране, так и за рубежом. Некоторые из его учеников стали всемирно известными специалистами в своей области исследований. Соавторы по научным статьям В.С. Березинского получили бесценный опыт совместной работы с этим выдающимся учёным и помнят глубокие научные дискуссии с его участием как на семинарах и конференциях, так и в узком кругу.

В.С. Березинский является соавтором широко известной монографии "Астрофизика космических лучей" (В.С. Березинский, С.В. Буланов, В.Л. Гинзбург, В.А. Догель, В.С. Птускин), Москва: Наука (1984), под редакцией акад. В.Л. Гинзбурга. Переработанное издание вышло в 1990 г. и было также издано на английском языке (North-Holland, 1990). В.С. Березинский автор книг "Нейтрино" (1973) и (в соавторстве с Г.Т. Зацепиным) "Нейтринная астрофизика" (1975).

Большое внимание Вениамин Сергеевич уделял работе в редакционных коллегиях ведущих научных журналов. В 1983–1997 гг. В.С. Березинский был членом редколлегий журнала *Письма в Астрономический журнал*; он был одним из организаторов, а также координирующим и принимающим редактором журнала *Astroparticle Physics* (1992–2007 гг.); членом экспертно-редакционного совета журнала *Nuclear Instruments and Methods* (1995–2007 гг.).

В.С. Березинский входил в Научный совет "Физика нейтрино и нейтринная астрофизика" Академии наук, возглавлявшийся до 1993 г. Б.М. Понтекеро, и в Научный совет Академии наук по комплексной проблеме "Космология и микрофизика".

С 1990 г. В.С. Березинский работал в Италии. С 1992 г. он был директором по исследованиям в Национальной лаборатории Гран Сассо (Италия) — *Laboratori Nazionali del Gran Sasso* (LNGS), а с 1996 по 2014 гг. являлся руководителем группы "Astroparticle" в LNGS. Научное руководство В.С. Березинского и его активная деятельность в выработке приоритетных направлений в исследованиях в значительной мере определили ход теоретических и экспериментальных работ в LNGS. Широкий научный кругозор и квалификация В.С. Березинского позволила ему в 1992–1997 гг. быть итальянским координатором Европейской сети по астрофизике частиц. С 1995 по 2002 гг. он был номинатором Нобелевского комитета по физике. В.С. Березинский

являлся членом многих международных коллабораций, в том числе JEM-EUSO.

Научные исследования В.С. Березинского получили заслуженное международное признание. Вениамин Сергеевич — лауреат международной премии А. Гумбольдта (1990). В 2007 г. он был награждён медалью О'Келли международного союза IUPAP "За выдающийся вклад в исследования по физике космических лучей". В 2010 г. награждён премией им. академика М.А. Маркова (ИЯИ РАН) за выдающийся вклад в физику космических лучей и разработку теории космогенных нейтрино высоких энергий. В.С. Березинский был удостоен премии Итальянского физического общества им. Энрико Ферми за 2017 г.: "за его теоретический вклад в космогенное образование нейтрино сверхвысоких энергий, в астрономию нейтрино высоких энергий и в проблему солнечных нейтрино". В.С. Березинский был избран членом Венецианской академии наук (*Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*). В 2010 г. за многолетнюю плодотворную деятельность, большой личный вклад в выполнение программы научных работ Института ядерных исследований РАН В.С. Березинский был включён в Книгу почёта ИЯИ РАН.

В.С. Березинский является автором ряда публикаций в журнале *Успехи физических наук*, в том числе совместной с Г.Т. Зацепиным статьи 1977 г. о проекте ДЮМАНД. В 2014 г. обзорная статья В.С. Березинского вошла в число лучших обзоров 2014 года в *УФН*. В.С. Березинский нашёл возможность прибыть в Россию на вручение дипломов лауреатам. Коллегам запомнилось выступление В.С. Березинского на этой церемонии.

Работая в последние годы преимущественно в Италии, В.С. Березинский продолжал поддерживать тесные научные и личные связи с сотрудниками ИЯИ РАН, МГУ и других российских научных организаций, что оказало большое положительное влияние как на исследования в России, так и на международное сотрудничество российских учёных с Лабораторией Гран Сассо и другими иностранными институтами. Он являлся руководителем научного гранта INTAS и федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009–2013 гг. по теме "Астрофизика и космология высоких энергий", в которых принимали участие исследователи из нескольких российских научных организаций.

В.С. Березинский был не только выдающимся учёным-физиком, но и глубоким неординарным человеком с особым душевным складом. Люди, знавшие Вениамина Сергеевича, могут отметить его безмерный интерес и любовь к русской литературе, особенно к поэзии. Среди любимых поэтов В.С. Березинского был в первую очередь А.С. Пушкин — во время научной конференции в Норвегии на банкете он читал стихи Пушкина, и иностранные коллеги, очарованные звучанием стихов, с уважением расспрашивали его о великом поэте. Также В.С. Березинский очень любил О. Мильденштама, Б. Пастернака и И. Бродского, стихи которых он высоко ценил и мог увлечённо читать по памяти часами. Вениамин Сергеевич был близко знаком с известными артистами и режиссёрами и, даже находясь в Италии, принимал близко к сердцу культурные и другие новости из России. Вениамин Сергеевич и сам обладал несомненным литературным даром, написав юмореску для книги "Пути в незнание", № 3 за 1963 г., перепечатанную позже в знаменитом сборнике "Физики продолжают шутить". Большим успехом у зрителей пользовались импровизированные выступления Вениамина Сергеевича на вечерах в Центральном доме литераторов. Помимо интеллектуальных дарований, Вениамин Сергеевич в молодости обладал ещё и отменными спортивными данными, играя профессионально в футбольной команде московского областного Спартак.

Ангелом-хранителем в жизни Вениамина Сергеевича была его супруга Юлия Яковлевна, создавшая максимально благоприятные условия для его научной работы.

Выражаем глубокие соболезнования всем родственникам, друзьям и коллегам Вениамина Сергеевича Березинского. Светлая память о нём всегда будет жить в наших сердцах.

Н.Ю. Агафонов, А.З. Газизов, В.И. Докучаев,
А.Д. Долгов, Г.В. Домогацкий, Ю.Н. Ерошенко,
М.В. Либанов, В.А. Матвеев, К.А. Постнов,
В.С. Птускин, Г.И. Рубцов, А.Ю. Смирнов