

Павел Викторович Блюх (к 85-летию со дня рождения)

А. А. Минаков, В. Г. Сеницын, Ю. М. Ямпольский

*Радиоастрономический институт НАН Украины,
ул. Краснознаменная, 4, г. Харьков, 61002, Украина
E-mail: minakov@ira.kharkov.ua*

Статья поступила в редакцию 15 января 2007 г.

Представлен творческий путь одного из ярких представителей харьковской радиофизической школы, заслуженного деятеля науки и техники Украины профессора Павла Викторовича Блюха, которому 8 марта 2007 года исполнилось бы 85 лет.

8 марта 2007 года выдающемуся ученому, заслуженному деятелю науки и техники Украины, профессору Павлу Викторовичу Блюху исполнилось бы 85 лет. Павел Викторович Блюх родился 8 марта 1922 года в семье врача. В 1939 г. он окончил среднюю школу в г. Ливны Орловской области и поступил учиться в Ленинградский военно-механический институт (ЛВМИ). В 1941 г. ряд студентов ЛВМИ перевели в Ленинградскую военно-воздушную академию и зачислили в кадры РККА. Павел Викторович прослужил в армии с 1941 по 1958 г., все время в одной части. С 1942 г. Павел Викторович был преподавателем Харьковского военного авиационно-технического училища, эвакуированного из-за оккупации в Поволжье, которое готовило новых по тем временам специалистов летной связи. После войны училище было возвращено в Харьков, а Павел Викторович, не прерывая службы в нем (с 1946 по 1951 г.), поступил на заочное отделение физико-математического факультета Харьковского государственного университета (ХГУ). По окончании университета П. В. защитил диплом с отличием по специальности “теоретическая физика” и, к неудовольствию армейского начальства, стал проявлять явную склонность к научной работе, участвуя в радиофизических исследованиях Физико-

технического института АН УССР (в настоящее время – Национальный научный центр ХФТИ). Руководителем его дипломной работы был известный ученый профессор Вениамин Леонтьевич Герман, впоследствии – первый зав. теор. отделом Института радиофизики и электроники АН УССР (ИРЭ). Многократные официальные рапорты П. В. Блюха командованию училища с просьбой об увольнении из рядов Советской Армии служили предметом разбирательств по партийной линии и заканчивались взысканиями. “Помогло” известное хрущевское сокращение военной авиации, и в 1958 г. подполковник технической службы старший преподаватель Харьковского высшего авиационного училища связи (ХВАУС) П. В. Блюх был, наконец, демобилизован и принят на работу в недавно созданный ИРЭ на должность младшего научного сотрудника. В 1959 г. П. В. под руководством В. Л. Германа защитил кандидатскую диссертацию и уже с 1960 г. стал заведующим ТО-2 – одного из двух теоретических отделов ИРЭ. С 1961 по 1967 г. Павел Викторович фактически заново формировал отдел, привлекая новых молодых сотрудников, упорядочивая тематику исследований, и создал при нем экспериментальную лабораторию. В 1967 г. отдел получил название, соответствующее основным направлениям работы, – “Теоретический



*Павел Викторович Блюх
Гамбург, Международная конференция по гравитационным линзам
(фото А. А. Минакова, 1992 г.)*

отдел распространения радиоволн и ионосферы” (ТОРРИ). В 1970 г. П. В. успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, защита состоялась в Горьком, в Научно-исследовательском радиофизическом ин-

ституте – признанном центре советских радиофизических исследований. Десять лет спустя в ИРЭ по инициативе академиков С. Я. Брауде и Л. Н. Литвиненко структурно выделился Сектор (позже – Отделение) радиоастрономии, куда практически в пол-

ном составе вошел и ГОРРИ. В 1985 г. на базе Отделения был организован Радиоастрономический институт АН УССР (РИ АН, ныне РИ НАНУ), и подразделение, возглавляемое Павлом Викторовичем, получило окончательное название – “Отдел космической радиофизики” (ОКР). До конца своих дней П. В. Блюх продолжал активно работать в отделе: до 1986 г. заведующим, с 1986 по 1991 г. – главным, а с 1991 по 2000 г. – ведущим научным сотрудником. 30 января 1992 г. Указом Президента республики за многолетние выдающиеся успехи в научно-педагогической деятельности профессору П. В. Блюху было присвоено почетное звание “Заслуженный деятель науки и техники Украины”.

В течение всех лет работы в Академии наук Украины Павел Викторович не прекращал активной преподавательской деятельности в вузах. В 1959–1960 гг. он принял участие в организации радиотехнического факультета в Харьковском авиационном институте (ныне Государственный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского “ХАИ”) и возглавил там кафедру теоретических основ радиотехники. В 1964 г. П. В. Блюх вместе с В. А. Мисурой и Ф. Г. Бассом создал на радиофизическом факультете ХГУ новую учебную специализацию – космическая радиофизика, и одноименную кафедру. На этой кафедре Павел Викторович по совместительству проработал 20 лет, сначала доцентом (1964–1971 гг.), а затем профессором (до 1984 г.), читая лекции по аэронауке, физике плазмы и статистической радиофизике. Следует отметить, что все учебные курсы были новыми и оригинальными, сопровождалась разработкой и изданием методических пособий для студентов. Педагогическая и научная деятельность П. В. в ХГУ, ИРЭ и РИ НАНУ увенчалась воспитанием целой плеяды молодых ученых и созданием известной научной школы космической радиофизики, под его руководством было подготовлено 14 кандидатов и 5 докторов наук.

За армейские и научные заслуги П. В. Блюх был награжден орденом Красной Звезды и 9 медалями.

Основные направления научной деятельности

Научная работа П. В. Блюха на начальном этапе определялась интересами той части харьковской школы физиков, которую занимали фундаментальные проблемы в прикладных направлениях: распространение радиоволн, радиолокация и сверхвысокочастотная (СВЧ) электроника. Еще будучи офицером Советской Армии, Павел Викторович принимал активное участие в исследовательских программах, проводимых в то время сначала в ХФТИ, а затем и в ИРЭ, который был создан в 1955 г. на базе радиофизического сектора ХФТИ. Первая научная публикация Павла Викторовича в соавторстве с С. Я. Брауде, В. Л. Германом и др., в которой рассматривалось распространение электромагнитных волн сантиметрового диапазона над поверхностью моря, появилась еще в 1951 г. в “Морском Вестнике”. Затем интересы Павла Викторовича переключились на актуальные по тем временам вопросы взаимодействия электромагнитных волн с электронными пучками в различных периодических структурах. Его первыми учителями в этой области были выдающиеся ученые С. Я. Брауде, Я. Б. Файнберг, М. И. Каганов. (Отгиск одной из своих работ об устойчивости пучка М. И. Каганов сопровождал дарственной надписью “подполковнику Блюху от сержанта Каганова”.) Интересно, что спустя 20 лет, сотрудничая с президентом АН Украины Б. Е. Патонем, Павел Викторович вместе со своим учеником А. А. Пузенко возвратился к этой тематике. В дальнейшем научные интересы Павла Викторовича в основном определялись им самим и формировали тематику ГОРРИ, которая была направлена на развитие теории распространения радиоволн в космическом пространстве и реальных средах на Земле в интересах радиолокации, связи и навигации. Важно отметить, что теоретики были “приземлены” к конкретным задачам, которые решались в многочисленных в то время экспериментальных “распространенческих” отделах

ИРЭ и в лаборатории самого ТОРРИ, для создания которой в 1968 г. П. В. пригласил блестящего экспериментатора В. Ф. Шульгу. Владимир Федорович очень рано ушел из жизни (1928–1972 гг.), но всего за четыре года он воспитал в ТОРРИ сильную экспериментальную группу. Традиция тесной связи экспериментаторов с теоретиками продолжалась еще с времен ХФТИ. Это позволяло создавать целостные законченные научные работы, в которых строго интерпретировались новые экспериментальные результаты либо подвергались реальной проверке оригинальные теоретические прогнозы.

Теория атмосферных резонаторов и волноводов. История радиофизики – это последовательное освоение новых диапазонов длин волн. В первых опытах Герца наблюдались волны длиной в несколько сантиметров, однако после успешных работ Г. Маркони, осуществившего трансатлантическую связь (1901 г.), пристальное внимание ученых и радиоинженеров было направлено на использование все более длинных волн. Для исследователей тех времен ионосфера еще “не существовала”, и казалось, что горизонтная радиосвязь осуществима только за счет дифракции длинных волн на земной поверхности. Однако в течение относительно непродолжительного времени (в 20-е гг. XX столетия) была обнаружена ионосфера и выяснена возможность использования ее отражающих свойств для реализации дальней радиосвязи на коротких волнах (КВ). С этого времени возникла обратная тенденция: диапазон используемых частот начал расти, а длины волн укорачиваться. Процесс “укорочения” стал особенно бурным в 40-х гг. в период развития радиолокации. В лаборатории электромагнитных колебаний ХФТИ в 1937–1943 гг. при активном участии А. А. Слуцкого, А. Я. Усикова и С. Я. Брауде был создан импульсный трехкоординатный радар дециметрового диапазона “Зенит-Рубин”, что, несомненно, явилось одной из ярких страниц в истории советской радиолокации. Прошло еще немногим более двух десятков лет, и в число освоенных вошли метровые,

сантиметровые, миллиметровые, субмиллиметровые и даже световые волны. В то время казалось, что границы практически используемого радиофизиками диапазона наконец-то определились. Однако уже в 50-х гг. вновь проявился интерес к еще не освоенной области частот – сверхнизким частотам (СНЧ – герцы, десятки герц). Благодаря тому что в этом диапазоне длина волны соизмерима с длиной окружности земного шара, могут наблюдаться глобальные резонансы, формируемые сферической полостью между хорошо проводящими границами Земли и ионосферы (рис. 1). На возможность возникновения таких глобальных резонансов впервые указал В. Шуман, и впоследствии эти резонансы стали называться “шумановскими”. В ТОРРИ была образована “шумановская” группа как из теоретиков, так и экспериментаторов отдельной лаборатории. В 1968 г. П. В., совместно с А. П. Николаенко и Ю. Ф. Филипповым, предсказал новый эффект расщепления собственных частот в резонаторе Земля–ионосфера под воздействием геомагнитного поля, который был экспериментально обнаружен в ходе уникальных синхронных измерений СНЧ полей в Украине, под Иркутском и на Кольском полуострове. Следует заметить, что интерес к СНЧ диапазону в ИРЭ был связан не только с проблемами “чистой” теории и физики ближнего космоса, но и с конкретными прикладными задачами, например, связью с подводными лодками. Известно, что электромагнитные волны плохо проникают вглубь проводящих сред. Глубина проникновения определяется так называемым скин-слоем. Его величина тем больше, чем длиннее волна, и тем меньше, чем выше проводимость среды. Для того чтобы волна проникала в проводящую морскую воду на большие глубины, нужно использовать очень длинные волны, например, СНЧ диапазона. При этом связь с погруженным в мировой океан объектом можно осуществлять и без всплытия последнего. Результаты многолетней деятельности П. В. Блюха в области изучения шумановского резонатора по-

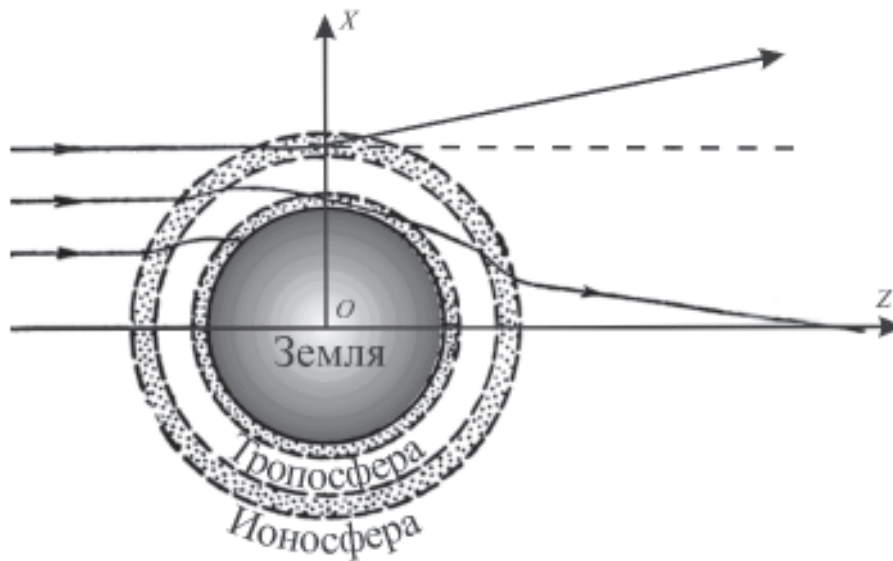


Рис. 1. Глобальный сферический резонатор и волновод, образованные поверхностью Земли и нижней границей ионосферы, а также демонстрация линзового эффекта атмосферы Земли

лучили логическое завершение в монографии [1], переизданной в Великобритании [2], а сотрудник ТОРРИ А. П. Николаенко, защитив в 1988 г. докторскую диссертацию, до сих пор занимается этой тематикой в ИРЭ им. А. Я. Усикова НАНУ. Новым этапом в систематическом исследовании глобальных резонансов явилась организация силами РИ НАНУ непрерывных (с 2002 г.) СНЧ наблюдений мировой грозовой активности на Украинской антарктической станции “Академик Вернадский”.

Если в СНЧ диапазоне сферическая полость между поверхностью Земли и нижней ионосферой выполняет роль глобального резонатора, то в сверхдлинноволновом (СДВ) и КВ диапазонах она является эффективным природным волноводом (рис. 1). К сверхдлинным волнам относят электромагнитные колебания с частотами от 3 до 30 кГц. Длины волн при этом сопоставимы с поперечным размером промежутка Земля–ионосфера (около сотни километров). Выбор тематики, связанной с распространением СДВ и КВ, был обусловлен, с одной стороны, прикладными потребностями (снова связь, навигация и загоризонтная ра-

диолокация), а с другой – постоянным интересом Павла Викторовича к красивым природным структурам, способным фокусировать и канализировать волновую энергию в окружающем пространстве. Оба направления сопровождалось активными теоретическими и экспериментальными исследованиями. Известно, что радиоволны СДВ диапазона способны распространяться в волноводном канале Земля–ионосфера на большие расстояния со сравнительно малым затуханием. При этом они обладают весьма ценным свойством: их поля стабильны и слабо чувствительны к случайным изменениям, происходящим в ионосфере. Именно поэтому в свое время СДВ нашли широкое применение в глобальной радионавигации, службе времени и частоты. Ныне многие из этих функций с успехом выполняют глобальные спутниковые системы. Волновод Земля–ионосфера является многомодовым, на большие расстояния с малыми потерями распространяются несколько пространственных компонент электромагнитного поля. В результате их интерференции вдоль дистанции возникают устойчивые периодические осцил-

ляции, приводящие к усилению или ослаблению уровней сигналов. Так как параметры ионосферной границы естественного волноводного канала в разное время суток и разные сезоны года подвержены регулярным и случайным изменениям, то в пункте приема наблюдаются флуктуации амплитуды и фазы волны. Анализ показывал, что в областях интерференционных минимумов среднего поля эти флуктуации должны быть аномально высокими, и Павлом Викторовичем совместно с В. Г. Безродным была создана теория “флуктуационных всплесков”, оказавшаяся применимой и для других частотных диапазонов. Подтверждение этого и других теоретических результатов было найдено в ходе многочисленных многопозиционных экспериментов по прецизионным измерениям амплитуд и фаз СДВ полей, проведенных в ИРЭ с 1969 по 1975 г. в диапазоне частот от 10 до 20 кГц. Логическим итогом успешной многолетней работы ТОРРИ в этом направлении явилась публикация монографии В. Г. Безродного, П. В. Блюха, Р. С. Шубовой и Ю. М. Ямпольского [3] и защита трех кандидатских и одной докторской (В. Г. Безродный) диссертаций.

В 1971–1980 гг. в отделе Павла Викторовича возобновились теоретические работы по дальнему распространению СВЧ и УКВ радиоволн над морем, с которых он начинал свою научную деятельность. Отделы ИРЭ, руководимые И. С. Тургеневым и И. Е. Островским, исследовали физику дальнего, за пределами “прямой видимости”, распространения сантиметровых и дециметровых волн с целью создания загоризонтного СВЧ-радиолокатора для морского флота. Одним из основных эффектов, обеспечивающих проникновение волнового поля за оптический горизонт, является рефракция волн в неоднородной атмосфере. Над морем она нередко проявляется в форме так называемой свехрефракции, когда волна оказывается “захваченной” в сравнительно узкой области пространства и распространяется в этом канале, как в волноводе. Теорию и численное моделирование

рефракционных волноводов в тропосфере на этом новом витке исторической спирали успешно развивал ученик Павла Викторовича В. Г. Сеницын уже со своим учеником А. В. Кукушкиным. Как всегда, Павел Викторович стимулировал тесное сотрудничество теоретиков с коллегами-экспериментаторами. Очень бурными, интересными и запоминающимися были семинары, на которых обсуждались новые результаты многочисленных в те годы морских экспедиций. Особую “свежесть” и поучительность для молодежи носили неформальные открытые дискуссии между мэтрами – Блюхом, Тургеневым и Островским – в присутствии своих учеников. Каждому из мэтров ничего не стоило публично объявить себя “дурнем” в случае признания правоты другого, не было “надувания щек”, “преклонения” перед авторитетами и самодовольства. В тоже время мэтры не позволяли себе унижать и обижать “зеленую” молодежь, высказывавшую зачастую собственные, оригинальные, но не всегда правильные умозаключения. Семинары Павла Викторовича всегда притягивали сотрудников других отделов еще и потому, что Павел Викторович обладал удивительным даром – умением наглядно и очень просто объяснить сложные вещи, которые сам только что понял. Талант популяризатора иногда даже мешал ему, поскольку в глазах некоторых коллег его работы казались “слишком” простыми и понятными.

Ионосферные исследования, проводимые в ТОРРИ в 60–70-е гг., в основном касались резонаторных и волноводных свойств полости Земля–ионосфера в СНЧ и СДВ диапазонах. Однако с начала 80-х гг. исследованиям ионосферы с использованием КВ было уделено пристальное внимание (по принятой в СССР классификации длины волн КВ диапазона лежат в пределах $10 \div 100$ м, соответствующий частотный диапазон – $3 \div 30$ МГц). Повышенный интерес к ионосфере в определенной мере был вызван тем, что в 1980 г. в ИРЭ было организовано Отделение радиоастрономии. Рас-

ширилась сфера научных интересов отдела, который вначале был переименован в “Отдел физики плазмы и ионосферы”. К моменту создания РИ АН в конце 1985 г. ионосферные исследования стали заметной частью научной тематики отдела. Это было связано с тем, что в полную силу заработал крупнейший в мире декаметровый радиотелескоп УТР-2 – уникальный инструмент, который на долгие годы предопределил мировое лидерство Украины в низкочастотной радиоастрономии. Поскольку основным мешающим (вредным) фактором для радиоастрономических наблюдений в этой частотной области является ионосфера, естественно было сосредоточить усилия теоретиков и экспериментаторов на исследованиях распространения декаметровых радиоволн в околоземной плазме (ионосфере). В этот период в отделе сложилась научная группа, которая стала активно работать в этом направлении. И хотя сам Павел Викторович уже отошел от распространенческой тематики, его доброжелательный интерес и многочисленные советы были чрезвычайно полезны. С его участием были сформулированы основные принципы “экологически чистого” многочастотного радиозондирования ионосферы с использованием сигналов не специального типа, т. е. уже существующих видов электромагнитного излучения естественного и техногенного происхождения. Быстрый прогресс этих работ был обусловлен прежде всего режимом максимального благоприятствования со стороны коллег радиоастрономов, уникальными свойствами самого УТР-2 и активной поддержкой отдельных теоретиков. Помимо радиоастрономической тематики “ионосферная группа”, возглавляемая Ю. М. Ямпольским, активно участвовала и в прикладных работах. Важно отметить, что Павел Викторович обладал высокой научной репутацией и был хорошо знаком с известными радиофизиками из многих городов Союза. Этими знакомствами и “связями” он охотно “делился” со своими учениками, направляя их для апробации результатов на ведущие семинары и школы в Москву,

Ленинград и Горький. “Ученик Блюха” – визитная карточка, которая не только не давала поблажек, но предполагала повышенные требования к качеству результатов и доклада, который сопоставлялся слушателями с мастерством самого Павла Викторовича. Многочисленные контакты выращенной П. В. плеяды учеников-“распространенцев” со сверстниками из других радиофизических центров со временем переросли в прочное научное сотрудничество и предопределили широкую кооперацию ионосферных исследований со многими коллегами из Института космических исследований РАН, Института земного магнетизма и распространения радиоволн РАН, Института радиотехники и электроники РАН, Физического института им. Лебедева РАН, Московского госуниверситета, Института прикладной геофизики (Москва), Института физики Земли РАН, Научно-исследовательского радиофизического института (Нижний Новгород), Института Солнечно-земной физики СО РАН (Иркутск), Института Сейсмологии АН РУз. (Ташкент), Института ионосферы Каз. АН (Алма-Ата) и др.

Летом 1986 г. Павел Викторович решил оставить заведование отделом, и эту должность занял профессор И. М. Фукс, многоплановый теоретик, известный классическими работами в области статистической теории дифракции и опытом взаимодействия с экспериментаторами. Несмотря на то, что Павел Викторович уже не являлся руководителем отдела, он продолжал активно работать в ОКР, фактически оставаясь его идеологом, определяя и формулируя тематику научных исследований. В продолжение ионосферных работ в отделе был создан первоклассный по тем временам многоканальный когерентный приемный комплекс КВ диапазона, который, вместе с уникальными свойствами антенны УТР-2, дал значительную “фору” институтским экспериментаторам – исследователям ионосферы, по сравнению с многочисленными конкурентами из других организаций. Продуктивность использования УТР-2 для задач распространения радиоволн и зон-

дирования ионосферы превзошла все ожидания. Применение радиотелескопа как фазированной остроуправленной антенной решетки позволило проводить исследования многолучевых КВ полей в окрестности пространственной каустики, которая возникает при отражении КВ сигналов от ионосферы на частоте, близкой к максимально применимой. Угловое разделение интерферирующих “нижнего” и “верхнего” лучей позволило сформулировать и решить модельную обратную задачу по восстановлению пространственно-временных характеристик ионосферного слоя. Многочисленные измерения в прикаустической области и сотрудничество с теоретиками отдела дали возможность ученику Павла Викторовича В. Г. Галушко разработать оригинальный метод дистанционного зондирования ионосферы на наклонных односкачковых КВ радиолиниях. Эффект фокусировки поля на каустике был чрезвычайно красив. Наблюдая его многократно, сотрудники вместе с Павлом Викторовичем не переставали удивляться “правильности” и классичности дифракционной картины поля, которая порождалась отражением КВ сигнала от “эфмерного” плазменного слоя, расположенного на высоте сотен километров от поверхности земли.

В связи с административными переменами в ОКР ионосферная группа получила большую самостоятельность, и в 1993 г. директором РИ НАНУ Л. Н. Литвиненко было принято решение о создании нового “Отдела ионосферного распространения радиоволн” (ОИРР). Возглавил отдел Ю. М. Ямпольский, который в 1990 г. успешно защитил докторскую диссертацию по КВ тематике. Несмотря на разделение своих учеников на две примерно равные группы, Павел Викторович продолжал оказывать новому подразделению – ОИРР – всестороннюю поддержку в формировании научных направлений исследований. С февраля 1996 г. британская антарктическая база “Фарадей” была передана под юрисдикцию Украины и получила имя выдающегося ученого, первого президента украинской академии наук – “Академик Вернадс-

кий”. Когда ОИРР включился в антарктические исследования, Павел Викторович искренне радовался этому и всячески поддерживал своих, теперь уже “полярных распространителей”. С 1998 по 2006 г. РИ НАНУ успешно возглавлял научное направление “Физика верхней атмосферы и ближнего космоса” в Государственной программе исследований Украины в Антарктике. Многие работы, проведенные на шестом континенте, явились продолжением исследований, начатых П. В. в СНЧ, СДВ и КВ диапазонах.

Космические линзы. Со времени запуска первого искусственного спутника Земли (1957 г.) во многих странах начали бурно развиваться исследования околоземного пространства. Дистанционные радиофизические методы исследования геокосмоса получили мощный импульс к развитию. Начали создаваться гигантские радары некогерентного рассеяния, позволяющие зондировать всю ионосферную толщу, а также получили широкое развитие методы радиопросвечивания ионосферы сигналами служебных и специальных передатчиков на искусственных спутниках Земли. Естественно, что большинство задач распространения радиоволн в ионосфере и магнитосфере Земли в те годы носило и “прикладной”, т. е. оборонный характер. Тем не менее в 1962 г. в журнале “Геомагнетизм и аэронавигация” появилась статья, в которой Александр Яковлевич Усиков и Павел Викторович Блюх рассмотрели интересный, но абстрактный по тем временам эффект линзоподобного действия атмосферы Земли (см. рис. 1). Эту работу можно смело считать отправной точкой исследований природных линз не только в Харькове, но и во всем бывшем Советском Союзе. Интерес к линзовому эффекту, возникающему при прохождении электромагнитных волн через атмосферы небесных тел, был связан с тем, что в конце 50-х гг. некоторыми зарубежными исследователями было предложено использовать линзовый эффект атмосфер планет солнечной системы для наблюдения с высоким разрешением планет у ближайших звезд или

передавать энергию от земных источников на большие расстояния космическим аппаратам. Однако в расчетах не было учтено рассеяние волн на случайных неоднородностях среды, которое сильно “портит” природные линзы. В 1961 г. А. Я. Усиковым на сессии АН УССР был сделан доклад об атмосферной линзе, после чего и появилась указанная выше работа. Продолжая линзовую тематику в ИРЭ, Павел Викторович и сотрудник отдела А. С. Брюховецкий в 1969 г. предложили оригинальную идею создания гигантской искусственной ионосферной линзы за счет нагрева плазменного слоя мощным коротковолновым излучением. Вскоре эта экзотическая идея была использована горьковскими коллегами при обосновании создания мощного нагревного ионосферного стенда “Сура”, и до сих пор многократно цитируется в современной научной литературе. В этот же период вышла из печати работа П. В. Блюха, В. Г. Синицына и И. М. Фукса, в которой было рассмотрено распространение электромагнитных волн в солнечной короне. Исследования короны были инициированы С. Я. Брауде, их практическая необходимость была связана с наблюдениями дискретных космических радиоисточников при прохождении луча зрения вблизи солнечного диска. Оказалось, что в декаметровом диапазоне линза-корона формирует каустическую поверхность, имеющую вид расходящегося конуса. Земля при своем движении по орбите дважды пересекает каустику, отделяющую области “света” и “тени” для излучения конкретного источника. Угловой спектр излучения претерпевает существенные изменения, которые необходимо учитывать для правильной интерпретации наблюдательных результатов.

Следующей природной линзой, рассмотренной сотрудниками ТОРРИ, была область лунной тени при солнечных затмениях. Следует заметить, что эта линза оказалась в какой-то степени “побочным продуктом” СДВ исследований. В конце 70-х гг. П. В. Блюх и Р. С. Шубова изучали изменения параметров ионосферы в области

лунной тени, возникающей во время полного солнечного затмения. Как известно, параметры СДВ сигналов, распространяющихся в полости Земля–ионосфера, сильно зависят от эффективной высоты волноводного канала. В свою очередь, последняя контролируется освещенностью ионосферы: днем высота волновода ниже, чем в ночное время, когда солнечная радиация отсутствует. Во время солнечного затмения лунная тень закрывает часть ионосферы (средний радиус тени на поверхности Земли приблизительно равен 100 км). Локальное увеличение высоты волновода (рис. 2) приводит к уменьшению фазовой скорости СДВ, и такая неоднородность на трассе распространения играет роль линзы для определенной волноводной моды. Натурные эксперименты, проведенные в ТОРРИ в период солнечного затмения, подтвердили фокусирующий эффект лунной тени, спроецированной на границу нижней ионосферы.

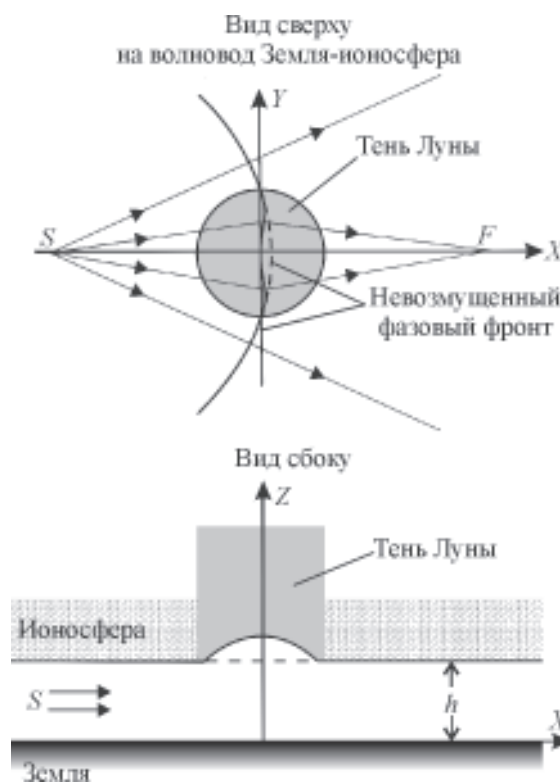


Рис. 2. Линзовый эффект лунной тени в волноводе Земля–ионосфера

Линзовая тематика, возникшая в недрах ИРЭ с “легкой руки” Павла Викторовича и развивающаяся и поныне в РИ НАНУ, со временем вовлекла в свою сферу большое число харьковских, московских, киевских и ленинградских ученых. Резко увеличилось не только количество исследователей и публикаций, но и существенно возросли масштабы исследуемых линз. Ярким примером этой тенденции явились работы по изучению эффекта гравитационной линзы (ГЛ), которые были начаты в ТОРРИ еще в 1973 г., задолго до экспериментального обнаружения в 1979 г. Д. Уолшем, Р. Карсвеллом и Р. Вейманом первой гравитационной линзы – двойного квазара Q 0957+561A, В. Основу эффекта ГЛ составляет один из классических эффектов ОТО – отклонение лучей света в полях тяготения массивных объектов. В качестве таковых могут выступать планеты, звезды (например, Солнце), скопления звезд – шаровые скопления, галактики или даже ансамбли галактик. Под действием линзового эффекта поля тяготения близлежащих массивных объектов сильно искажается картина источников, расположенных далеко позади скопления (рис. 3). При этом возможно наблюдение дугообразных, кольцеобразных и множественных изображений одного и того же источника. Другими словами, наблюдаются своеобразные космические “миражи”. Таких “миражей” к настоящему времени обнаружено уже несколько десятков, и их количество с каждым годом “катастрофически” растет, так как к процессу их поиска подключились все без исключения крупнейшие обсерватории мира. Повышенный интерес к эффекту ГЛ проявляется прежде всего из-за его актуальных астрофизических приложений. С помощью линзового эффекта полей тяготения возможно непосредственное определение таких важнейших космологических характеристик Вселенной, как постоянная Хаббла, параметр замедления и выявление “темной” (неизлучающей) массы. Из-за отсутствия в бывшем СССР, на период начала работ в ИРЭ по линзовой тематике, инструментов, при-

годных для наблюдений ГЛ (разрешающая способность телескопов в радио- и оптическом диапазоне должна быть не хуже одной угловой секунды), Павлом Викторовичем и его аспирантом А. А. Минаковым проводились в основном теоретические исследования, хотя непременным требованием П. В. всегда был “выход на эксперимент”. В качестве курьезного случая “выхода на эксперимент” можно отметить создание в ТОРРИ в конце 70-х гг. “игрушки” – первой в мире лабораторной модели гравитационной линзы, которая наглядно воспроизводила отклонение лучей света в поле тяготения Солнца. Демонстрация такой наглядной оптической модели ГЛ приводила в восторг не только харьковчан, но и друзей – коллег радиофизиков из других городов.

С 1995 г. сотрудники ОКР, совместно с профессиональными наблюдателями-астрономами НИИ астрономии Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина, участвуют и в непосредственных наблюдениях ГЛ в высокогорной обсерватории Астрономического института им. Улугбека АН РУз. Проведенные под руководством доктора физико-математических наук В. Н. Дудинова наблюдения ряда ГЛ получили признание и поддержку на государственном и международном уровне. В настоящее время работы проводятся в рамках международного трехстороннего Договора о сотрудничестве (2002 г.) между РИ НАНУ, Астрономическим институтом им. Улугбека АН РУз. и Гарвардско-Смитсоновским Центром Астрофизики (США). Накоплен обширный наблюдательный материал и получены новые научные результаты по различным гравитационно-линзовым системам.

Основные результаты многолетних теоретических исследований гравитационных линз, полученные Павлом Викторовичем и его учеником А. А. Минаковым, подытожены в первой в мире монографии по ГЛ [4]. А. А. Минаков в 1993 г. по этой тематике защитил докторскую диссертацию и с 1999 г. возглавил Отдел космической радиофизики РИ НАНУ.

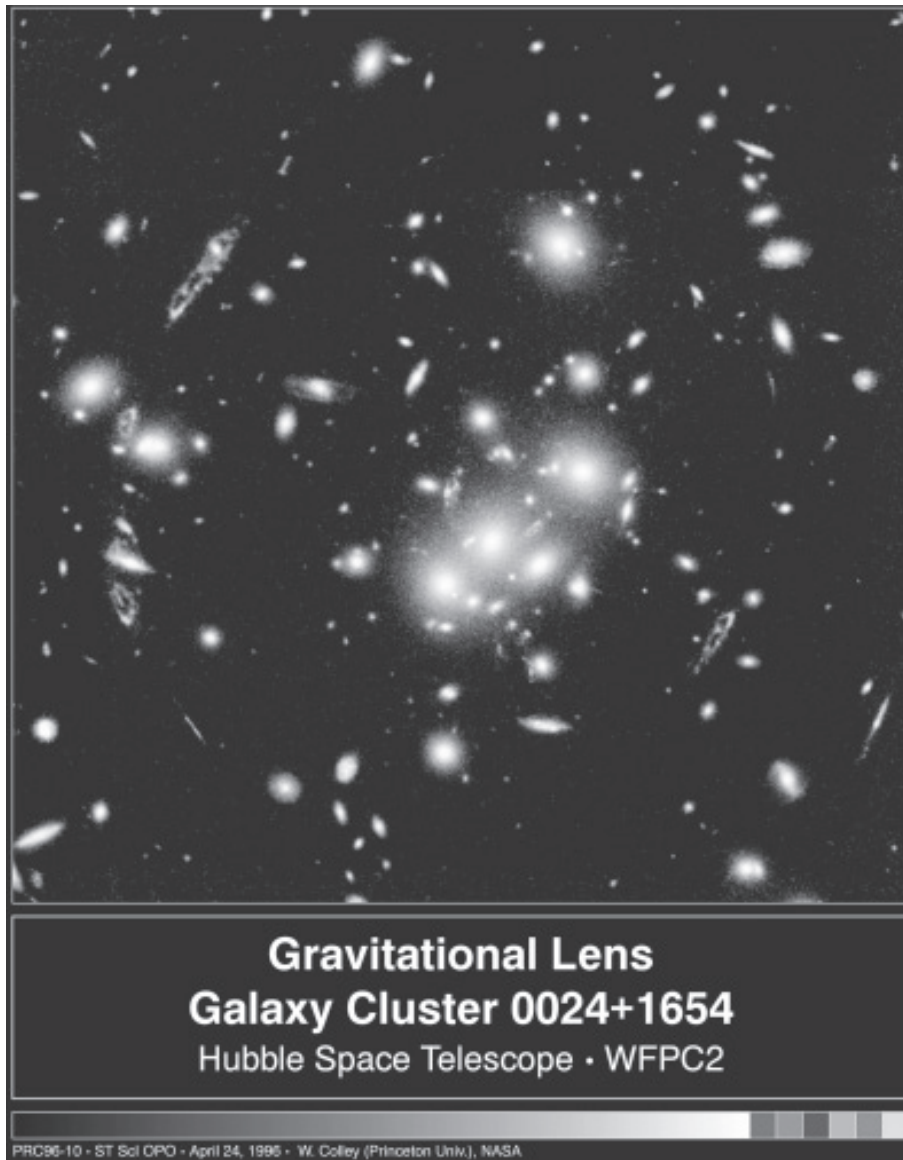


Рис. 3. Эффект гравитационной линзы на полях тяготения скопления галактик. Рисунок с сайта http://hubblesite.org/gallery/album/entire_collection

Пылевая плазма. Павел Викторович примерно раз в десять лет обновлял свои научные интересы, призывая и своих учеников следовать этому примеру. Он повторял, что ученый в своей творческой жизни может и должен сменить направление исследований как минимум два-три раза (такая традиция возникла в ИРЭ с легкой руки С. Я. Брауде, который был непререкаемым авторитетом для Павла Викторовича). Дав возможность “опериться” своим ученикам

в волноводно-резонаторных, ионосферных и линзовых исследованиях, Павел Викторович в очередной раз поменял тематику, увлекшись проблемами пылевой плазмы. В 1981 и 1982 гг. в журнале “Science” были опубликованы сенсационные данные о кольцах Сатурна и Юпитера, полученные при пролетах вблизи этих планет космических аппаратов “Voyager”. Павел Викторович, не откладывая дело на потом, начал с энтузиазмом знакомиться с литературой, посвя-

щенной кольцам планет. Его интерес к этим классическим для небесной механики объектам был связан с совершенно новым взглядом на роль пылевых частиц. Пролеты “Voyager” выявили совершенно необычные свойства мелких частиц, формирующих кольца Сатурна и Юпитера. Ничтожно малая толщина колец, расслоение на множество элементарных колечек, их переплетения между собой и, наконец, самое интригующее – возникновение спицеподобных радиальных неоднородностей (“spokes”), состоящих из микронных и субмикронных пылинок в широком В-кольце Сатурна (рис. 4) – все эти аномальные структуры невозможно было объяснить в рамках классической небесной механики. Это удалось сделать только с привлечением сил электромагнитного взаимодействия. Наличие таких сил в космических условиях объясняется тем, что пылинки колец обладают не только значительной массой, но и несут на себе достаточно большой электростатический заряд, возникающий под действием солнечной радиации и космической плазмы, которая

окружает массивные планеты. В результате взаимодействия заряженных пылинок и частиц космической плазмы (по законам механики и электродинамики) образуется своеобразная квазинейтральная среда, которая получила название пылевой плазмы. Активно заниматься пылевыми структурами в космосе Павел Викторович начал с ноября 1982 г., взяв для выполнения новой задачи аспирантку В. В. Ярошенко. Проблемы пылевой плазмы надолго привлекли внимание небольшой теоретической группы и составили одно из основных научных направлений ОКР. В начальный период исследований в отделе одновременно с американскими учеными были предсказаны модификации кеплеровских орбит заряженных частиц и впервые сформулирована идея о коллективных взаимодействиях частиц в среде, состоящей из смеси плазмы и космической пыли (1982–1983 гг.). Особое внимание было уделено волновым процессам в плазме, связанным с наличием пылевой компоненты. Разработанная волновая теория “спиц” в кольцах

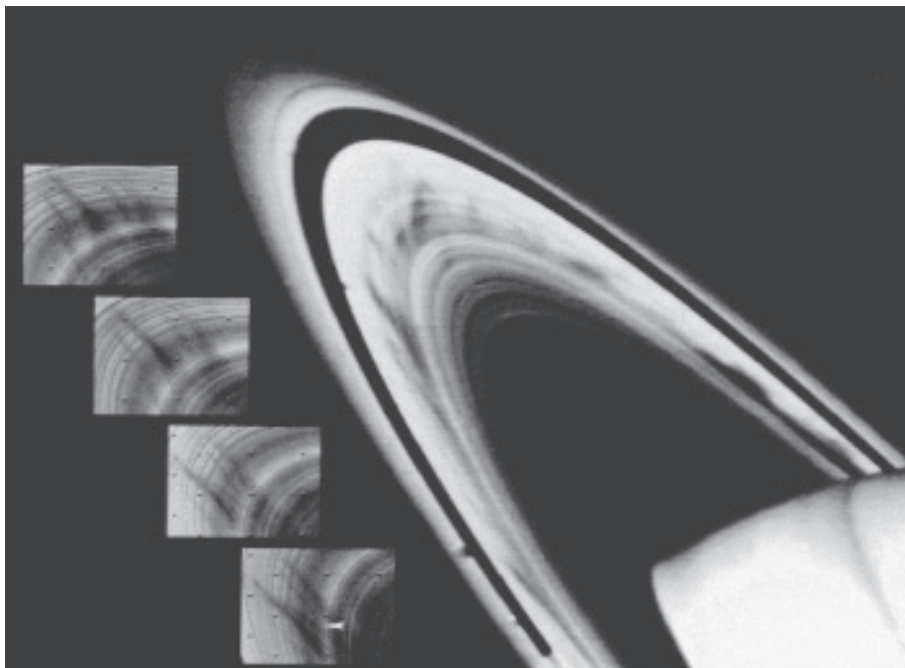


Рис. 4. Спицы в кольцах Сатурна. Рисунок с сайта <http://solarsystem.nasa.gov/planets>

Сатурна хорошо согласовалась с результатами наблюдений. На протяжении 1985–1995 гг. П. В. Блюх и В. В. Ярошенко активно разрабатывали идею о взаимосвязи гравитационных и электростатических волновых возмущений в пылевой плазме с широким спектром размеров (масс) пылевой компоненты. В результате исследований была предсказана связь между так называемой джинсовской неустойчивостью нейтральной гравитирующей среды и плазменными волновыми процессами в среде заряженных пылинок. В качестве приложений исследовались волновые процессы и устойчивость в самогравитирующей пылевой плазме колец планет-гигантов. Были рассчитаны потери энергии движущейся тяжелой заряженной частицы на поляризацию самогравитирующей плазмы, а также предсказана возможность излучения электромагнитных волн нейтральной массивной частицей. Результатом этих многолетних исследований в РИ НАНУ явились опубликованная П. В. Блюхом, В. Г. Синицыным и В. В. Ярошенко первая в мире монография по пылевой плазме [5] и защита в 1998 г. В. В. Ярошенко докторской диссертации. В последний пятилетний период деятельности Павла Викторовича (1995–2000 гг.) по этой тематике было предсказано возникновение своеобразных аналогов кинетических эффектов (бесстолкновительное затухание пылевого звука и возможность разнообразных кинетических неустойчивостей), связанных с непрерывным спектром размеров пыли, который наблюдается в реальных пылевых космических объектах.

Педагогическая и научно-популяризаторская деятельность

Павел Викторович Блюх был не только основателем научной радиофизической школы, но и замечательным педагогом, а самое главное, искуснейшим лектором и популяризатором науки среди слушателей самых разных возрастов и интересов. Еще в 1958 г., будучи молодым преподавателем ХВАУС, он (в соавторстве с М. Ф. Румян-

цевым, Д. И. Кляцкиным и др.) участвовал в издании многотомного учебника для курсантов военно-технических училищ [6]. К началу 70-х гг. прошлого столетия на многих факультетах и кафедрах с радиофизическими и радиотехническими специализациями возникла острая необходимость постановки общего курса, посвященного изложению основ статистической радиофизики. Под эгидой Министерства высшего и среднего специального образования СССР в 1975 г. в ведущих вузах страны был объявлен смотр-конкурс проектов такого курса. Вариант лекционного курса, предложенный профессором кафедры космической радиофизики ХГУ П. В. Блюхом, был признан лучшим и рекомендован в качестве базового. Долгие годы лекции по статистической радиофизике, физике плазмы и аэронауки на радиофизическом факультете ХГУ читались Павлом Викторовичем. Заложенные им основы и традиции продолжают свою жизнь и поныне, помогая в преподавательской деятельности его ученикам и коллегам. В 2003 г. существенно переработанный и дополненный курс по статистической радиофизике был издан учениками Павла Викторовича А. А. Минаковым и О. Ф. Тырновым в виде первого в СНГ учебника для вузов. Павел Викторович активно пропагандировал достижения науки и техники. Он многократно печатался в таких ведущих научно-популярных изданиях, как “Наука”, “Природа”, “Знание”, “Квант”, “Наука і суспільство”, “Quantum”. Его статьи и обзорные работы всегда отличались интригующей “завязкой”, захватывающим “действием” и, наконец, успешным заключительным “финалом” спектакля под названием “научно-техническая проблема”. Удивительной способностью Павла Викторовича было умение, как говорят, “на пальцах” объяснить сложное физическое явление и получить количественный результат, который очень хорошо согласовывался с точным ответом, найденным впоследствии путем рутинных и продолжительных вычислений. Это было искусство, удивительное физическое чутье и умение в простой непринужденной манере

ре объяснять сложные процессы. Его педагогический талант и увлеченность наукой родили семейную династию физиков: известными учеными стали его сын Ю. П. Блюх и внук К. Ю. Блюх, работающий сегодня в ОКР, основанном дедом.

Павел Викторович был чрезвычайно разносторонним и любознательным человеком, увлекающимся поэзией, живописью, туризмом, фотографией. Его отличали искренняя доброжелательность, желание и умение доставлять радость окружающим. Прекрасные фотоальбомы, стенные газеты, рассказы, стихи, эпиграммы, рисунки и картины, подготовленные и подаренные им, стали семейными реликвиями многих его друзей, коллег и учеников. Последний прижизненный подарок Павла Викторовича был адресован Ученому совету родного института – это картина с изображением символа мудрости – совы, которая висит теперь в приемной директора РИ НАНУ академिका Л. Н. Литвиненко.

Авторы этой статьи благодарны судьбе, которая подарила радость общения и многолетнюю дружбу с нашим Учителем – Павлом Викторовичем Блюхом.

Основные публикации

За свою многолетнюю научную и педагогическую деятельность П.В. Блюх опубликовал около 150 научных работ, включая следующие монографии:

1. П. В. Блюх, А. П. Николаенко, Ю. Ф. Филиппов. Глобальные электромагнитные резонансы в полости Земля-ионосфера. – Киев: Наукова думка, 1977. – 198 с.

2. Bliokh P. V., Nickolaenko A. P., Filipov Y. F. Schumann resonances in the Earth-ionosphere cavity. – London: Peter Peregrinus Ltd., 1980. – 166 p.

3. В. Г. Безродный, П. В. Блюх, Р. С. Шубова, Ю. М. Ямпольский. Флуктуации сверхдлинных волн в волноводе Земля-ионосфера. – М.: Наука, 1984. – 144 с.

4. П. В. Блюх, А. А. Минаков. Гравитационные линзы. – Киев: Наукова думка, 1989. – 240 с.

5. Bliokh P. V., Sinitin V., Yaroshenko V. Dusty and Self-Gravitational Plasmas in Space. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Acad. Publishers, 1995. – 250 p.

6. П. В. Блюх, М. Ф. Румянцев, Д. И. Кляцкин и др. Основы радиотехники и радиолокации. Книга I – Физические основы радиотехники. Книга II – Радиопередающие и радиоприемные устройства. Книга III – Основы радиолокации. – М.: Воениздат, 1958.

Павло Вікторович Блюх (до 85-річчя від дня народження)

А. О. Минаков, В. Г. Сініцин,
Ю. М. Ямпольский

Показано творчий шлях одного з яскравих представників харківської радіофізичної школи, заслуженого діяча науки і техніки України професора Павла Вікторовича Блюха, якому 8 березня 2007 року виповнилося б 85 років.

Pavlo Viktorovych Bliokh (to his 85th anniversary)

A. O. Minakov, V. G. Sinitsin,
and Yu. M. Yampolski

Shown is the creative development of one of the brilliant members of the Kharkivan radiophysics school, Honored Worker in Science and Technology of Ukraine, Professor Pavlo Viktorovych Bliokh, who would celebrate his 85th anniversary on March 8, 2007.