

Памяти Анатолия Алексеевича Бузникова

В. С. Горяинов

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)*

vsgoriainov@etu.ru

Аннотация. В 2025 году исполняется 88 лет со дня рождения заслуженного профессора СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктора технических наук, профессора А. А. Бузникова. На протяжении более чем полувековой научной и педагогической карьеры профессор Бузников внес неоценимый вклад в развитие отечественной и мировой электроники и оптико-электронных методов дистанционного зондирования Земли. В частности, при его участии и под его руководством были разработаны первые спектральные приборы для дистанционного исследования земной поверхности и атмосферы с космических аппаратов. Специалисты, подготовкой дипломных работ и диссертаций которых руководил Анатолий Алексеевич, в настоящее время успешно продолжают научную и инженерную деятельность в различных областях электроники. В данном докладе приведены этапы творческого пути профессора Бузникова и обзор его основных научных работ.

Ключевые слова: А.А. Бузников, ученый; биография; оптико-электронные приборы; дистанционное зондирование Земли; спектрофотометрия; поляриметрия

I. ВВЕДЕНИЕ

11 февраля 2025 года исполнилось 88 лет со дня рождения заслуженного профессора СПбГЭТУ «ЛЭТИ» А.А. Бузникова. На протяжении многих лет, начиная с конца 1950-х годов, Анатолий Алексеевич плодотворно работал над созданием и применением оптико-электронных приборов для дистанционного зондирования Земли. В данном докладе рассматриваются основные этапы творческого пути профессора Бузникова и обзор его основных научных работ.

Детство Анатолия Алексеевича пришлось на страшные военные годы и разгар сталинских репрессий, от которых пострадал его отец, руководитель в ленинградском аппарате НКВД. Первую, самую тяжелую блокадную зиму А.А. Бузников провел в осажденном Ленинграде; в феврале 1942 года ему с матерью удалось эвакуироваться в Череповец. Семья воссоединилась в 1944 году, после снятия блокады [1].

II. ОБУЧЕНИЕ В ЛЭТИ

В 1954 году, окончив школу с серебряной медалью, Анатолий Алексеевич стал студентом факультета электронной техники Ленинградского электротехнического института (ЛЭТИ) им. В.И. Ульянова (Ленина). Кафедра основ электровакуумной техники (ОЭВТ), старейшая на факультете, в середине 1950-х годов занималась разработкой и производством фотоэлектрооптических усилителей (ФЭОУ). За создание метода высокоточных измерений интенсивности инфракрасного излучения с использованием этого типа приборов заведующий кафедрой профессор Б.П. Козырев получил в 1950 году Сталинскую премию. Заместитель декана факультета

электроники О.В. Соколов порекомендовал А.А. Бузникова, студента третьего курса, вместе с несколькими его одногруппниками, для трудоустройства в качестве лаборанта кафедры. В этой должности он начал исследования под руководством лаборанта А.В. Мезенова.

После запуска первых искусственных спутников Земли возникла идея проведения актинометрических измерений с орбиты с целью расширить и уточнить сведения о солнечном излучении, его взаимодействии с атмосферой и земной поверхностью. Конструкция оптического спутника, предназначенного для решения этой задачи, обсуждалась на постоянном научном семинаре, которым руководил заведующий кафедрой физики атмосферы Ленинградского государственного университета (ЛГУ) К.Я. Кондратьев. При участии А.А. Бузникова на кафедре ОЭВТ был разработан комплекс актинометрической аппаратуры, позволивший успешно провести космический эксперимент.

В 1960 году А.А. Бузников защитил дипломную работу, посвященную созданию малоинерционного низкотемпературного болометра, под руководством заведующего кафедрой ОЭВТ профессора Б.П. Козырева. Результат разработки был отмечен серебряной медалью ВДНХ СССР [1, 2].

Спустя два года Анатолий Алексеевич поступил в аспирантуру кафедры ОЭВТ и к началу 1963 года в соавторстве с Б.П. Козыревым разработал две конструкции технического черного тела с большой апертурой (250 и 500 мм), предназначенных для оценки характеристик пропускания горизонтальных атмосферных трасс. В 1964 году аспирант Бузников представил методики и инструменты для удаленной низкотемпературной пирометрии на II Всесоюзном научном вулканологическом совещании в г. Петропавловске-Камчатском, а в 1966 успешно защитил в ЛЭТИ кандидатскую диссертацию, подводящую итоги исследований в этой области.

III. ЛГУ и ОКБ «ИНТЕГРАЛ»

После защиты диссертации А.А. Бузников перешел на кафедру физики атмосферы ЛГУ, где проработал до конца 1970-х годов в должности вначале старшего научного сотрудника, а затем заместителя заведующего кафедрой по науке, руководителя вновь созданной лаборатории высотной актинометрии и спутниковых измерений [2]. Коллектив кафедры, составлявший на тот момент около 70 человек, был сконцентрирован в первую очередь на научной деятельности, целью которой было обеспечение возможности спектральных исследований атмосферы Земли с борта разрабатывавшихся в то время космических аппаратов [1].

После космических полетов Ю.А. Гагарина и Г.С. Титова появилась задача дополнения визуальных наблюдений поверхности и атмосферы Земли с орбиты объективными, количественными результатами инструментальных измерений. На совещании под руководством генерального конструктора космических кораблей С.П. Королева А.А. Бузников предложил дополнить комплект научных инструментов для пилотируемых полетов специально разработанным портативным спектрометром. Ручные спутниковые спектрометры РСС-2 и РСС-3, созданные кафедрой физики атмосферы в сотрудничестве с Государственным оптическим институтом и Ленинградским оптико-механическим объединением, нашли широкое применение в экспериментах на борту космических кораблей, начиная с «Союза-5» (1969), и орбитальных станций «Салют» и «Мир». Удачная оптическая конструкция и обеспечиваемые ею параметры позволили применять модифицированные варианты спектрометров РСС, с регистрацией спектров фотоэлектронными приемниками излучения вместо изначальной фотопленки, в ходе значительно более поздних наземных исследований [3].

Во время подготовки космических экспериментов А.А. Бузников и другие сотрудники кафедры физики атмосферы поддерживали интерес космонавтов, непосредственных исполнителей съемок и наблюдений, к получаемым результатам. Это обеспечивало повышение качества получаемых данных, а космонавты, участвовавшие в экспериментах, становились соавторами исследований и научных публикаций [1]. Результаты космических экспериментов легли в основу диссертаций, подготовленных и защищенных Е.В. Хруновым, А.Г. Николаевым, Г.М. Гречко и В.И. Севастьяновым. Был также опубликован ряд монографий, посвященных визуальным и инструментальным исследованиям Земли из космоса. Обнаружение ранее неизвестной вертикально-лучевой структуры дневного излучения верхней атмосферы Земли было внесено в Государственный реестр открытий СССР под номером 106 [4].

Больших научных и организационных усилий потребовало проведение первых экспериментов по синхронной съемке земной поверхности с борта космического корабля, с самолетов-лабораторий и наземными группами. С учетом времени пролета кораблей «Союз-7» (октябрь 1969 года) и «Союз-9» (июнь 1970 года), которое должно было приходиться на дневной период с достаточной освещенностью, а также необходимости качественной телефонной связи с центром управления полетами и ряда других факторов, для проведения экспериментов была выбрана область в пустыне Каракумы, прилегающая к заливу Кара-Богаз-Гол. Численность участников эксперимента только от кафедры физики атмосферы ЛГУ превышала 100 человек. Слаженная работа всей многочисленной команды позволила получить неоценимые данные о передаточной функции полной толщи земной атмосферы и оптических характеристиках различных природных образований.

В 1975 году на основе Лаборатории высотной актинометрии и спутниковых измерений было организовано Особое конструкторское бюро (ОКБ) аэрокосмической аппаратуры «Интеграл» с опытным

производством, в котором А.А. Бузников стал главным конструктором. Новая организация продолжила исследовательские и конструкторские работы в области дистанционного зондирования.



Бузников Анатолий Алексеевич (1937–2022)

В частности, был разработан комплекс солнечных спектрометров КСС-2, предназначенный для регистрации ультрафиолетовых и инфракрасных спектров поглощения солнечного излучения малыми газовыми компонентами атмосферы. Поскольку концентрация исследуемых веществ в верхних слоях атмосферы была заведомо намного ниже, чем во внутренней атмосфере пилотируемого космического корабля, спектрометры КСС-2 были размещены за пределами герметичного корпуса орбитальной станции «Салют-4». При движении станции по орбите линия визирования, соединяющая прибор с диском Солнца, последовательно проходила через слои атмосферы на разных высотах над земной поверхностью. Так как в периоды измерений диск Земли частично закрывал Солнце, как это происходит при затмении, методика получила название затменного зондирования. В результате эксперимента были значительно уточнены сведения о распределении водяного пара в атмосфере на высотах 30–60 км.

Разработанные под руководством А.А. Бузникова спектральные приборы и методики их применения для дистанционного зондирования Земли из космоса дали начало новой научной отрасли – космической спектрофотометрии природной среды [5].

IV. ВОЗВРАЩЕНИЕ В ЛЭТИ, РУКОВОДСТВО КАФЕДРОЙ И ОНИЛ КДЗ

В 1979 году А.А. Бузников вернулся в ЛЭТИ и занял должность доцента кафедры физической электроники и оптико-электронных приборов (ФЭОП) – такое название получила несколькими годами ранее кафедра ОЭВТ.

1980-е годы отмечены работами сотрудников кафедры и лаборатории в области поляриметрии как метода дистанционной идентификации и исследования природных объектов [6]. Предпосылки этой методики были известны достаточно давно: так, например, в комплект принадлежностей спектрометров РСС входила поляризационная приставка. В середине 1970-х в ЛГУ был проведен ряд лабораторных и натурных экспериментов, в которых была подтверждена применимость поляризационных методов для дистанционного определения влажности почвы и обнаружения нефтяных загрязнений, а сами эти методы получили дополнительное развитие. В дальнейшем, с

учетом полученных результатов, был разработан одноканальный поляриметр с непрерывно вращающимся анализатором, предназначенный для определения состояния поляризации рассеянного солнечного излучения в четырех спектральных полосах видимого и ближнего инфракрасного диапазона [7].

В 1985 году А.А. Бузников защитил докторскую диссертацию, посвященную космической спектрофотометрии природной среды с аэрокосмических носителей, а в 1988 стал заведующим кафедрой ФЭОП. На этом посту он плодотворно проработал до 2008 года.

В 1987 году при кафедре была организована отраслевая научно-исследовательская лаборатория космического дистанционного зондирования (ОНИЛ КДЗ), куда удалось перевести часть сотрудников ОКБ «Интеграл», расширив возможности кафедры в области создания приборов дистанционного зондирования.

На 1990-е годы пришелся трудный процесс слома и перестройки системы высшего образования и науки. Под руководством Анатолия Алексеевича кафедре ФЭОП удалось сохранить и развить имевшиеся научные разработки и компетенции, в том числе в области дистанционного зондирования. Были вновь установлены или укреплены связи с рядом отечественных и зарубежных научных и образовательных организаций, среди которых Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Институт озераведения РАН, Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова, Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена, АО «Гипрорыбфлот», Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Лаппеэнрантский технологический университет. В международном сотрудничестве были выполнены работы по разработке моделей качества воды для дистанционного зондирования озерной системы Сайма [8] и исследованию трансграничного переноса атмосферных загрязнений, которые производит металлургическая и целлюлозно-бумажная промышленность [9].

Исследование влияния загрязнения атмосферы и почв тяжелыми металлами на спектры отражения лишайников, мхов и высших растений, а также поиск индикаторных видов, для которых это влияние проявляется наиболее ярко, стали значительным и плодотворным направлением деятельности Анатолия Алексеевича, его коллег, студентов и аспирантов. В результате этих работ были выбраны индикаторные виды, характерные для городской растительности, и создан программно-аппаратный комплекс на основе спектрометра «Радуга» для мониторинга загрязнения городской среды соединениями меди, цинка, железа, марганца, никеля, кадмия, свинца [10, 11].

Одновременно с международным сотрудничеством на кафедре, с 2002 года носившей название кафедры квантовой электроники и оптико-электронных приборов, выполнялись работы по заданию Главкосмоса и в рамках федеральной целевой программы «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки». Кроме того, был создан и успешно развивался учебно-научный центр «Оптико-

электронные системы в аэрокосмическом экологическом мониторинге» [1, 2].

Велик вклад профессора Бузникова в педагогическую деятельность кафедры и подготовку кадров высшей квалификации. В период работы в ЛЭТИ он читал лекции и проводил практические занятия для студентов бакалавриата и магистратуры, а также аспирантов в рамках таких курсов как «Оптико-электронные системы дистанционного зондирования окружающей среды» и «Квантовые и оптико-электронные системы» [2]. Под его руководством более полутора десятков аспирантов и два докторанта успешно подготовили и защитили диссертации, тематика которых включает, помимо спектрофотометрии природных вод и растительности [10, 12], также и лидарные методы мониторинга атмосферы и Мирового океана [13–15].

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научные, педагогические и общественные заслуги профессора Бузникова получили широкое признание. Среди полученных им наград – медали «Знак Почета» и «Ветеран труда», медаль академика С.П. Королева, медаль и диплом имени Ю.А. Гагарина, медали ВДНХ, юбилейные медали в честь победы в Великой Отечественной войне и в честь полного освобождения Ленинграда от фашистской блокады. В 2000 году президентским приказом А.А. Бузникову было присвоено звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», а в 2015 году Ученый совет СПбГЭТУ «ЛЭТИ» присвоил ему звание «Заслуженный профессор Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ» [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Бузников А.А. Моя космическая одиссея. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. 224 с.
- [2] К 85-летию Анатолия Алексеевича Бузникова // Исследование Земли из космоса. 2022. Вып. 2. С. 95–96.
- [3] Горяинов В.С., Бузников А.А., Костиков Е.В. Модернизация портативного спектрометра РСС // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2020. Вып. 2. С. 5–16.
- [4] Диплом на открытие № 106 / Г.Т. Береговой, А.Г. Николаев, В.И. Севастьянов, Е.В. Хрунов, К.Я. Кондратьев, А.А. Бузников, М.М. Мирошников, А.И. Лазарев, О.И. Смоктий. Явление вертикально-лучевой структуры дневного излучения верхней атмосферы Земли; приоритет от 19.05.71.
- [5] Бузников А.А. Космическая спектрофотометрия природной среды с пилотируемых орбитальных станций // Оптический журнал. 2015. Т. 82, вып. 7. С. 114–122.
- [6] Бузников А.А., Лахтанов Г.А. Поляриметры для аэрокосмических исследований природной среды // Исследование Земли из космоса. 1991. Вып. 1. С. 103–115.
- [7] Бузников А.А., Лахтанов Г.А., Кузнецов А.Н. Бортовой поляриметр для дистанционной индикации нефтяных загрязнений на поверхности моря // Оптические методы изучения океанов и внутренних водоемов: тез. докл. Таллин, 1980. С. 268–272.
- [8] Разработка моделей качества воды для дистанционного зондирования озерной системы Сайма / А.А. Бузников, Г.А. Лахтанов, П. Лайне, П. Минккинен, П.Б. Ракушин // Исследование Земли из космоса. 1998. Вып. 6. С. 104–110.
- [9] Use of remote and ground methods to assess the impacts of smelter emissions in the Kola peninsula / A.A. Buznikov, I.I. Payanskaya-Gvozdeva, A.V. Virolajnen, S.G. Shvareva // Science of the Total Environment. 1995. Т. 160–161. С. 285–293.
- [10] Бузников А.А., Тимофеев А.А. Региональный экологический мониторинг: метод и аппаратно-программный комплекс для дистанционной оценки загрязнения индикаторных видов растительности тяжелыми металлами // Региональная экология. 2010. Т. 29, вып. 3. С. 9–17.

- [11] Goryainov V.S., Buznikov A.A. A study of the influence of copper sulfate on the spectral properties of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) // *Journal of physics: Conference series*. 2021. Т. 2103. С. 012155.
- [12] Связь оптических характеристик с экологическим состоянием природных вод / А.А. Тимофеев, А.А. Бузников, А.В. Андреева, А.В. Буданов, А.Л. Есипов, В.В. Панфилов // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2006. Т. 3, вып. 2. С. 155-160.
- [13] Кашеев С.В., Бузников А.А., Жевлаков А.П. Особенности формирования ультраспектральной избирательности в авиационном лидаре // *Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*. 2011. Вып. 2. С. 19-26.
- [14] Monitoring of methane emissions in the Arctic by laser sensing to assess climate change / A.S. Grishkanich, A.A. Buznikov, V.V. Elizarov, S.V. Kascheev, A.P. Zhevlakov // *Proceedings-2014 International Conference Laser Optics, LO 2014*. Saint Petersburg, 2014. С. 6886389.
- [15] Oceanological monitoring of fishing areas using lidars / V.I. Chernook, A.N. Vasilyev, Yu.A. Goldin, B.A. Gureev, V.S. Goryainov, A.A. Buznikov // *Proceedings-2014 International Conference Laser Optics, LO 2014*. Saint Petersburg, 2014. С. 6886388.