

## ВАЖНЫЙ ЦЕНТР УЧЕБНОЙ И НАУЧНОЙ РАБОТЫ ПО АСТРОФИЗИКЕ.

(к 50 летию кафедры астрофизики  
Ленинградского университета)

В. Г. НАГНИБЕДА

Описывается учебная и научная работа кафедры астрофизики Ленинградского университета за 50 лет с момента ее основания.

Кафедре астрофизики Ленинградского университета исполняется 50 лет. И если, как это принято, подводить к юбилею некоторые итоги, то главным среди них будет более 370 специалистов-астрофизиков, подготовленных кафедрой за эти годы. Большинство из них работало и работает в астрономических учреждениях, академических и отраслевых научно-исследовательских институтах. Аспирантуру при кафедре прошли более 70 человек, и почти все они защитили кандидатские диссертации. Многие видные советские астрофизики были студентами или аспирантами кафедры астрофизики Ленинградского университета, которая по праву может ими гордиться.

Много разных событий произошло на кафедре за прошедшие 50 лет, многое изменилось, но неизменным оставалось главное: все эти годы, без перерыва, даже в самое суровое и тяжелое время блокады и эвакуации, не прерывался учебный процесс, кафедра учила студентов, готовила специалистов для страны. И сейчас практически на всех обсерваториях можно встретить ее выпускников, увидеть их среди участников астрофизических конференций и симпозиумов, на страницах научных журналов найти их имена.

Особые отношения установились между университетом и Пулковской обсерваторией. В течение многих лет сотрудники Пулкова приглашались для чтения лекций в университете, студенты-астрономы проходили практики в Пулковской обсерватории, а после окончания университета пополняли ее штат. Около 90 выпускников кафедры астрофизики стали в разные годы сотрудниками астрофизических отделов Главной астрономической обсерватории АН СССР. Среди них работающие в настоящее время докто-

ра наук Б. М. Рубашев, Н. Н. Михельсон, Р. Н. Ихсанов, Г. Б. Гельфрейх, начальник Горной астрономической станции ГАО в Кисловодске М. Н. Гневышев.

Сотрудниками Крымской астрофизической обсерватории были или работают и ныне около 20 астрофизиков из Ленинградского университета, в их числе заместитель директора обсерватории член-корреспондент АН СССР А. А. Боярчук.

В Специальную астрофизическую обсерваторию АН СССР, созданную в 1967 г., кафедра направила более 20 своих выпускников. Директор обсерватории доктор физико-математических наук И. М. Котылов также окончил кафедру астрофизики ЛГУ.

В обсерваториях Закавказья — Бюраканской, Абастуманской, Шемахинской — много сотрудников, окончивших университет по кафедре астрофизики или аспирантуру при ней. Почти десять выпускников кафедры работают на Радиоастрономической станции Физического института АН СССР. Этот перечень можно было бы продолжить — от Радиоастрофизической обсерватории в Риге до Солнечной станции в Уссурийске.

Другим юбилейным итогом может служить многогранная научная деятельность кафедры. Многие первоклассные научные исследования, выполненные здесь, получили широкое признание. В настоящее время при кафедре и под ее руководством работают три астрофизические лаборатории Астрономической обсерватории ЛГУ: теоретической астрофизики, наблюдательной астрофизики, радиоастрономии и физики Солнца. Кафедра и состоящие при ней лаборатории составляют единый учебный и научный коллектив. Итог работы этого сильного коллектива — это сотни научных статей по различным направлениям астрофизики, это монографии, учебники и учебные пособия, написанные университетскими астрофизиками или с их участием. Некоторые из них получили мировую известность и переведены на иностранные языки.

Мировое признание получила ленинградская школа теоретической астрофизики, основателем которой был создатель и первый заведующий кафедрой астрофизики ЛГУ академик В. А. Амбарцумян. Сейчас главой этой школы является академик В. В. Соболев, сменивший В. А. Амбарцумяна и на посту заведующего кафедрой. Широкую известность приобрели работы астрофизиков-наблюдателей в области фотометрии и поляриметрии звезд, туманностей и внегалактических объектов.

Среди университетских астрофизиков в настоящее время один академик, пять докторов и 18 кандидатов наук. Кафедра имеет широкие творческие научные связи со многими обсерваториями страны. Все это, несомненно позволяет включать кафедру астрофизики ЛГУ в число ведущих астрономических научных и учебных коллективов страны.

Астрономия заняла видное положение в Петербургском университете со времени его основания в 1819 г. Уже тогда среди немногочисленных кафедр университета была и кафедра астрономии. Создание Астрономической обсерватории университета, столетие которой отмечалось в 1981 г., способствовало развитию научных астрономических исследований.

Бурное развитие в начале века новой области астрономии — астрофизики вскоре нашло свое отражение и в преподавании астрономии в университете. В 1909—1910 гг. среди курсов лекций, читавшихся профессором А. А. Ивановым, появились первые астрофизические курсы физики неба и физики Солнца. В послереволюционные годы для чтения специальных астрофизических курсов в университет были приглашены два выдающихся русских ученых: академик А. А. Белопольский и профессор Г. А. Тихов. Первый из них читал курс астроспектроскопии, второй — астрофотографии. Лекции этих замечательных ученых не только способствовали повышению уровня обучения студентов, но и положили начало подготовке высококвалифицированных астрофизиков. В 20-е годы Петроградский—Ленинградский университет окончили такие известные впоследствии астрофизики как В. А. Амбарцумян, И. С. Астапович, Н. А. Козырев, В. Б. Никснор, В. П. Цесевич, В. В. Шаронов, М. С. Эйгенсон.

В начале 30-х годов физико-математический факультет университета разделился на два, и астрономия была включена в состав математико-механического факультета. Вскоре после этого была образована кафедра астрофизики, создание которой связано с именем выдающегося советского астрофизика Виктора Амазасповича Амбарцумяна. Он окончил Ленинградский университет в 1928 г. и поступил в аспирантуру Пулковской обсерватории к акад. А. А. Белопольскому. Спустя три года В. А. Амбарцумян вернулся в университет, где стал читать астрофизические курсы. Затем он возглавил астрофизический отдел университетской обсерватории, а в 1934 г., став профессором организовал кафедру астрофизики. Создание кафедры позволило значительно расширить и углубить астрофизическую подготовку студентов.

Возглавив университетскую астрофизику, В. А. Амбарцумян разработал программу развития учебной и научной работы. Это были годы, когда на основе успехов квантовой механики разрабатывались теория атомных спектров и теория излучения. Это дало возможность астрофизикам начать построение теории спектров звезд и туманностей и использовать ее при интерпретации наблюдений, т. е. положить начало теоретической астрофизики.

В. А. Амбарцумян считал, что высокий уровень теоретических исследований является одной из гарантий независимости нашей науки и что именно университет является подходящим местом для развития теоретических работ. Намеченная им программа научных исследований и подготов-

ки студентов в области астрофизики нашла поддержку астрономов университета. Студенты также с большим интересом отнеслись к появлению новой кафедры. Как вспоминает сам В. А. Амбарцумян, вскоре после начала его работы в университете он «оказался окруженным группой молодежи, понявшей перспективность нового направления». В. А. Амбарцумян впервые в нашей стране разработал и начал читать курс теоретической астрофизики. Эти лекции послужили основой для написания первого в СССР учебника «Теоретическая астрофизика», вышедшего в 1939 г. Он также читал важный курс теоретической физики.

Наряду с этим на кафедре большое внимание уделялось и подготовке студентов в области наблюдательной астрофизики. В. В. Шаронов читал курс практической астрофизики, а А. И. Лебединский — общей астрофизики. Ряд курсов читали сотрудники Пулковской обсерватории. Студенты проходили наблюдательную практику на различных обсерваториях. Среди окончивших университет по специальности «астрофизика» в эти предвоенные годы Т. А. Агекян, В. Г. Горбацкий, В. А. Домбровский, В. В. Соболев, ставшие в дальнейшем профессорами Ленинградского университета. В эти же годы появились на кафедре и первые аспиранты. В их числе Т. А. Агекян, М. А. Вашакидзе, Ш. Г. Горделадзе, Д. О. Мохнач, В. В. Соболев, защитившие в дальнейшем докторские диссертации.

Наряду с главной задачей — воспитанием научной смены, кафедра астрофизики активизировала и научные исследования. Особенностью университетской науки вообще, и астрофизики в частности, является довольно широкий спектр направлений, в которых ведутся научные исследования. Это связано с необходимостью готовить специалистов-астрофизиков широкого профиля.

Данная статья не является научным обзором, и поэтому при рассмотрении научных достижений будут, по необходимости кратко, указаны лишь наиболее интересные и важные научные результаты, полученные астрофизиками университета за прошедшие годы.

Наиболее известны и впечатляющи научные достижения в области теоретической астрофизики. Успехи в этой области в предвоенные годы связаны с работами В. А. Амбарцумяна. В упомянутой выше программе он определил основные проблемы, над которыми работали в первые годы теоретики-астрофизики ЛГУ. Это были вопросы, которыми интересовался и сам В. А. Амбарцумян: физика туманностей и оболочек нестационарных звезд, теория переноса излучения и статистическая механика звездных систем. В каждом из этих направлений он получил результаты фундаментальной важности, заложившие основу для дальнейших работ на многие годы. Этими задачами занялась группа молодых сотрудников и аспирантов, из числа учеников В. А. Амбарцумяна, по его словам, «способная к решению крупных научных задач».

Еще аспирантом В. А. Амбарцумян занялся теоретическим изучением планетарных туманностей. К этому времени было известно, что яркие линии в их спектре возникают за счет эффекта флуоресценции, т. е. переработки в туманности ультрафиолетового излучения центральной звезды в излучение с большими длинами волн. Принимая во внимание этот эффект, В. А. Амбарцумян разработал теорию лучистого равновесия планетарных туманностей и предложил метод определения температуры туманности по отношению интенсивностей эмиссионных линий.

Другой метод определения температур газовых туманностей, основанный на рассмотрении энергетического баланса свободных электронов, разработал В. В. Соболев. Указанные методы до сих пор используются астрофизиками. В. В. Соболев рассмотрел также роль светового давления в расширяющейся планетарной туманности. Эти работы составили кандидатскую диссертацию, которую он защитил за несколько дней до начала войны.

Другого рода задачами занимался А. И. Лебединский. Изучая конвективные движения в звездах, он первым ввел в теорию понятие анизотропной турбулентной вязкости и применил эту теорию для изучения турбулентных движений в атмосфере Солнца. В конце 1941 года он защитил докторскую диссертацию.

Помимо конкретных астрофизических задач В. А. Амбарцумян интересовался и общими проблемами теории переноса излучения. Работы в этом направлении, начатые до войны, были продолжены во время войны в Елабуге, куда он и другие астрофизики (В. В. Соболев, Н. Н. Сытинская и В. В. Шаронов) были эвакуированы в начале войны в составе университетских лабораторий, имевших оборонное значение. Эти исследования, имевшие большое прикладное значение, оказали значительное влияние на последующее развитие теории переноса излучения. В них В. А. Амбарцумян разработал принцип инвариантности, позволяющий непосредственно, без рассмотрения поля излучения в среде, находить интенсивность излучения, выходящего из среды. Этот метод получил широкое признание и применение не только в астрофизике, но всюду, где рассматривается теория переноса — в геофизике, океанологии, физике плазмы и т. д. В 1946 г. за работы по теории рассеяния света В. А. Амбарцумян был удостоен Государственной премии СССР.

Там же, в Елабуге, изучение рассеяния света в земной атмосфере проводил В. В. Шаронов. Разработанные им несложные фотометрические приборы позволяли определять дальность видимости далеких предметов и огней — важный для авиации вопрос. Эти работы, составившие предмет его докторской диссертации, были так сказать «прикладной частью обширных фотометрических исследований тел солнечной системы, которыми занималась в предвоенное десятилетие лаборатория фотометрии АО ЛГУ,

руководимая В. В. Шароновым. Для таких исследований он и Н. Н. Сыгинская разработали надежную методику абсолютных фотометрических измерений и использовали ее при наблюдениях солнечной короны, Луны и планет.

В 30-е годы начал работать на кафедре В. А. Домбровский, с которым связано развитие спектрофотометрических и поляриметрических работ по физике звезд, туманностей и внегалактических объектов в Ленинградском университете. В. А. Амбарцумян предложил ему провести спектрофотометрию светлых газовых туманностей, что было интересно и важно для сравнения с теорией свечения таких туманностей. Для выполнения этой работы В. А. Домбровский разработал и изготовил светосильный спектрограф и провел наблюдения. Успех этой работы был связан, прежде всего, с глубоко продуманной методикой наблюдений и тщательным изучением параметров приемной аппаратуры. Эти особенности стали характерными и для последующих работ астрофизиков-наблюдателей ЛГУ.

Война прервала нормальный ход учебной и научной работы кафедры. Как уже отмечалось, часть сотрудников была эвакуирована в Елабугу, часть осталась в блокадном Ленинграде. Занятия продолжались до февраля 1942 г., когда университет был эвакуирован в Саратов. Там на А. И. Лебединского и В. А. Домбровского легла вся учебная нагрузка по кафедре. После снятия блокады Ленинградский университет вернулся домой, и с осени 1944 г. начались занятия в здании бывших Бестужевских курсов на 10-й линии Васильевского острова, куда переехал математико-механический факультет.

В первые послевоенные годы астрономическое отделение математико-механического факультета претерпела значительные изменения. В связи с увеличением учебной нагрузки из кафедры астрофизики выделились две кафедры: общей астрономии и звездной астрономии, на которые перешли некоторые сотрудники. В 1947 г. В. А. Амбарцумян, еще в конце войны уехавший в Армению и ставший вице-президентом, а затем и президентом АН Армянской ССР, отказался от должности заведующего кафедрой астрофизики. Вместо него был избран В. В. Соболев, защитивший в 1946 г. докторскую диссертацию. На кафедре появились новые аспиранты, часть которых, защитив диссертации, стали сотрудниками астрофизических лабораторий АО ЛГУ. В эти и последующие 50-е—60-е годы активно развивались несколько направлений учебной и научной работы. В. В. Соболев читал курсы теоретической астрофизики и теоретической физики и руководил научными работами по теоретической астрофизике. В. А. Домбровский читал курсы общей астрофизики, астрофотометрии и астрополариметрии и возглавлял лабораторию физики звезд и туманностей. В 1960 г. он защитил докторскую диссертацию и стал профессором кафедры, оставаясь в этой должности вплоть до своей смерти в 1972 г. Курсы астроспектроско-

лии и физики Солнца читал О. А. Мельников — сотрудник Пулковской обсерватории, зачисленный на должность профессора кафедры по совместительству. Он руководил работой лаборатории физики Солнца и проработал на кафедре до 1978 г. В. В. Шаронов, став профессором другой кафедры, продолжал астрофизические исследования, возглавляя лабораторию планетной астрономии.

Важным событием тех лет стало появление на кафедре нового направления — радиоастрономии. В 1959 г. для чтения лекций по радиоастрономии был приглашен сотрудник ГАО АН СССР А. П. Молчанов, который возглавил и научные исследования в области радиоастрономии в АО ЛГУ. В 1963 г. он полностью перешел на кафедру, и на кафедре астрофизики появилось две специализации: астрофизика и радиоастрономия. В 1966 г. после ухода А. П. Молчанова его место на кафедре занял В. Г. Нагнибеда.

Крупным шагом вперед в развитии наблюдательной астрофизики стало строительство южной астрофизической станции АО ЛГУ, которое развернулось в начале 60-х годов по инициативе и под руководством В. А. Домбровского рядом с Бюраканской обсерваторией в Армении. Молодые сотрудники с большим энтузиазмом участвовали в строительстве, а затем начали там научные исследования. Для многих студентов станция стала местом прохождения производственной и преддипломной практики.

Большую роль в подготовке специалистов по астрофизике в нашей стране сыграли учебники, в написании которых участвовали университетские астрофизики. В 1952 г. вышла в качестве учебного пособия книга В. А. Амбарцумяна, Э. Р. Мустеля, А. Б. Северного, В. В. Соболева «Теоретическая астрофизика», переведенная позже на несколько иностранных языков. Хотя эта книга имела значительный успех, она несколько отклонялась от общего направления и стиля работы по теоретической астрофизике в ЛГУ. Был опубликован трехтомный пулковский «Курс астрофизики и звездной астрономии», в числе авторов которого были В. Г. Горбацкий, О. А. Мельников, А. П. Молчанов, В. В. Соболев, В. В. Шаронов. В 1967 г. В. В. Соболев опубликовал учебник для университетов «Курс теоретической астрофизики», позднее изданный в США и вышедший вторым изданием. Этот учебник более точно соответствовал направлению и стилю работ ЛГУ.

Активная успешная учебная и научная деятельность кафедры создала ей высокий авторитет в стране. Кафедра установила тесные связи со многими астрономическими учреждениями: Пулковской, Бюраканской, Крымской обсерваториями, Радиоастрономической станцией ФИАН в Пущине. Формы этих связей были самые разнообразные: совместные научные и наблюдательные работы, участие в работе Ученых советов, прохождение студентами производственной практики, приглашение сотрудников для чте-

ния лекций, направление выпускников на работу, написание учебников и монографий.

С 1947 г. группа студентов-астрономов начала выделяться на факультете в отдельный поток с первого курса, на астрономическое отделение стали принимать ежегодно 25 студентов, примерно половина которых затем специализировалась по астрофизике. Многие выпускники этого периода стали впоследствии видными учеными, защитили докторские диссертации. Среди них необходимо отметить заместителя директора Крымской обсерватории, члена-корреспондента АН СССР А. А. Боярчука, директора САО АН СССР И. М. Копылова, профессоров Ленинградского университета А. А. Никитина, И. Н. Минина, В. В. Иванова и сотрудника АО ЛГУ Д. И. Нагирнера, уже упоминавшихся сотрудников Пулковской обсерватории Г. Б. Гельфрейха, Р. Н. Иханова, Н. Н. Михельсона, сотрудников СибИЗМИР С. И. Вайнштейна и РАС ФИАН В. И. Шишова. Стали докторами наук бывшие аспиранты кафедры С. А. Каплан, М. А. Аракелян, Э. Е. Хачикян, В. Ю. Теребиж, Х. Домке, Э. Г. Яновицкий.

В рассматриваемый период бурно развивались и научные исследования, особенно по теоретической астрофизике. В первую очередь надо отметить активную деятельность В. В. Соболева. В 40-е и в начале 50-х годов им были продолжены и развиты во многих направлениях исследования по теории переноса излучения и ее применения к астрофизическим задачам. Затем в эти исследования включились его ученики, и постепенно сформировалась немногочисленная, но очень сильная группа астрофизиков-теоретиков, составившая ядро ленинградской школы теории переноса.

Основополагающими оказались предложенные В. В. Соболевым новые методы теории переноса. Он ввел в теорию рассеяния света новую величину — вероятность выхода кванта из среды. Такой вероятностный подход в дальнейшем был распространен на всю проблему многократного рассеяния излучения и широко применяется в работах по теории переноса. Другой метод сводится к нахождению резольвентной функции  $\Phi(\tau)$  (только одной переменной  $\tau$ ), через которую находится решение уравнения переноса при любом распределении источников. Для нее было получено линейное интегральное уравнение. Резольвентная функция  $\Phi(\tau)$  прочно вошла в теорию переноса излучения как функция Соболева. Еще один метод приводит к получению линейных интегральных уравнений для коэффициентов яркости, определяющих интенсивность выходящего из среды излучения. В. В. Соболев ввел приближение полного перераспределения по частотам (полностью некогерентное рассеяние), составляющее основу современной теории образования спектральных линий. Им была разработана общая теория переноса излучения при анизотропном рассеянии. Он положил начало развитию теории переноса поляризованного излучения. Разработанные им новые методы оказались весьма эффективными при рассмотре-

нии многих астрофизических задач. Указанные результаты вошли в его монографии «Перенос лучистой энергии в атмосферах звезд и планет» (1956 г.) и «Рассеяние света в атмосферах планет» (1972 г.). В 1958 году он был избран членом-корреспондентом Академии Наук СССР.

Занимаясь изучением оболочек звезд с яркими спектральными линиями, В. В. Соболев пришел к выводу о необходимости учитывать в таких задачах наличие сильных движений в оболочках их расширение. Ему удалось разработать в общем виде теорию переноса лучистой энергии в движущихся средах и применить ее к анализу свечения оболочек нестационарных звезд. Суть рассматриваемой теории состоит в том, что при наличии градиента скорости в оболочке фотоны с частотами спектральных линий поглощаются лишь в тонком по сравнению с толщиной оболочки слое. А тогда диффузию фотонов по всей оболочке можно не рассматривать, что сводит задачу о лучистом равновесии оболочки к решению относительно простой системы алгебраических уравнений. Это позволяет вычислить профили и интенсивности спектральных линий, возникающих в оболочке. Эти результаты составили содержание докторской диссертации В. В. Соболева (1946 г.) и были опубликованы в монографии «Движущиеся оболочки звезд» (1947 г.), переведенной на английский язык и изданной в США в 1960 году.

Разработанная В. В. Соболевым теория была применена рядом его учеников для анализа излучения конкретных объектов. Интерес к этой теории резко возрос в последние годы (спустя 30 лет!), когда теория неподвижных звездных атмосфер была, в основном, разработана и центр тяжести исследований в этой области астрофизики как в нашей стране, так и за рубежом переместился на изучение выбрасывания вещества из разных объектов.

В 1950 г. В. В. Соболев рассмотрел задачу о свечении оболочки новой звезды при отсутствии в ней лучистого равновесия. Эта работа положила начало развитию теории нестационарного поля излучения. Эта теория позволяет интерпретировать кривую блеска новых звезд, особенности их спектра и некоторые параметры оболочек. Ученик В. В. Соболева И. Н. Минин, развивая далее теорию нестационарной диффузии излучения, рассмотрел более детально характер свечения и динамики оболочки новых звезд. Эти результаты составили часть его докторской диссертации, защищенной в 1966 г.

Изучением динамики оболочек новых и других нестационарных звезд, их взаимодействия с выбрасываемым из звезды газом занимался В. Г. Горбацкий. При этом он пришел к необходимости учитывать газодинамические эффекты. Он рассмотрел свечение нагретых ударными волнами оболочек при отсутствии ионизационно-рекомбинационного и температурного равновесия и применил полученные результаты для интерпретации спектров

долгопериодических переменных и новых звезд. В 1963 г. он защитил докторскую диссертацию. В этом же году вышла монография В. Г. Горбацкого и И. Н. Минина «Нестационарные звезды». Последующие работы В. Г. Горбацкого и его учеников развивают исследования динамики газовых потоков в тесных двойных системах. В них рассматривается излучение вращающейся дискообразной оболочки звезды, процесс «дисковой аккреции», наличие газовой струи в двойных системах, возникновение «горячего пятна» в области встречи струи с диском. Горячее пятно должно являться источником рентгеновского излучения, что впоследствии подтвердили наблюдения.

Теоретическое изучение эмиссионного спектра новых звезд, оболочек нестационарных звезд и планетарных туманностей с целью определения их химического состава проводил А. А. Никитин. Он рассчитал вероятности переходов для атомов гелия и разработал теорию относительных интенсивностей его спектральных линий в планетарных туманностях. В дальнейшем он выполнил трудоемкие расчеты атомных характеристик некоторых ионов азота, углерода и кислорода, чьи линии наблюдаются в эмиссионном спектре нестационарных звезд. Им совместно с И. Б. Левинсоном написана книга «Руководство по теоретическому вычислению интенсивностей линий в атомных спектрах» (1962 г.). В 1964 г. он защитил докторскую диссертацию.

С введенным в теорию В. В. Соболевым уже упоминавшимся приближением полного перераспределения по частотам связан и значительный прогресс в трудной задаче расчета спектра звезды. На основе решения полученного им интегрального уравнения для переноса излучения в линии были рассчитаны профили линий поглощения и объяснены наблюдаемые в спектрах звезд значительные остаточные интенсивности в ядрах сильных резонансных линий.

В дальнейшем В. В. Иванов и Д. И. Нагирнер выполнили большой цикл работ, где аналитически исследовали перенос излучения внутри спектральной линии с учетом перераспределения его по частоте. Они изучили ряд специальных функций, через которые выражаются решения стандартных задач, и составили их подробные таблицы, а также исследовали асимптотическое поведение решений этих задач. Все это позволяет вычислять профили линий поглощения и излучения при различных физических условиях в атмосферах звезд. В 1969 г. В. В. Иванов опубликовал монографию «Перенос излучения и спектры небесных тел», переведенную на английский язык и изданную в США в 1973 г., а в 1971 г. защитил докторскую диссертацию.

В. В. Соболев наряду с С. Чандрасекаром решил задачу о рассеянии света в фотосфере на свободных электронах, показав, что излучение, иду-

щее от различных частей диска звезды должно быть поляризованным. Это явление получило название эффекта Соболева—Чандрасекара.

Большое место в работах ленинградских астрофизиков занимает теория многократного рассеяния света, которая является основой теоретического исследования атмосфер планет по отражаемому ими излучению. Еще в 1942 г. В. А. Амбарцумян впервые применил эту теорию в случае полубесконечной атмосферы для интерпретации распределения яркости по диску Юпитера. В 40-х, а затем в 60-х годах В. В. Соболев развил теорию рассеяния света в анизотропно рассеивающих атмосферах и на ее основе рассчитал теоретическую зависимость блеска Венеры и поляризации ее излучения от угла фазы. Ряд работ в этом направлении был выполнен учениками В. В. Соболева.

Переходя к рассмотрению наблюдательных работ университетских астрофизиков, необходимо отметить, что отсутствие собственных крупных инструментов накладывает жесткие ограничения на выбор задач, а с другой стороны стимулирует разработку наилучшей для данной задачи методики наблюдений и обработки.

В Астрономической обсерватории ЛГУ в 30-е годы имелся лишь 22-см рефрактор, приобретенный еще С. П. Глазенапом. В конце 30-х годов А. И. Лебединский создал, а после войны С. С. Журавлев восстановил и модернизировал солнечный телескоп с дифракционным спектрографом. На этих инструментах до 60-х годов и велась научная работа в ЛГУ и проводилась студенческая практика.

После войны продолжились работы по фотометрии планет в лаборатории планетной астрономии. В. В. Шаронов много лет изучал цвет и яркость солнечной короны. Он семь раз участвовал в экспедициях на солнечные затмения. Известен «эффект Шаронова»: всегда в месте наблюдения, где был он, была хорошая погода. В своей последней экспедиции на курильский остров Кунашир в 1963 г., когда на наблюдательную площадку напал туман, он успел подняться по склону вулкана выше слоя тумана и с помощью ручного фотометра выполнил наблюдения (ему было уже за 60 лет). Большое число исследований и измерений было посвящено изучению сравнительных наблюдаемых характеристик поверхностей Марса и Луны и образцов земных пород. В. В. Шаронов разработал «метеорно-шлаковую» теорию строения лунной поверхности, правильность основных положений которой подтвердилась при полетах космических кораблей. Признанием заслуг В. В. Шаронова в исследовании Марса и Луны служит то, что он является одним из немногих советских астрономов, чьим именем названы кратеры на Луне и Марсе.

В спектроскопической лаборатории, позднее переименованной в лабораторию физики Солнца, О. А. Мельников с сотрудниками и учениками получил обширный наблюдательный материал для спектrophотометриче-

ского исследования солнечной атмосферы и образований в ней. Основным методом определения физических условий из наблюдений был метод кри-вых роста, успешно развитый О. А. Мельниковым. Много работ было посвящено исследованию свойств солнечной атмосферы по сопоставлению спектрофотометрических данных для центра и края солнечного диска. Изучалось вращение Солнца на разных оптических глубинах и разных гелиографических широтах.

В конце 40-х годов начались пионерские работы В. А. Домбровского по поляриметрическим наблюдениям звезд. Он предпринял попытку обнаружить эффект Соболева—Чандрасекара (одновременно аналогичные наблюдения начались в США). В этих наблюдениях искомый эффект не был обнаружен, зато была открыта межзвездная поляризация света звезд. Для дальнейших наблюдений был создан чувствительный фотоэлектрический поляриметр. С этим прибором было выполнено большое количество наблюдений звезд и туманностей. В 1953 г. В. А. Домбровский и М. А. Вашикидзе независимо друг от друга обнаружили предсказанную теоретиками сильную поляризацию света Крабовидной туманности, что явилось наблюдательным аргументом в пользу синхротронной природы непрерывного излучения аморфной массы туманности.

Важную роль в развитии наблюдательных работ по астрофизике сыграла Южная астрофизическая станция АО ЛГУ в Бюракане, которая была построена и оснащена в начале 60-х годов по инициативе В. А. Домбровского и при его непосредственном участии. Его энтузиазм, активная работа молодых сотрудников позволили уже в 1963 г. провести пробные наблюдения на первом полуметровом телескопе АЗТ-14, а через год начать научные программы. В дальнейшем были поставлены еще четыре телескопа такого же класса. В работах Бюраканской станции удалось сохранить традиции высокого качества и тщательной продуманности в проведении поляриметрических и фотометрических наблюдений. В первых работах на станции О. С. Шулов установил существование у затменных переменных звезд собственной поляризации, обусловленной рассеянием света этих звезд на свободных электронах газовых потоков в этих системах. В. А. Гаген-Торн исследовал поляризацию света ядер сейфертовских галактик, существование которой объясняется наличием в них источников синхротронного излучения. За поляризационные исследования звезд, туманностей и галактик В. А. Домбровскому (посмертно), В. А. Гаген-Торну и О. С. Шулову в 1974 г. была присуждена премия имени Ф. А. Бредихина Академии Наук СССР.

В 60-х годах на кафедре начались радиоастрономические исследования, которыми до 1966 г. руководил А. П. Молчанов. Основным направлением работ было изучение активных областей на Солнце в сантиметровом диапазоне длин волн с использованием результатов для прикладных це-

лей. А. П. Молчанов разрабатывал методику наблюдений Солнца на малых радиотелескопах, исследовал наблюдательные характеристики локальных источников S-компонента радиоизлучения Солнца. Он был участником наблюдений солнечных затмений, по результатам которых впервые построил спектр радиоизлучения отдельного локального источника, что было важным для определения природы этих образований. В 1964 г. он защитил докторскую диссертацию. Радиоастрономы кафедры со своим экспедиционным радиотелескопом участвовали в наблюдениях многих солнечных затмений, в том числе в Африке, на Курилах, на островах Кука. Им в числе первых удалось выявить тонкую структуру локального источника, обнаружив яркие области над отдельными солнечными пятнами в группе. Большой цикл наблюдений Солнца был выполнен на Большом пулковском радиотелескопе на волне 2 см, что позволило подробно изучить структуру и спектральные особенности локальных источников в коротком см-диапазоне длин волн. Эти наблюдения свидетельствовали о существовании на небольших высотах над фотосферой тонкого переходного слоя с большим градиентом температуры. При проникновении значительного магнитного поля пятен в область с высокой температурой на более длинных волнах становится эффективным магнитотормозное излучение. Таким образом, характер спектра и структуру источников удалось объяснить совместным действием тормозного и магнитотормозного механизмов радиоизлучения.

В последнее десятилетие продолжается активное развитие всех направлений деятельности кафедры. Отметим три события, происшедшие в эти годы и важные для жизни кафедры. В начале 70-х годов специализация «астрофизика» разделилась, и теперь кафедра готовит выпускников по трем специализациям: теоретическая астрофизика, наблюдательная астрофизика и радиоастрономия. В 1978 г. кафедра вместе с математико-механическим факультетом переехала в новое здание в Петродворцовом учебно-научном комплексе ЛГУ. В 1981 г. заведующий кафедрой В. В. Соболев был избран действительным членом Академии Наук СССР.

На кафедре продолжается большая методическая работа по совершенствованию обучения студентов. В связи с организацией трех специализаций были существенно пересмотрены перечень и содержание читаемых курсов лекций. Для всей астрономической группы на кафедре читаются общие астрофизические курсы. Теоретическую астрофизику читает академик В. В. Соболев, общую астрофизику — доцент В. А. Гаген-Торн, радиоастрономию — доцент В. Г. Нагнибеда. Читается большой курс теоретической физики — доцент Д. И. Нагирнер, и физики плазмы — Г. Б. Гельфрейх, зачисленный на должность профессора кафедры по совместительству. Внушительно выглядит список читаемых специальных курсов. Часть из них рассматривает физические основы процессов в космических объектах: физика плазмы, космическая газодинамика, теория переноса излуче-

ния, механизмы космического радиоизлучения. Другие—современные методы астрофизических наблюдений: телескопы и оптические приемники излучения, астроспектроскопия, астрофотометрия, методы радиоастрономии. Природа различных объектов подробно рассматривается в таких курсах, как: звездные атмосферы, физика звезд, радиоизлучение Солнца, межзвездная среда, радиоизлучение Галактики, внегалактическая астрономия, физика галактик. Читаемые спецкурсы предусматривают не только углубленную подготовку по данной специализации, но и обеспечивают подлинную широту настоящей университетской квалификации выпускников. Поэтому нередки случаи, когда после окончания университета астрофизик-теоретик успешно работает в области радиоастрономии, а наблюдатель становится теоретиком.

По-прежнему активна научная деятельность кафедры. В последние годы В. В. Соболев выполнил цикл работ по исследованию роли электронного рассеяния в формировании спектров некоторых типов астрофизических объектов (звезд типов O и WR, сверхновых, рентгеновских источников и др.). Электронное рассеяние, не меняя эффективную температуру звезды, приводит к изменению относительного распределения энергии в спектре, т. е. к изменению спектрофотометрической температуры. В частности, у сверхновых звезд эти две температуры в оболочке могут существенно различаться. Это обстоятельство важно учитывать при интерпретации наблюдений линейчатого спектра.

В. В. Соболев совместно с В. М. Лоскутовым исследовал процесс многократного рассеяния излучения свободными электронами по закону Релея при разных источниках энергии в среде. Результаты определения степени поляризации излучения, выходящего из среды, использовались, в частности, для интерпретации наблюдений излучения рентгеновских источников.

Д. И. Нагирнер продолжил исследования переноса излучения в спектральных линиях при предположении о полном перераспределении по частотам. Им получены точные и асимптотические решения ряда модельных стационарных и нестационарных задач. Предложены методы расчета полей излучения в плоских и цилиндрических средах. Эти результаты обобщены им в докторской диссертации (1984 г.).

В. В. Иванов предложил приближенное решение уравнения переноса излучения для частот линий, обеспечивающее очень высокую точность при весьма общих предположениях о свойствах атмосферы, распределении первичных источников излучения в ней, профиле коэффициента поглощения и т. п. Им выполнен цикл исследований по изучению асимптотических свойств полей излучения в анизотропно рассеивающих атмосферах.

А. К. Колесов рассмотрел решение уравнения переноса излучения в средах со сферической симметрией методом собственных функций. Он по-

лучил полную систему ортогональных собственных функций, что позволило найти ряд точных и асимптотических формул для интенсивности излучения в этих средах.

Новое для кафедры направление открыли работы В. В. Иванова с учениками по внутреннему строению звезд. Созданы и введены в эксплуатацию программы расчета моделей звезд и их эволюции.

Методы тесретического исследования многократно ионизованных атомов, учитывающие релятивистские эффекты, рассмотрены в монографии А. А. Никитина и Э. Б. Рудзикаса «Основы теории спектров атомов и ионов», вышедшей в 1983 г.

В. Г. Горбацкий с группой сотрудников по-прежнему в своих работах рассматривали нестационарные объекты, в которых необходимо учитывать газодинамические эффекты. В 1974 г. опубликована книга В. Г. Горбацкого «Новоподобные и новые звезды», а в 1977 г. его монография «Космическая газодинамика». В последние годы интересы этой группы переместились на изучение динамики газа в скоплениях галактик и его взаимодействия с галактиками. В этом направлении они активно сотрудничают с радиоастрономами РАС ФИАН, где проводятся подобные исследования. В этой работе стали принимать участие и радиоастрономы кафедры, выполняющие наблюдения на инструментах РАС ФИАН.

Радиоастрономы кафедры продолжают также и исследования Солнца. Ими проведены наблюдения нескольких солнечных затмений (на Чукотке, на Кубе, на радиотелескопах РТ-22 ФИАН и РТ-7.5 МВТУ им. Баумана). Эти наблюдения дали новые факты о свойствах радиоисточников над пятнами и протуберанцами. Широко используются возможности наблюдений на крупных радиотелескопах страны. Проведены циклы наблюдений на РАТАН-600, РТ-22, РТ-7.5 с целью исследования структуры и динамики различных образований в атмосфере Солнца.

Астрофизики-наблюдатели в последние годы получили уникальный по однородности и длительности наблюдений материал по фотографической фотометрии и электрополяриметрии компактных внегалактических объектов (лацертиды, N-галактики и др.). Его изучение приближает к пониманию природы активных процессов, происходящих в ядрах галактик. По-прежнему много внимания уделяется методическим вопросам, в частности, разработана программа машинной обработки фотографий протяженных объектов.

Интересные результаты получены по фотометрическим и поляризационным наблюдениям молодых звезд в скоплениях. На основе обзора большого количества звезд уточняется начальная главная последовательность.

Активно развиваются инфракрасные наблюдения, начатые в конце 60-х годов. Сейчас наряду с изучением звезд поздних спектральных клас-

сов начаты инфракрасные наблюдения рентгеновских источников. В настоящее время Бюраканская станция АО ЛГУ, пожалуй, единственная обсерватория, где ведутся регулярные длительные наблюдения поляризации в ИК-длиннолучевом диапазоне.

В последнее время инструменты Бюраканской станции перестали удовлетворять современным требованиям. Поэтому большое внимание уделяется созданию в АО ЛГУ более мощной наблюдательной базы. Заказан крупный телескоп для обсерватории. Экспериментально-конструкторский отдел, руководимый директором обсерватории М. К. Бабаджаняцем, заканчивает изготовление телескопа с зеркалом диаметром 1.6 м, который устанавливается на новой наблюдательной базе в Средней Азии. Это позволяет надеяться, что наблюдательные работы вскоре получат новый импульс к дальнейшему расширению и развитию.

Уже отмечалось, что кафедра астрофизики всегда поддерживала творческие связи с другими астрономическими учреждениями. В последние годы такие связи еще больше расширились и углубились. Хорошую основу для этого составляют договоры о творческом содружестве, заключенные кафедрой с рядом обсерваторий. Формы сотрудничества становятся многообразнее. Это и совместная научная работа, и направление студентов на практику и на работу, проведение совместных семинаров. Так, например, кафедра проводит совместные семинары с восточными астрофизиками (поочередно в Ленинграде и в Эстонии). Такого же типа семинары начали осуществляться и между кафедрой астрофизики ЛГУ и Бюраканской обсерваторией. СИБИЗМИР помогает кафедре в создании учебного радиотелескопа, а радиоастрономы кафедры автоматизировали солнечные наблюдения на радиотелескопе РТ-22 ФИАН.

Кафедра совместно с Бюраканской астрофизической обсерваторией явилась инициатором создания основного для нашей области знания советского журнала «Астрофизика», начавшего выходить в свет в 1965 г.

В заключение хотелось бы отметить еще одну особенность университетской учебно-научной жизни. Помимо чисто учебных занятий сотрудники кафедры много сил и времени уделяют индивидуальной работе со студентами, приобщают их к научным исследованиям, пользуются их помощью в выполнении своих научных программ. Тем самым они воспитывают научную смену. В этом секрет постоянной молодости и научной активности кафедры.

Ленинградский государственный  
университет

THE IMPORTANT CENTER  
OF EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC WORK ON  
ASTROPHYSICS

(50-years of the Leningrad University Astrophysics chair)

V. G. NAGNIBEDA

The educational and scientific work at the Leningrad University chair of astrophysics for 50 years since the year of the chair foundation is outlined.