ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 228 за 2018 г.

ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

Сушкевич Т.А.

Нобелевский лауреат С. Чандрасекар: к 65-летию первой монографии по переносу лучистой энергии (Посвящается 65-летию ИПМ имени М.В.Келдыша и памяти профессора Е.С. Кузнецова, основателя отечественной научной школы и создателя отдела «Кинетические уравнения»)

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Сушкевич Т.А. Нобелевский лауреат С. Чандрасекар: к 65-летию первой монографии по переносу лучистой энергии (Посвящается 65-летию ИПМ имени М.В.Келдыша и памяти профессора Е.С. Кузнецова, основателя отечественной научной школы и создателя отдела «Кинетические уравнения») // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2018. № 228. 32 с. doi:10.20948/prepr-2018-228
URL: http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2018-228

О р д е н а Л е н и н а
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В.Келдыша
Р о с с и й с к о й а к а д е м и и н а у к

Т.А.Сушкевич

Нобелевский лауреат С. Чандрасекар: к 65-летию первой монографии по переносу лучистой энергии

(Посвящается 65-летию ИПМ имени М.В. Келдыша и памяти профессора Е.С. Кузнецова, основателя отечественной научной школы и создателя отдела «Кинетические уравнения»)

Москва — 2018

Сушкевич Т.А.

Нобелевский лауреат С. Чандрасекар: к 65-летию первой монографии по переносу лучистой энергии (*Посвящается 65-летию ИПМ имени М.В.Келдыша и памяти профессора Е.С. Кузнецова, основателя отечественной научной школы и создателя отдела «Кинетические уравнения»*)

Речь идет о Нобелевской премии по физике, полученной С. Чандрасекаром 35 лет назад, 10 декабря 1983 г., первой в мировой науке монографии по теории переноса излучения, физиках-теоретиках, Нильсе Боре и отечественных достижениях. 65 лет назад, в 1953 г., под редакцией Е.С. Кузнецова монография была издана в СССР и стала настольной книгой нескольких поколений исследователей. Работа посвящается памяти Е.С. Кузнецова (13.03.1901-17.02.1966) – основателя в Институте Келдыша в 1955 г. отдела «Кинетические уравнения» и М.В. Масленникова (26.04.1931-15.08.2018) – заведующего отделом в 1966-2008 гг. Е.С. Кузнецов в СССР и С. Чандрасекар в США – основоположники научных школ по теории и методам математического моделирования переноса излучения и лучистой энергии в природных средах.

Ключевые слова: перенос излучения, лучистая энергия, первая монография, Е.С. Кузнецов, С. Чандрасекар, Н. Бор, физики-теоретики

Tamara Alexeevna Sushkevich

Nobel laureate S. Chandrasekhar: to the 65th anniversary of the first monograph on the transfer of radiant energy (Dedicated to 65th anniversary of Keldysh Institute of Applied Mathematics and the memory of Professor E.S. Kuznetsov, the founder of the national scientific school and the Creator of the Department «Kinetic equations»)

The publication deals with the Nobel Prize in Physics, received by S. Chandrasekhar 35 years ago, on December 10, 1983, the first in the world science monograph on the theory of radiation and radiant energy transfer, physicists-theorists, N. Bohr and domestic achievements. 65 years ago, in 1953, under the editorship of E.S. Kuznetsov, the monograph was published in the USSR and became a reference book for several generations of researchers. The work is dedicated to the memory of E.S. Kuznetsov (13.03.1901-17.02.1966) – the founder in Keldysh Institute in 1955 the department «Kinetic Equations» and M.V. Maslennikov (26.04.1931-15.08.2018) – head of the department in 1966-2008. E.S. Kuznetsov in the USSR and S. Chandrasekhar in the USA are the founders of scientific schools on the theory and methods of mathematical modeling of the transfer of radiation and radiant energy in natural environments.

Key words: radiation transfer, radiant energy, first monograph, E.S. Kuznetsov, S. Chandrasekhar, N. Bor, physicists- theorists

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 18-01-00609 а, 17-01-00220 а).

«Простота – признак справедливости»
«Красота – привилегия истины»

1. Введение (о свободе творчества и Нобелевской премии)

35 лет назад, **10 декабря 1983 года**, **Субрахманьян Чандрасекар**, американский астрофизик и физик-теоретик индийского происхождения, США (Subrahmanyan Chandrasekhar; 19.10.1910-21.08.1995) и **Уильям Альфред Фаулер**, американский физик и астрофизик, США (William Alfred Fowler; 09.08.1911-14.03.1995) получили Нобелевскую премию по физике (космическая физика и астрономия) [1-2].

Рис. 1. Субрахманьян Чандрасекар (Subrahmanyan Chandrasekhar)

ФОРМУЛИРОВКА НОБЕЛЕВСКОГО КОМИТЕТА: «за теоретические исследования физических процессов, играющих важную роль в строении и эволюции звезд» (Чандрасекар); «за теоретическое и экспериментальное исследование ядерных реакций, имеющих важное значение для образования химических элементов Вселенной» (Фаулер).

СУТЬ ОТКРЫТИЯ: теория коллапса массивных звезд (Чандрасекар), теория образования химических элементов во Вселенной (Фаулер).

С материалами по Нобелевской премии можно познакомиться на сайте Нобелевского фонда [1-2], в российском издании Энциклопедии «Нобелевские лауреаты» [3] и на русском сайте «Лауреаты Нобелевской премии» [4]. Нобелевские лекции С. Чандрасекара [5] и У.А. Фаулера опубликованы на русском языке в журнале «Успехи физических наук» [6].

С. Чандрасекар в научном мире более известен как физик-теоретик и астрофизик. В академическом Институте прикладной математики имени М.В. Келдыша Академии наук СССР (ИПМ, Институт Келдыша) не случайно хорошо знали астрофизика С. Чандрасекара. Заканчивая работы в Сарове по «атомному проекту», трижды Герой Социалистического Труда академик Яков Борисович Зельдович (08.03.1914-02.12.1987) по предложению директора ИПМ академика Мстислава Всеволодовича Келдыша в 1963 г. начал работать в ИПМ и в 1965 г. основал в ИПМ уникальный научный отдел «Релятивисткая астрофизика». В этом отделе под руководством Я.Б. Зельдовича начинали свой научный путь ныне широко известные в мировой науке астрофизики: академик Рашид Алиевич Сюняев (в ИПМ как аспирант Я.Б. Зельдовича в 1966-1968 гг. и после аспирантуры МФТИ в 1968-1974 гг.) и член-корреспондент Игорь Дмитриевич Новиков (в ИПМ с 1963 по 1974 гг.; в соавторстве с Я.Б. Зельдовичем написал три монографии).

Однако в этой публикации речь пойдет не о достижениях С. Чандрасекара в астрофизике, а о его достижениях в теории переноса излучения и лучистой энергии, о чем мало кто знает в среде российских молодых исследователей и даже среди сотрудников ИПМ, в котором проблемами переноса излучения (солнечного и искусственного света, фотонов, электромагнитного излучения в диапазоне от жесткого гамма-излучения и ультрафиолета до инфракрасного и миллиметрового), нейтронов, заряженных частиц занимались всегда и занимаются сейчас многие сотрудники.

В 2018 г. исполнилось **65 лет** изданию в 1953 г. монографии С. Чандрасекара «**Перенос лучистой энергии**» [7] – перевода на русский язык монографии «**Radiative Transfer**», изданной в США в 1950 г. Это **ПЕРВАЯ в мировой науке монография по теории переноса излучения и лучистой энергии**, в которой С. Чандрасекар как астрофизик системно и четко сформулировал наиболее важные задачи и физико-математические модели (следует отметить: рассматривает только одномерные плоские и сферические задачи) и изложил методы их решения, полезные для тех, кто моделированием

и расчетами занимался и занимается. По этой монографии учились несколько поколений молодых исследователей не только в мире, но и в СССР и в России. Благодарным потомкам важно знать и помнить своих учителей… Однако, советские и российские ученые в 30-ые – 50-ые годы XX века активно работали в области переноса излучения, заряженных частиц, нейтронов, но не издавали монографии, поскольку развитие этой области знаний было связано с закрытыми работами во время войны и по созданию «Ракетно-ядерного щита». Они внесли огромный научный фундаментальный вклад в эту область знаний, имеющую широкую сферу приложений и вечную, пока светит Солнце, мерцают звезды и существует Вселенная… **Более двух тысяч лет звезды, планеты и все объекты Вселенной изучают по их излучению**…

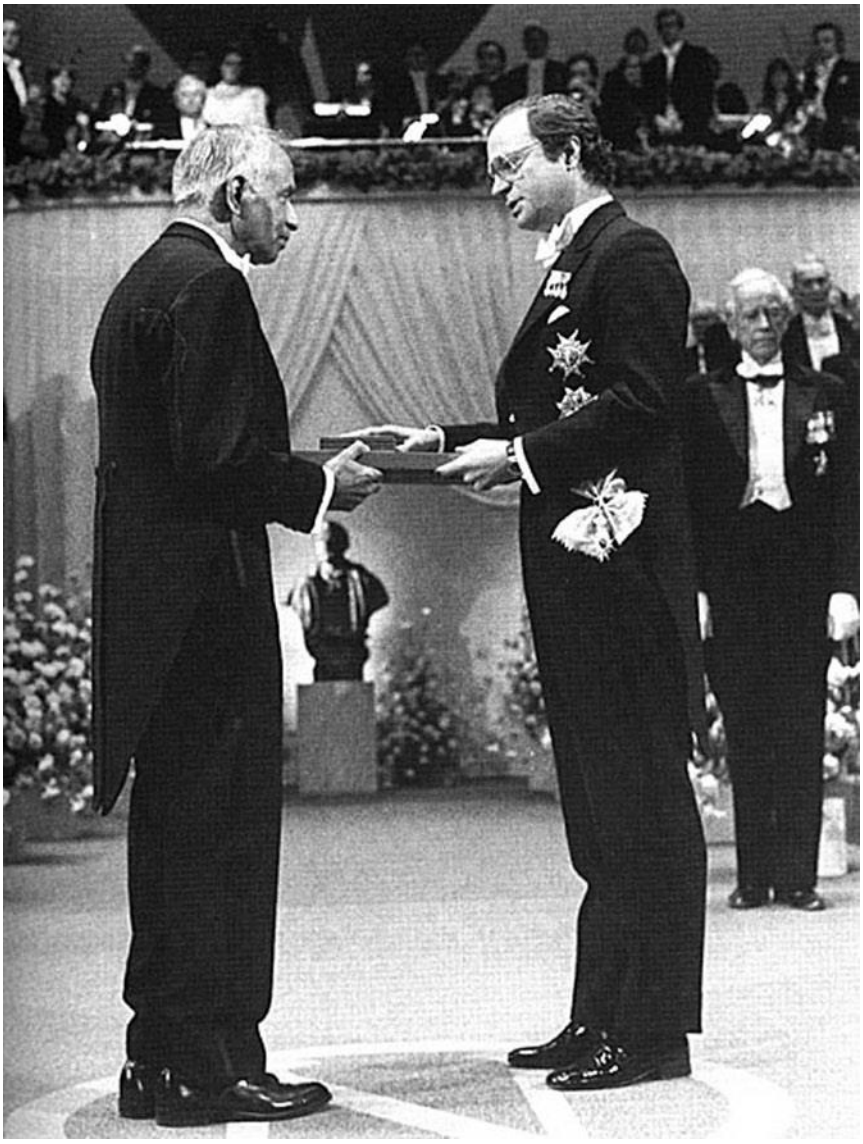

Рис. 2. Вручение Нобелевской премии С. Чандрасекару королем Швеции Карлом XVI Густавом. Стокгольм, 10 декабря 1983 г.

В «Дополнительном списке литературы» к русскому изданию монографии С. Чандрасекара редактор перевода профессор физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова **Евграф Сергеевич Кузнецов** (13.03.1901-17.02.1966) представил работы советских ученых, опубликованные до 1953 г. Это статьи и труды и среди них только одна книга – это монография академика **Кирилла Яковлевича Кондратьева** (14.06.1920-01.05.2006) «Перенос длинноволнового излучения в атмосфере», изданная в 1950 г. [8]. К.Я. Кондратьев – Ректор Ленинградского университета в 1964-1970 гг. и организатор космических исследований в СССР, сторонник пилотируемой космонавтики.

К сожалению в этот список не вошли первые публикации Героя Труда (1927), член-корреспондента РАН с 02.12.1895, почетного члена Академии наук с 04.12.1920, российского и советского профессора, физика-оптика **Ореста Даниловича Хвольсона** (22.11.1852-11.05.1934) [9-11], который впервые в 1885 г. сформулировал уравнение переноса в интегральной форме. Фактически в конце XIX века одновременно, но независимо от немецкого ученого E. Lommel было сформулировано скалярное уравнение переноса. В 1889 г. в Известиях Петербургской академии наук было опубликовано сочинение О. Хвольсона «Основы математической теории внутренней диффузии света» [9], в котором содержится вывод интегрального уравнения теории многократного рассеяния света (статья была доложена и подготовлена в 1885 г.). Краткий реферат по докладу был опубликован в 1886 г. в Журнале русского физико-химического общества. В 1887 и 1889 гг. [10-11] вышли статьи E. Lommel на ту же тему «Фотометрия диффузного отражения» и получено то же уравнение (немецкий физик опередил работы английского астрофизика E.A. Milne). Рассматривалось только изотропное рассеяние и в разложении учитывались только две кратности рассеяния. О. Хвольсон не ограничивает кратность рассеяния и даже рассматривает асимптотический режим, т.е. диффузионное приближение в глубине слоя, и опередил работы E.A. Milne (1921, 1930). Но долго ещё их работы не замечали. Интегральные уравнения вновь появились через почти 25 лет в работах астрофизиков в связи задачами о переносе излучения в атмосфере Земли и Солнце, но без ссылок...

В СССР первыми были опубликованы математические труды советских астрофизиков **Виктора Амазасповича Амбарцумяна** (18.09.1908-12.08.1996) [12] – дважды Героя Социалистического Труда, **110-летие** которого отметили в 2018 году, и Героя Социалистического Труда **Виктора Викторовича Соболева** (02.09.1915-07.01.1999) [13]. Затем были изданы книги участников «атомного проекта» – Героев Социалистического Труда академиков **Гурия Ивановича Марчука** (08.06.1925-24.03.2013) [14] и **Василия Сергеевича Владимирова** (09.01.1923-03.11.2012) [15], **95-летие** которого отметили в 2018 г. В 2018 г. коллектив Института вычислительной математики имени Г.И. Марчука РАН при финансовой поддержке Президиума РАН по решению РИСО РАН издал в пяти томах «Избранные труды» Марчука Г.И., в которых отражена целая эпоха становления и развития нескольких направлений фундаментальных и

прикладных исследований в мировой и отечественной науке и отражена роль ВЕЛИКОЙ Академии наук СССР. Г.И. Марчук – последний Президент Академии наук СССР (16.10.1986-17.12.1991), который в своем вступительном слове «Сохранить научный потенциал страны» на последнем Общем собрании АН СССР 9 октября 1991 г. предсказал негативные тенденции в науке и подчеркнул, что «на каждом участнике собрания лежит огромная отвественность за выбор путей развития академии и, в конечном счете, за развитие и судьбу отечественной науки» [16, с. 602-609], и оказался прав…

Чем глубже и шире знакомишься с жизненным путем и научной и педагогической деятельностью С. Чандрасекара, тем объективнее понимание, что советские и зарубежные ученые в XX веке были очень похожи в своей увлеченности научной деятельностью и свободой творчества и поиска истины. В науку естественным путем и объективно приходили наиболее талантливые и способные молодые исследователи, которые готовы были на долголетние рисковые поиски нового знания о природе, явлениях, процессах и сути вещей, и в «науку» шли не за деньгами, а за самореализацией по зову души и разума. Это было время расцвета цивилизации, духовного подъема и энтузиазма. В **год 100-летия ВЛКСМ** (1918-2018) должно вспомнить, что те же физики-лирики не только космос покоряли, но и целину: **60 лет назад в 1958 году** на физическом факультете МГУ был организован **ПЕРВЫЙ студенческий строительный отряд,** который отправился поднимать целину. Закончив первый курс, Т.А. Сушкевич попала в этот отряд (шеф-повар, строитель пекарни, пекарь), а через несколько лет начала успешно покорять космос в ПЕРВОМ в мире Институте прикладной математики Академии наук СССР!

С тем большей очевидностью и яснее ответ на вопрос: почему советские ученые получали Нобелевские премии, а нынешнему поколению российских ученых премий не присуждают и даже не выдвигают? Известные советские УЧЕНЫЕ мало чем отличались от С. Чандрасекара (любителя музыки и стихов, велосипеда и путешествий) и, как и некоторые нынешние отечественные ученые-ветераны, превыше всего они ценили **СВОБОДУ ТВОРЧЕСТВА и ПОЗНАНИЯ**, а не деньги, и не терпели диктата чиновников и бюрократов (резон: способности ученого позволяют выполнять работу чиновников, но чиновник выполнить работу ученого не может…). Более того, как легенда распространялось убеждение «чиновники обязаны ученых всем обеспечить и не мешать работать»… Это были **ТВОРЧЕСКИЕ ЛИЧНОСТИ**, во-первых.

Во-вторых, академические ученые по своей ментальности консервативны (нужен покой для «глубокой» умственной работы и много энергии уходит на постижение истины), несуетны и фундаментальны во всем, чем занимались или увлекались (живопись, стихи, авторские песни, байдарки и яхты, горные лыжи, туризм «дикарями» с рюкзаком и с костром, альпинизм и т.п.), потому предпочитали работать почти всю свою жизнь в одной организации (не считая создание новых научных организаций и центров, например, в академгородках или наукоградах), не растрачивая свою энергию на переезды и устройство быта.

В-третьих, академические ученые были эрудитами – **элитой страны** – и являлись **носителями культуры** (не случайно говорили: если человек талантлив, то талантлив во всем…). Не случайно в советские годы для участия в зарубежных научных мероприятиях массово использовали «научный туризм».

В 1937 г. Чандрасекар переехал в США, заняв должность научного сотрудника Чикагского университета. В 1938 г. Чандрасекар стал адъюнкт-профессором, в 1944 г. – полным профессором и в 1947 г. – почетным профессором астрофизики. Чандрасекар получил американское гражданство только в 1953 г. Как и советские ученые, С. Чандрасекар предпочитал работать в одном месте и фактически около 60 лет, с 1936 по 1995 гг., проработал в Йеркской обсерватории Чикагского университета (Yerkes Observatory основана в 1897 г., штат Висконсин, США), с 1938 по 1995 гг. – профессор Чикагского университета, что позволило ему создать свою большую научную школу и подготовить многочисленных учеников, а также написать 10 монографий!

Всю свою жизнь Чандрасекар был и ученым – физиком-теоретиком и педагогом. Среди его диссертантов известные Нобелевские лауреаты Цзун-Дао Ли и Чжэньнин Янг (премия по физике 1957 г. «За предвидение при изучении так называемых законов четности, которое привело к важным открытиям в области элементарных частиц»).

В жизни С. Чандрасекар увлекался стихами и музыкой, как и многие советские физики-теоретики и математики того времени, которые в канун Нового года 31 декабря посещали Консерваторию, а многие работали и до сих пор работают под классическую музыку (особенно популярны Бах и Гайдн). Свидетельствую как физик-теоретик по специальности «теоретическая и математическая физика» после окончания физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (01.09.1957-30.01.1963) в год **55-летия научной деятельности** Т.А. Сушкевич в Институте Келдыша. И супруг (Виктор Михайлович Колыбасов, 07.09.1940-25.02.2002) был физиком-теоретиком (специальность «ядерная физика»), который последним (в списке Л.Д. Ландау под номером 43) сдал весь «теоретический минимум» лично Л.Д. Ландау: 30 декабря 1961 г. был сдан последний экзамен по «Квантовой электродинамике», а 7 января 1962 г. Ландау попал в автомобильную аварию. В 2018 г. Т.А. Сушкевич отмечает и **60-летие работы с молодежью**: с 1958 г. школьные кружки на физфаке МГУ, а с 1963 по 1985 гг. – педагог-организатор углубленной математической и компьютерной подготовки в подшефных школах.

Как и С. Чандрасекар, который участвовал в Манхэттенском (атомном) проекте США, Герой Социалистического Труда (Указ Верховного Совета СССР от 04.01.1954) за «водородную бомбу» (12.08.2018 отметили **65-летие успешного испытания в августе 1953 года**) **Лев Давидович Ландау** (22.01.1908-01.04.1968) участвовал в советском «атомном проекте» и получил **Нобелевскую премию** по физике 1962 года «За пионерские теории конденсированных сред и особенно жидкого гелия».

По канону «Нобелевский банкет» (с 1974 года банкет проводят в Голубом зале городской ратуши Стокгольма) проходит в сопровождении классической музыки, исполняемой симфоническим оркестром, и завершается балом:

«*10 декабря ровно в 19-00 лауреаты Нобелевских премий, ведомые королем и королевой Швеции, спускаются по лестнице в Голубой зал, где все приглашенные уже сидят на своих местах. Король идет в паре с одной из Нобелевских лауреаток, а если среди лауреатов нет женщин – то с женой Нобелевского лауреата по физике. Когда почетные гости занимают свои места за столом, произносится первый тост – за Его Величество. Второй – в память об Альфреде Нобеле. После этого гости могут ознакомиться с меню, которое напечатано на специальных карточках, украшенных профилем Нобеля и розданных всем гостям. На протяжении всего ужина знаменитые музыканты исполняют классическую музыку. В 22-15 король Швеции открывает танцевальную часть торжества, которая происходит в Золотом зале ратуши. Вечер заканчивается в 1-30 и гости покидают бал.*»

Свою «**банкетную речь**» [17] на приеме по случаю вручения Нобелевских премий С. Чандрасекар закончил поэтическими строками Рабиндраната Тагора, в которых говорится **о необходимости свободы для творческой деятельности.** Эти **стихи, прославляющие свободу познания истины**, с детства с ним были всегда (перевод – Т.С.):

Where the mind is without fear and the head is held high;
Where knowledge is free;
Where words come out from the depth of truth;
Where tireless striving stretches its arms towards perfection;
Where the clear stream of reason has not lost its way into the dreary desert sand of dead habit;
into that haven of freedom, Let me awake.

Где ум без страха, и голова держится высоко;
Где знание свободно;
Где слова исходят из глубины истины;
Где неутомимое стремление простирает свои руки вперед к совершенству;
Где ясный поток разума не утратил свой путь в тоскливых песках пустыни мертвой привычки;
в эту гавань свободы, Позвольте мне проснуться.

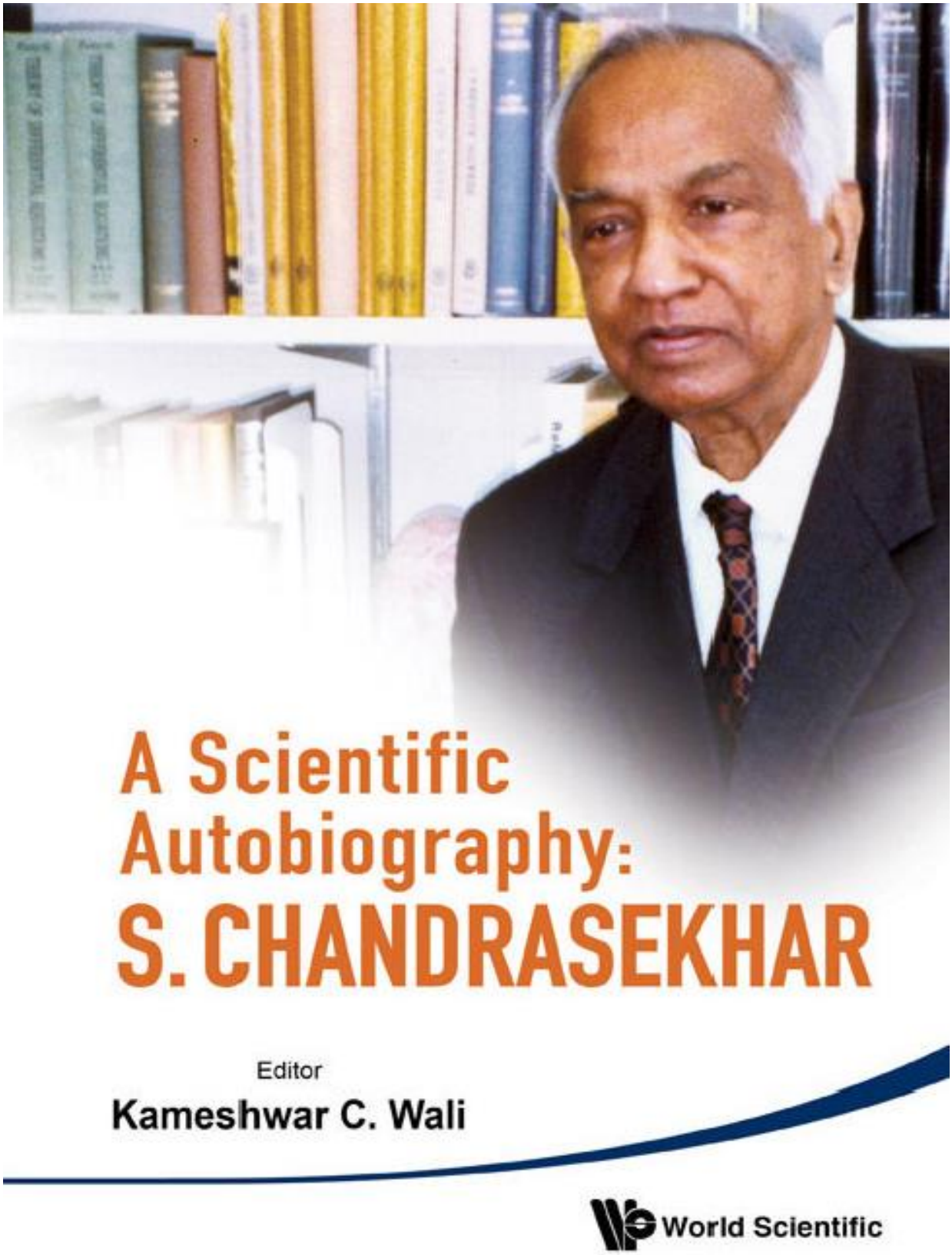

Рис. 3. Скан обложки книги «Научная Автобиография: С. Чандрасекар» [18]. Это уникальное издание предоставил Владислав Викторович Сидоренко.

2. Из биографии С. Чандрасекара – УЧЕНОГО XX века

Субрахманьян Чандрасекар – **яркий представитель физиков-теоретиков** и астрофизиков – **ученых и профессоров XX века**, на который пришелся колоссальный расцвет мировой цивилизации и науки в разных областях знаний. Это проявилось в свободе выбора области и тематики исследований, в оригинальном творческом подходе к методике проведения исследований, ***в стремлении обобщить и опубликовать в виде монографии полученные результаты, чтобы они были доступны новым поколениям исследователей***.

К 100-летию С. Чандрасекара была издана «Научная автобиография» [18], написанная самим юбиляром с увлекательными комментариями, которые погружают нас в атмосферу той эпохи высших достижений в теоретической физике и астрофизике с дискуссиями, оценками, личным общением. Известны и другие печатные издания (Eugene N. Parker, Subrahmanyan Chandrasekhar: 1910-1995, Biographical Memoirs of the National Academy of Sciences; Kameshwar C. Wali, Chandra: A Biography of S. Chandrasekhar, University of Chicago Press, 1991), а также электронные версии на сайтах Национальной академии наук США, Чикагского университета, Американского физического общества, Индийской академии наук, Королевского общества Великобритании и др.

Одаренность личности и свобода творчества при наличии научной среды – вот залог успеха в науке. С. Чандрасекар с детства решил стать ученым, воодушевленный примером дяди Чандрасекара Венката Рамана (1888–1970), физика, Нобелевского лауреата 1930 г. за работы по рассеянию света и за открытие эффекта, названного в его честь (рамановское рассеяние, рамановская спектроскопия), основателя в 1934 г. и первого президента Индийской академии наук.

Интересно, как Чандрасекар сам лично представляет свою биографию. Изучив разные версии, я предпочла использовать версию автобиографии, в 1983 г. представленную в Нобелевский комитет и опубликованную на сайте Нобелевского фонда (Subramanyan Chandrasekhar – Biographical. Copyright © The Nobel Foundation, 1983) [19]. Ниже приводятся отрывки (перевод – Т.С.).

«Я родился в Лахоре (в то время часть British India (Британская Индия, ныне Пакистан – Т.С.)) *19 октября 1910 года и был первым сыном и третьим ребенком в семье. Всего в семье было четыре сына и шесть дочерей. Мой отец, Чандрасекар Субрахманья Айяр* (Chandrasekhara Subrahmanya Ayyar – Т.С.)*, офицер Государственной службы в Индийском Департаменте аудита и бухгалтерии (*the Indian Audits and Accounts Department – Т.С.*), служил в Лахоре заместителем Генерального аудитора Северо-западных железных дорог. Моя мать, Сита* (урожденная Балакришнан (Sita Balakrishnan) – Т.С.)*, была женщиной высоких интеллектуальных способностей (она перевела на тамильский, например, пьесу «Кукольный дом» Генрика Ибсена), была страстно предана своим*

детям и имела чрезвычайно амбициозные планы на их будущее.» (Отец был правительственным чиновником и музыковедом, мама – преподавателем литературы и лингвистом, сын полюбил музыку, книги и поэзию. – Т.С.)

«*Мое начальное образование, до двенадцати лет, проходило дома с помощью моих родителей и частных уроков приглашенных педагогов. В 1918 г. отца перевели в Мадрас, где семья обосновалась надолго. В Мадрасе я посещал индуистскую среднюю школу* (the Hindu High School, Triplicane – Т.С.) *в течение 1922–1925 гг. Мое университетское образование (1925–1930) проходило в Президентском колледже* (the Presidency College – Т.С.), *где в июне 1930 г. я получил степень бакалавра с отличием* (B.Sc. (Hon.) – Т.С.) *по физике* (Чандрасекар увлекся физикой и открытиями в астрофизике и, будучи старшекурсником, в 1928 г. опубликовал свою первую статью, где анализировалась термодинамика эффекта Комптона в связи с процессами внутри звезд. – Т.С.). *В июле того же года я был удостоен стипендии Правительства Индии для обучения в аспирантуре Кембриджского университета в Англии. В Кембридже я стал аспирантом под руководством профессора Р.Г. Фаулера (он также был ответственен за мое поступление в Тринити-колледж* (Trinity College – Т.С.)). (Ralph Howard Fowler (1899–1944) – Т.С.). ***По совету профессора Поля Дирака*** (Paul Adrien Maurice Dirac – Т.С.) ***последний из трех старших курсов я провел*** (у Нильса Бора – Т.С.) ***в Институте теоретической физики в Копенгагене*** (the Institut för Teoretisk Fysik in Copenhagen – Т.С.). *Я получил докторскую степень* (Ph.D. degree – Т.С.) *в Кембридже летом 1933 г. В октябре я был удостоен премии – именной стипендии (*a Prize Fellowship – Т.С.*) Тринити-колледжа на период 1933–1937 гг. Во время пребывания в Тринити-колледже я установил прочные дружеские отношения с его профессорами, в том числе с сэром Артуром Эддингтоном* (Sir Arthur Eddington – Т.С.) *и профессором Е.А. Милном* (Edward Arthur Milne – Т.С.).»

«*В то время, когда в зимние месяцы (январь-март) 1936 г. был мой краткий визит в Гарвардский университет (Кембридж, штат Массачусетс* (Harvard University in Cambridge, Massachusetts. – Т.С.)) *по приглашению его Директора Доктора Харлоу Шепли* (Dr. Harlow Shapley – Т.С.). *Доктор Отто Струве* (Dr. Otto Struve – Т.С.) *и Президент Роберт Мейнард Хатчинс* (President Robert Maynard Hutchins – Т.С.) *мне предложили должность научного сотрудника* (position as a Research Associate – Т.С.) *в Чикагском университете* (the University of Chicago – Т.С.). *В этом университете я и остаюсь до сих пор.*»

P.S. В Чикагском университете С. Чандрасекар проработал около 60 лет с 1937 г. до конца жизни в 1995 г. С. Чандрасекар никогда не занимал административных должностей, и такое постоянство места работы позволяло ему быть свободным творцом – ученым, который не искал гранты, публиковал научные результаты, не задумываясь о рейтинге цитируемости, не знал проблем с командировками по всему миру для встреч с зарубежными коллегами и участия в научных мероприятиях с докладами и лекциями.

«Во время последних двух лет (1928–1930) моего пребывания в Президентском колледже в Мадрасе я подружился с Лалитой Дорайсвами (Lalitha Doraiswamy – Т.С.). *Она была на один год моложе меня. Эта дружба развивалась, и мы поженились (в Индии) в сентябре 1936 г. ещё до моего перехода в Чикагский университет. В нашей совместной жизни в течение прошедших сорока семи лет Лалита проявляла понимание, поддержку и одобрение главных фактов моей жизни.»* (Детей у них не было. – Т.С.)

«После начальных подготовительных лет ***моя научная работа следовала определенной закономерности, мотивированной, главным образом, поиском перспектив****. На практике этот поиск заключался в моем выборе (методом проб и ошибок) определенной области, которая является пригодной для исследований* (amenable to cultivation – Т.С.) *и соответствует моим вкусам, способностям и темпераменту. И когда после нескольких лет исследований я чувствую, что у меня накопился достаточный объем знаний и достигнута моя собственная точка зрения, появляется желание представить мою точку зрения, не эмпирически* (ab initio), *а в полном соответствии с целью, формой и структурой полученных знаний.»*

«Было ***семь таких периодов в моей жизни:***

- *звездная структура, включая теорию белых карликов (1929–1939);*
- *звездная динамика, включая теорию Броуновского движения (1938–1943);*
- *теория переноса излучения, включая теорию звездных атмосфер и квантовую теорию отрицательного иона водорода, и теория планетных атмосфер, включая теорию освещенности и поляризации солнечного неба (1943–1950);*
- *гидродинамическая и гидромагнитная устойчивость, включая теорию Рэлея-Бенара* (Rayleigh-Bénard) *конвекции (1952–1961);*

- *равновесие и устойчивость эллипсоидальных фигур равновесия, отчасти в сотрудничестве с Норманом Р. Лебовицем* (Norman R. Lebovitz) *(1961–1968);*
- *общая теория относительности и релятивистская астрофизика (1962–1971);*
- *математическая теория черных дыр (1974–1983)».*

*«**Результатом этих нескольких периодов стали монографии :***

1. *An Introduction to the Study of Stellar Structure (1939);*

2a. Principles of Stellar Dynamics (1943);

2b. Stochastic Problems in Physics and Astronomy (1943);

3. Radiative Transfer (1950);

4. Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability (1961);

5. Ellipsoidal Figures of Equilibrium (1968);

6. The Mathematical Theory of Black Holes (1983).»

(В списке только монографии на момент присуждения премии. – Т.С.)

Вершиной достижений в научной жизни С. Чандрасекара было присуждение в 1983 г. **Нобелевской премии по физике** *«за теоретические исследования физических процессов, играющих важную роль в строении и эволюции звезд (Чандрасекар); за теоретическое и экспериментальное исследование ядерных реакций, имеющих важное значение для образования химических элементов Вселенной (Фаулер)».* Суть открытия: «*теория коллапса массивных звезд (Чандрасекар), теория образования химических элементов во Вселенной (Фаулер)».* (Приведена формулировка Нобелевского комитета. – Т.С.)

Нобелевская лекция С. Чандрасекара «О звездах, их эволюции и устойчивости» (On Stars, Their Evolution and Their Stability [5]), прочитанная 8 декабря 1983 г., опубликована в русском переводе в журнале Успехи физических наук [6]. Свою лекцию С. Чандрасекар закончил словами:

Математическая теория черных дыр – предмет чрезвычайной сложности. Ее изучение убедило меня в справедливости древних изречений:

«Простота – признак справедливости»
и
«Красота – привилегия истины».

3. Из истории открытия С. Чандрасекара [3]

В 1926 г. стала известна природа звезд типа белых карликов. Первым объектом такого рода оказался спутник звезды Сириус. Наблюдения, осуществленные в 1912–1914 гг., показали, что этот слабосветящийся спутник, Сириус В, при массе, равной массе Солнца $M_\odot$, по своим размерам сравним с Землей. Отсюда следовало, что плотность вещества Сириуса В в миллион раз превышает плотность воды. Было высказано предположение, что это остатки сгоревших звезд, т. е. звезд, в которых уже прекратились термоядерные процессы. Эти слабосветящиеся тела, поддерживаемые в равновесии различными квантовыми эффектами, в частности, так называемым давлением вырожденного электронного газа (это состояние вещества возникает при сверхвысоких плотностях, когда электроны уже не связаны с отдельными ядрами, а свободно движутся относительно них), медленно остывают. Из общей теории относительности А. Эйнштейна следовало, что массивные звезды, чьи размеры сжимаются меньше некоторого радиуса, не дадут вырваться с их поверхности никакому излучению. Они станут невидимыми.

В 1930 г. Чандрасекар из Индии в Англию отправился морем. Во время долгого путешествия он читал книгу Артура Эддингтона (Arthur Eddington) «Внутреннее строение звезд», которую получил в качестве награды на физическом конкурсе. В этой книге видный британский астроном утверждал, что все звезды, когда истощается топливо, поддерживавшее ядерную реакцию, сжимаются под действием собственного веса, выделяя избыток энергии в пространство. Такая звезда, как Солнце, сожмется в белый раскаленный шар размером с Землю, называемый белым карликом, с плотностью в 10 т/см^3, после чего она будет просто остывать, в остальном оставаясь неизменной.

В Тринити-колледже в Кембридже С. Чандрасекар исследовал поведение умирающих звезд под руководством физика Ральфа Фаулера и **в возрасте двадцати одного года опубликовал три работы: «Конфигурации звездных масс при сильном сжатии», «Максимальная масса идеальных белых карликов» и «Плотность белых карликов».** В этих работах С. Чандрасекар спорил с Эддингтоном. Взгляды Эддингтона во многом разделял и Р. Фаулер, указывая, что звезды при сжатии образуют объекты планетарного размера, которые становятся либо белыми карликами, раскаленными и соответственно яркими, либо коричневыми карликами, холодными и довольно тусклыми.

С. Чандрасекар показал, что большие и малые звезды ведут себя по-разному после того, как погаснет их ядерный огонь. С помощью квантовой механики и теории относительности он проанализировал поведение звездного вещества в процессе его сжатия, уделяя особое внимание электронам. Если масса звезды достаточно мала, то гравитационное давление, вызывающее сжатие, постепенно уравновешивается внутренним давлением, и звезда достигает положения равновесия при размерах белого карлика. Этот вывод остается справедливым независимо от того, будем ли мы рассчитывать внутреннее давление с помощью классической физики, где его источником

считается по преимуществу тепловая энергия электронов, или в рамках квантовой механики, когда приходится учитывать величину, называемую энергией Ферми (по имени Э. Ферми), которая зависит от плотности электронов. Однако если масса звезды превосходит определенную величину, то электроны будут постепенно сжиматься до такой степени, что их скорости станут близки к скорости света, – условие, называемое релятивистским вырождением. В результате гравитационное сжатие превзойдет противодействующие силы, и звезда будет продолжать сжиматься до невероятно малого размера и огромной плотности. Критическая масса звезды, ниже которой звезда может стать белым карликом, известна теперь как предел С. Чандрасекара: она в 1,4 раза превышает $M_\odot$.

Вычисления С. Чандрасекара предсказали существование черных дыр. К 1934 г. эти вычисления привели к теории образования нейтронных звезд. Сжимающаяся мертвая звезда с массой 2-3 $M_\odot$ выделит такое огромное количество энергии, что, превратившись в сверхновую, взорвется. Ее наружная оболочка будет выброшена в пространство, а остаток сожмется до устойчивой нейтронной звезды, не содержащей электрически заряженных электронов и протонов. Ее плотность должна быть порядка 10^8 т/см^3.

В январе 1935 г., в возрасте 24 лет, С. Чандрасекар был приглашен на заседание Королевского астрономического общества в Лондоне с докладом о своих вычислениях. За день до этого он узнал, что Эддингтон тоже выступит с докладом. К тому времени он подружился с Эддингтоном и часто обсуждал с ним свои идеи, причем английский астрофизик ни разу не намекнул, что сам ведет работы в том же направлении. Когда С. Чандрасекар закончил доклад, 52-летний Эддингтон выступил с оскорбительным ироническим опровержением. «*Не существует никакого релятивистского вырождения,* – сказал он, отвергая идею черной дыры как абсурдную. – *Я думаю, что должен существовать закон природы, не позволяющий звезде вести себя столь нелепо*». Эддингтон не подтвердил свои опровержения существенными аргументами, но никто не выступил публично в защиту Чандрасекара. **Лишь Н. Бор и В. Паули ободрили** его. Чандрасекар не бросил работу и даже сохранил отношения с Эддингтоном, но этот инцидент побудил его в 1937 г. уехать из Англии в США. Чандрасекар высоко чтил Эддингтона, признавая его как самого выдающегося астрофизика своего времени, и посвятил ему свою книгу «Эддингтон: Выдающийся астрофизик своего времени» (Eddington: The Most Distinguished Astrophysicist of His Time, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 1983).

Только в начале 60-х гг. идеи Чандрасекара получили более широкое распространение. Веским аргументом в их поддержку явилось открытие в 1967 г. пульсаров Нобелевским лауреатом 1974 г. Энтони Хьюишем (Antony Hewish) и его сотрудниками (Земля и Вселенная, 1971, № 2; 1974, № 2).

Работы Чандрасекара по математической теории черных дыр, проведенные в 1974–1983 гг., способствовали подтверждению тех самых взглядов, которые оспаривал Эддингтон в 1935 г. В самом деле, не было найдено ни одного белого

карлика, масса которого превышала бы более чем в 1,4 раза $M_\odot$, и предел Чандрасекара лег в основание современной астрофизики, приведя к признанию нейтронных звезд и черных дыр. Наблюдения с помощью самых совершенных современных астрономических инструментов позволили уточнить численное значение предела Чандрасекара. Возможно, квазизвездный объект, или квазар, представляет собой черную дыру в центре галактики. **Черные дыры определяются по излучению, испускаемому веществом, которое ускоряется до очень высокой энергии, когда его затягивает черная дыра.**

Как физик-теоретик, С. Чандрасекар прекрасно владел математическим аппаратом (аналитическими и приближенными методами, специальными функциями), его монографии отличаются системностью, последовательностью, логичностью и завершенностью изложения сложнейшего материала из разных разделов физики и астрофизики. В его работах нет математической строгости и качественного математического анализа с оценками погрешностей, в частности, например, он не доказывает теоремы, не исследует проблемы корректности решений и т.п. Но он четко ставит конкретную задачу исследования, описывает физическую модель со всеми гипотезами и ограничениями, и ему всегда адекватно удается связать математические термины и модели с их физическим содержанием, что сделало его работы востребованными и в нынешние времена: эти работы не устарели, а дают основу для их развития.

Аналогичный стиль изложения результатов присущ выдающимся советским теоретикам-астрофизикам – академику В.А. Амбарцумяну и его ученику академику В.В. Соболеву. **С. Чандрасекар, В.А. Амбарцумян, В.В. Соболев – признанные основатели теоретической астрофизики**. По случаю 80-летия В.А. Амбарцумян получил личное поздравление от С. Чандрасекара с откровенным признанием заслуг советского ученого (To Victor Ambartsumian on His 80th Birthday, 1988).

С. Чандрасекар дважды побывал в СССР (1934 и 1981 гг.). Как почетный гость он принял участие в Международном симпозиуме «Принцип инвариантности и его приложения», 26–30 октября 1981 г., Армения, Бюраканская астрофизическая обсерватории (с 1998 года обсерватория носит имя В.А. Амбарцумяна), посвященном 40-летию введения принципов инвариантности (С. Чандрасекар и В.А. Амбарцумян – независимые авторы). На русском и английском языках опубликованы Труды симпозиума: «Принцип инвариантности и его приложения» [20]. После симпозиума С. Чандрасекар выступил с лекциями на встречах в Москве в ГАИШ – Государственном астрономическом институте им. П.К. Штернберга (там присутствовала Т.С.) и в обсерватории в Ленинграде.

В период второй мировой войны Чандрасекар служил консультантом военного министерства США. Одно время он работал на испытательном полигоне в Абердине (штат Мэриленд). А когда Чикагский университет участвовал в Манхэттенском проекте по созданию атомного оружия,

С. Чандрасекар внес существенный вклад, будучи сотрудником Энрико Ферми и Джеймса Франка (Земля и Вселенная, 2015, № 3).

Рис. 4. Основоположники теоретической астрофизики В.А. Амбарцумян, В.В. Соболев и С. Чандрасекар на симпозиуме «Принцип инвариантности и его приложения». Бюрокан, Армения. Октябрь 1981 г.

Достижения в теории атомной и водородной бомбы способствовали развитию новых направлений исследований в космосе, плазме и астрофизике, включая релятивистскую. После участия в атомном проекте из Сарова в Институт Келдыша перешел академик Я.Б. Зельдович, который со своими учениками – Рашидом Сюняевым, Игорем Новиковым, Андреем Дорошкевичем и др. – создавал основы релятивистской астрофизики. Участник атомного проекта профессор Е.С. Кузнецов в 1955 году организовал в Институте Келдыша отдел «Кинетические уравнения», сотрудники которого активно участвовали в атомном, космическом, термоядерном и других проектах.

Много внимания Чандрасекар уделял педагогической деятельности. В начале 40-х гг., работая в основном в Йеркской обсерватории, он каждую неделю проезжал более 100 миль для того, чтобы читать лекции двум своим студентам и диссертантам. Этими студентами были Цзун-Дао Ли и Чжэнь-Нин Янг, получившие в 1957 г. Нобелевскую премию по физике.

С 1952 по 1971 гг. Чандрасекар – бессменный главный редактор престижного «Астрофизического журнала» (Astrophysical Journal – Т.С.).

С. Чандрасекар получил международное признание. Он был удостоен многих наград, включая Золотую медаль им. К. Брюса Тихоокеанского астрономического общества (1952), Золотую медаль Королевского астрономического общества в Лондоне (1953), медаль им. Б. Румфорда Американской академии наук и искусств (1957), Королевскую медаль Лондонского королевского общества (1962), Национальную научную медаль «За научные достижения» Национального научного фонда США (1966), медаль им. Г. Дрэпера Национальной академии наук США (1971), премию Дэнни Хейнемана Американского физического общества (1974), медаль Копли – высшую награду Королевского общества Великобритании (1984) и др. Его избрали членом 21 академии, в том числе членом Лондонского королевского общества (1944), членом Национальной академии наук США (1955), Американского астрономического общества, Американской академии наук и искусств, Королевского астрономического общества в Лондоне, Индийской академии наук и др.

В последний год жизни вышла книга Чандрасекара «Ньютоновские "Начала" для простого читателя» (Newton's Principia for the Common Reader, 1995 – Т.С.). В 1989–1996 гг. Чикагский университет издал избранные научные труды С. Чандрасекара в 6-ти томах. Дополнительный 7-й том содержит очерки по философии науки и эстетике и личные заметки, вошедшие в его монографию «**Истина и красота: эстетика и мотивация в науке**» (Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science, U. Chicago Press, Chicago, 1987. – Т.С.).

С. Чандрасекар скончался 21 августа 1995 г. в Чикаго.

В 1985 г. в честь С. Чандрасекара Международный астрономический союз назвал малую планету 1970 SB именем «Chandra». В 1999 г. запущена космическая рентгеновская обсерватория «Чандра», получившая имя выдающегося ученого-астрофизика (Земля и Вселенная, 2000, № 4; 2005, № 3).

4. Как С. Чандрасекар и монография нас сплотили

С. Чандрасекар был пионером, который внес выдающийся вклад в области переноса излучения в звездных и планетных атмосферах, включая атмосферу Земли. Но он был великим ученым и в ряде других областей физики и астрофизики. Из доклада Председателя Международной Радиационной комиссии Жаклин Ленобль, посвященного памяти С. Чандрасекара, на симпозиуме IRS'96 (США, Аляска, Фэрбенкс (англ. Fairbanks) – Т.С.) [21]: «*Чандрасекар однажды охарактеризовал себя следующим образом: "Я был одиноким скитальцем по тропинкам науки, в тихой погоне* (in silent pursuit) *за теми аспектами физики и астрономии, которые подходят моему вкусу и моему темпераменту"*.» (перевод – Т.С.)

Т.А. Сушкевич лично слышала речь Ж. Ленобль, поскольку участвовала в этом «Международном радиационном симпозиуме IRS'96: Текущие проблемы атмосферной радиации» (The International Radiation Symposium IRS'96: Current Problems in Atmospheric Radiation) по приглашению Программного комитета с пленарным обзорным докладом [22] о работах бывших советских ученых из новых стран СНГ и России. На этом симпозиуме впервые состоялась встреча Т.А. Сушкевич (СССР, Институт Келдыша) и Ж. Ленобль (Франция, США, NASA) – двух главных специалистов по моделированию радиационных полей Земли и задач дистанционного зондирования Земли в советско-американской конкуренции на начальных этапах покорения космоса.

Знакомясь с биографией и научной деятельностью Чандрасекара, погружаешься в среду его общения с великими учеными XX века. Это физики преимущественно, с работами которых знакомы физики-теоретики – выпускники физического факультета МГУ, а также ЛГУ, МФТИ и МИФИ : научный руководитель Манхэттенского проекта Роберт Оппенгеймер, Нильс Бор, Арнольд Иоганнес Вильгельм Зоммерфельд, Вольфганг Эрнст Паули, Поль Адриен Морис Дирак, Артур Эддингтон, Энрико Ферми, Эдуард Артур Милн, Джеймс Франк, Ральф Говард Фаулер, Уильям Альфред Фаулер и др.

Важную роль в судьбе С. Чандрасекара сыграл его учитель **Нильс Бор** (Нильс Хенрик Давид Бор**,** 07.10.1885-19.11.1962) – датский физик, Нобелевская премия по физике 1922 года *«За заслуги в исследовании строения атомов и испускаемого ими излучения»* (на основе периодической системы Менделеева дал схему заполнения электронами пространства атома), открытия в области строения атомов, принципа дополнительности, ядерной теории и квантовой теории, иностранный член АН СССР, «второй Эйнштейн», как его называли коллеги. Будучи студенткой физфака МГУ, Т.А. Сушкевич на «Дне рождения Архимеда» 7 мая 1961 г. встретилась с Н. Бором. Эта встреча с легендарной личностью и Нобелевским лауреатом вдохновила на будущие тяжкие труды постижения теоретической физики и теории переноса излучения и взаимодействия излучения с веществом. Эти науки привели к космическим исследованиям и проблемам всемирной программы «Будущее Земли», которыми Т.А. Сушкевич занимается всю научную и творческую жизнь.

Полезно вспомнить и перечитать «**вечный спор**» **Бора и Эйнштейна** о поведении квантовых частиц. Эта тематика ныне востребована в связи с разработками квантовых компьютеров, квантовой информатики и т.д. Бор, сторонник квантовой теории, считал мир принципиально вероятностным, хаотичным и случайным. Эйнштейн полагал, что за квантовым миром с его непредсказуемостью, неопределённостью и беспорядком скрывается привычный классический мир конкретной действительности, где объекты обладают чётко определёнными свойствами, такими как положение и скорость, и детерминировано движутся в соответствии с причинно-следственными закономерностями. **Непредсказуемость атомного мира, по утверждению Эйнштейна, не является фундаментальным свойством. Понятием**

вероятности мы пользуемся лишь для удобства построения модели мира и исследований.

Нильс Бор вместе с группой ученых – специалистов по квантовой механике принес теорию неопределенности Альберту Эйнштейну. Ученые попросили его рассмотреть теорию и высказать возражения, если таковые возникнут. Эйнштейн тщательно изучил материалы и не нашел ни одной ошибки. «*Теория неопределенности заключается в том, что в любой момент времени в океане Сознания есть определенное количество возможностей и вероятностей, но никому не дано знать, какая из них кристаллизуется в действие или мысль*». Эйнштейн признал, что не нашел в теории ни одного слабого места. «Но, – сказал он, – *эта теория означает, что проникнуть в будущее нет никакой возможности. Подразумевается, что Бог играет со Вселенной в кости. А с этим я никак не могу согласиться*». Этот ответ был вполне в духе Эйнштейна.

Тогда Нильс Бор возразил ему: «*Бог не играет в кости со Вселенной. Вам может так казаться лишь потому, что мы не обладаем той полнотой информации, какая есть у Бога. Наша информация ограничена во времени, а в распоряжении Бога – вечность*».

В 40-х – 60-х годах XX века физики МГУ оказались неформальными лидерами времени «шестидесятников». Это было частным отражением известной, почти фольклорной дилеммы тех лет – «физики-лирики» или «что-то физики в почете...», идущей от Бориса Слуцкого. **Физики были знаменем времени**. К физикам относились с особым пиететом, их боготворили, причисляли к людям, приближенным к главным тайнам Природы. **На первом месте в то время было покорение атома и Вселенной**. Проблемы науки и нравственности, решаемые в романах Митчела Уилсона («Живи с молнией», «Встреча на далеком меридиане») и Даниила Гранина («Искатели», «Иду на грозу»), в фильме Михаила Ромма «Девять дней одного года», находили восторженный отклик в сердцах молодежи. **Взрыв советской атомной бомбы в августе 1949 г. привел к осознанию особой роли советской физики в мировом физическом сообществе**.

Физический факультет (физфак) МГУ был крупнейшим заведением, выпускающим физиков широкого профиля. В 1953 г. факультет переехал в новое здание на Ленинских горах, студенты получили комфортные условия жизни и работы. Это еще больше подняло престиж физиков. При огромном конкурсе на физфак могли попасть только лучшие из лучших. (Прим. Т.А. Сушкевич с «золотой медалью» поступила в 1957 г.: среди «золотых медалистов» конкурс был четыре кандидата на одно место; среди «серебряных медалистов» и оставшихся «золотых медалистов» конкурс был девять кандидатов на одно место!)

На физфаке «Праздник Архимеда» был учрежден по специальному решению X Комсомольской конференции. Из Постановления Конференции: «***Учредить праздник День Физика. Считать Днем Физика день рождения***

Архимеда. Постановить, что Архимед родился 7 мая 287 г. до н.э.». Вновь избранному на Конференции секретарю физфака Валерию Кандидову пришлось исполнять это постановление. Так в 1960 г. родился великий «Праздник Архимеда», у которого позже появились последователи в ЛГУ, МФТИ и других вузах. Секретарем Комитета комсомола физфака в 1961 г. стал Юрий Гапонов, под руководством которого в 1958 г. строительный студенческий отряд физиков (и Т.А. Сушкевич) ПЕРВЫМИ осваивали целину.

В 1961 г. в СССР приезжал Нильс Бор и **7 мая 1961 г.** был почетным гостем на празднике физиков «**День рождения Архимеда**» на физфаке МГУ [23]. Бор, увидев подобное столпотворение, произнес: «***Никогда не видел столько физиков***». Будучи студенткой 4-го курса, Т.А. Сушкевич принимала участие в этом празднике и как «физик-теоретик» и как «военнообязанная», только что получившая воинское звание «младший лейтенант» (наши девочки маршировали в униформах). Основное ощущение, которое осталось от «Праздника Архимеда», – это огромный энтузиазм, прилив которого был очевиден после полета Ю.А. Гагарина в космос 12 апреля 1961 г. Это был самый-самый праздник из всех праздников! Не забывается такое никогда! Тем более что в 1962 году Нильс Бор скончался, а Л.Д. Ландау попал в аварию…

Первым Архимедом был однокурсник Т.А. Сушкевич – **Александр Логгинов** (15.02.1940-09.07.2011), который стал профессором кафедры колебаний физфака, работал заместителем декана физфака по международным связям и по научной работе, но, как и многие другие из нашего поколения, рано ушел из жизни. Выжили во время Великой Отечественной войны, но многие не выдержали реалий после августа 1991 г., когда, кроме безденежья, начался пресс унижений и подавления личности ученого и профессора, перегрузки, стрессы, у большинства отсутствовали условия для работы, многие стали безработными… Это же поколение «Дети войны» – сильные духом и энтузиасты, но здоровье подорвано в детстве до 5-6 лет во время войны…

К первому празднику Архимеда был объявлен конкурс на лучший проект физфаковского значка. Победил Армен Сарвазян, который предложил соединить букву «Ф» с корнем из факториала. Физически грамотный и математически осмысленный. В настоящее время официальный бланк физфака и его печать носят на себе эту эмблему, а выпускники получают этот значок физика с физфака вместе с дипломом об окончании МГУ.

Первая часть праздника проходила на ступеньках физфака, а перед началом оперы в ДК толпа студентов, сметая заслоны, ломая двери, ринулась в зал. Бора передавали, чуть ли не на руках, за ним – Ландау. Они были усажены в первом ряду. По окончании действия раздались бурные аплодисменты в адрес исполнителей, но незабываемая сцена: ***зал, поднявшись, в течение 10-15 минут скандировал: «Нильс Бор, Нильс Бор...».*** Это была естественная реакция просвещенного студенчества и физиков 60-х годов! Замечу, что в отличие нынешнего поколения, в 1961 г. физфаковцы были высоко образованными и знали Нильса Бора и как Нобелевского лауреата и по его

работам. Тем более что это была эпоха расцвета теоретической физики и в те годы началось время создания «Таблицы элементарных частиц» и «Единой теории поля», которую по мнению современников, может, создадут в 2050 году, а, может, и к 2150 году… Главное – не терять энтузиазм познания истины…

Но в тот момент Нильсу Бору ничего не оставалось, как выйти на сцену. Опера говорит о трудностях создания Единой теории поля и под впечатлением оперы Н. Бор сказал теплые слова, подчеркнув, что Единая теория поля без сомнения будет построена, если к ее созданию будут приложены энтузиазм и энергия, сопоставимые с тем, что он только что видел, и добавил: «***если студенты способны на такую же изобретательность и остроумие в физике, то за будущее физики я спокоен***». Под бурную и восторженную реакцию всего зала великий физик произнес последнюю фразу, которая в переводе Л.Д. Ландау звучала так: «***Я уверен, что люди, которые умеют так хорошо отдыхать, так же хорошо умеют и работать***».

После этого, не сговариваясь заранее с труппой, все вместе спели Н. Бору песню (на мелодию известной песни И. Дунаевского «Что хотелось и мечталось – все сбывается») из другой физической оперы – «Дубинушки», в которой поется о модели атома Бора и квантах излучения:

Электрон вокруг протона обращается,
Эта штука атом Бора называется.
Ну-ка, ну-ка, вот так штука,
До чего дошла наука,
Вот история какая получается.
Есть Бора орбиты
И с них не сойди ты.
Ну-ка, ну-ка, вот так штука,
До чего дошла наука,
Вот история какая получается.
А энергия лишь квантом испускается
И обратно только квантом поглощается.
И с одной орбиты сбитый
На другую вмиг орбиту
Электрон всегда скачком перемещается.
Есть Бора орбиты,
И с них не сойди ты.
И с одной орбиты сбитый
На другую вмиг орбиту
Электрон всегда скачком перемещается.
Если поле с частотою излучается,
Никогда с пути протоны не сбиваются.
И, рванувши враз со старта,
Миллиард за миллиардом,

Эти самые протоны разгоняются.
Летят по орбитам,
С орбиты не сбить их.
И, рванувши враз со старта,
Миллиард за миллиардом,
Эти самые протоны разгоняются.

Праздник «День Архимеда» произвел настолько сильное впечатление на Н. Бора, что он решил на следующий день снова приехать в МГУ и прочитать для студентов-физиков лекцию, хотя такой визит не входил в программу приезда. Лекция по фундаментальным проблемам квантовой механики длилась около трех часов, а ведь Н. Бору было уже 75 лет! После лекции он встретился с профессурой факультета и деканом Василием Степановичем Фурсовым (14.01.1910-17.11.1998), который в течение 35 лет (1954-1989 гг.) являлся деканом физфака. В конце встречи, вспомнив о своем философском кредо – принципе дополнительности, Нильс Бор написал на стене кабинета кафедры теоретической физики свой девиз: «***Contraria non contrarictoria sed complementa sunt***» («***Противоположности не противоречия, а дополнения***»). В книгу почетных гостей МГУ Нильс Бор записал :

«Для меня было большим наслаждением и вдохновляющим переживанием посетить величественные здания Московского университета, познакомиться с превосходными условиями, созданными в его стенах для обучения и исследований во всех сферах знаний, встретиться со многими прославленными учеными, которые с энтузиазмом отдают свои силы важным научным изысканиям и делу воспитания бесчисленных студентов этого великого университета. Моя убежденность в том, что эти усилия будут вознаграждены громадными успехами, особенно окрепла после общения со студентами-физиками, чей единый коллектив, я полагаю, не имеет себе равных нигде в мире. Артистизм и чувство юмора, проявившиеся в их ежегодном празднестве в честь Архимеда и его заслуг перед человечеством, произвели на мою жену и на меня действительно неизгладимое впечатление. Нильс Бор-7 мая 1961 года»

Нам, выпускникам 1963 г., было и есть чем гордиться: в 50-60-ые годы XX века **Московский университет имени М.В. Ломоносова**, основанный в 1755 г., т.е. на 540 лет моложе Сорбонны, **входил в тройку лучших университетов мира** наравне с университетом Сорбонна в Париже (Франция, основан в 1215 г.) и Оксфордским университетом (Англия, основан в XI веке), а по точным и естественным наукам **МГУ был ПЕРВЫМ УНИВЕРСИТЕТОМ в мире**! В десятку наиболее престижных вузов планеты непременно входят два

английских : University of Oxford и University of Cambridge (основан в 1209 г.) – старейшие университеты планеты. Такой рывок МГУ, получивший в 1953 г. здание на Ленинских горах – ХРАМ НАУКИ и ОБРАЗОВАНИЯ, стал возможен благодаря достижениям физиков и математиков в создании «Ракетно-ядерного щита», покорении атома и космоса и изобретению ЭВМ, которые подтянули и другие естественно-научные области знаний!

Рис. 5. Праздник Архимеда на физфаке МГУ 7 мая 1961 г. С факелом «Архимед» – Александр Логгинов рядом с Л.Д. Ландау около физфака на фоне Главного здания МГУ.

Рис. 6. «Архимед» А.Логгинов, Н. Бор и Л.Д. Ландау.

Рис. 7. Нильс Бор на «Дне рождения Архимеда» 7 мая 1961 г. В первом ряду: Б.В.Кукаркин, Е.М.Лифшиц, Нильс Бор с супругой, Л.Д.Ландау

Рис. 8. По окончании оперы «Архимед» на сцене Дома культуры МГУ 7 мая 1961 г. Слева направо: Степан Солуян (аспирант, режиссер оперы), Виктория Курт и Сергей Руденко (студенты), Л.Д.Ландау, Нильс Бор и др.

Рис. 9. Встреча выпускников физфака МГУ 1963 г., участников «Праздника Архимеда» 7 мая 1961 г. Это поколение «Дети войны», и 55-летие трудовой деятельности в 2018 г., к сожалению, отметить могли не все…

5. Заключение

За свою длинную трудовую жизнь и научную деятельность С. Чандрасекар внес огромный вклад в ***семи научных направлениях,*** которые описал в своей «Научной Автобиографии» [18], а результаты исследований подытожил в ***10 монографиях***, которые, по мнению самого С. Чандрасекара, должны служить новым поколениям ученых. ***Эти монографии С. Чандрасекара, а не отдельные статьи составили фундамент мирового научного потенциала и наследия***. Статьи нужны, чтобы оперативно зафиксировать приоритет своих результатов или открытий и предоставить возможность коллегам оценить эти результаты, может, даже подвергнуть критике. ***Академическое фундаментальное научное наследие – это всегда были КНИГИ, в которых знания систематизированы и подведены итоги!***

Так было в эпоху раннего средневековья в XI веке, когда представление об атмосфере высказал арабский ученый и врач Ибн ал-Хасан, или, на латыни средневековья, **Альгазен (**965-1039). Это он первый понял, что существует свет – нечто материальное, исходящее от светящихся тел, свет, который, попав в наш глаз, создает у нас ощущение «светлоты». Известнейший во всем мире его фундаментальный труд по оптике «Книга оптики», который переведен на английский язык, а также «О свете светил», «О формах затмений» и т.д. «Аль-Хайтам Аль-Хайтам Оптика / The optics of Ibn al-Haytham» (A.I.SABRA, 1989) состоит из семи книг: 1) О зрении и о глазе, 2) О распространении света, 3) Об ошибках зрения, 4) Об отражении от зеркальных поверхностей, 5) О воображении, 6) Об ошибках зрения при отражении от плоских, цилиндрических и конических зеркалах, 7) О преломлении света и об ошибках зрения при преломлении.

В 40-60-ые годы значимое место занимает теория переноса излучения. С. Чандрасекар в США и Е.С. Кузнецов в СССР жили и творили в одну эпоху покорения атома и космоса и ОБА являются основоположниками теории и методов моделирования переноса излучения, заряженных частиц и нейтронов. Монография С. Чандрасекара «Radiative Transfer», содержащая результаты фундаментальных исследований, не случайно являлась настольной книгой для нескольких новых поколений, вплоть до настоящего времени.

К сожалению, Е.С. Кузнецов настолько был перегружен выполнением государственных стратегических заданий и подготовкой научных кадров (подготовил 16 кандидатов наук, которые стали докторами наук и профессорами!) и рано ушел из жизни (сердце не выдержало, 17 февраля 1966 г. скончался за рабочим столом в своем кабинете), что не написал ни одной монографии. Однако, к 100-летию Е.С. Кузнецова его последняя ученица Т.А. Сушкевич при поддержке РФФИ подготовила и издала его «Избранные научные труды 1925-1966» [24], в которые вошли опубликованные статьи.

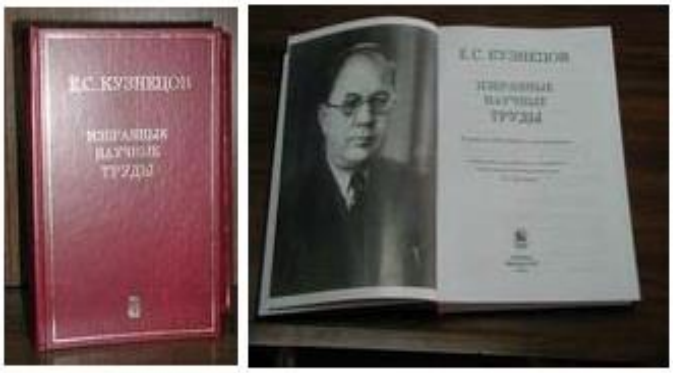

Рис. 10. Кузнецов Е.С. Избранные научные труды.

В 1990 г. вышла первая книга «Метод характеристик в задачах атмосферной оптики» [25], подготовленная в академическом Издательстве «Наука» на компьютере, а в 2005 году при поддержке РФФИ издана монография [26]. Обе книги – существенное развитие фундаментальных основ, заложенных Е.С. Кузнецовым и С. Чандрасекаром. М.В. Масленников – руководитель дипломной работы, с которым в 1964 г. была опубликована первая статья [27], и это статья по теории переноса излучения.

Рис. 11. Монография Т.А. Сушкевич.

Двадцатый век в истории земной цивилизации – это век научно-технической революции, связанной с тремя великими открытиями, в основе которых лежат фундаментальные достижения в математике и физике: проникновение в тайны строения вещества и овладение ядерной энергией; покорение космического пространства и выход человека в космос; изобретение электронно-вычислительных машин и информационных технологий. Никогда в истории мировой науки правители так щедро не поддерживали и не ценили

ученых (физиков и математиков) как в середине XX века. Потому и советские ученые получали Нобелевские премии

Не случайно в отечественном научном сообществе сохранились «легенды» о руководителе страны, который требовал от подчиненных: «…чиновник не может руководить наукой! … обеспечьте ученых всем, что просят, и не мешайте!» Известны цитаты Сергея Капицы: «Руководить – это значит не мешать хорошим людям работать»; «Если всё подчинять деньгам, то деньгами всё и останется, не превратятся они ни в шедевр, ни в открытие». Лев Зеленый: «Ученых не надо заставлять работать, им просто не надо мешать!»

Успехи математических наук во многом были связаны с успехами физических наук и плодотворным сотрудничеством физиков и математиков, иллюстрацией которого являются труды по теоретической физике великих ученых XX века (Л.Д. Ландау и др. «Теоретическая физика» в 10 томах; «Фейнмановские лекции по физике» в 3 томах). Ландау создал многочисленную выдающуюся школу физиков-теоретиков. Учениками Ландау по преимуществу считались физики, которые смогли сдать Льву Давидовичу ДЕВЯТЬ теоретических экзаменов, так называемый «теоретический минимум Ландау». Сначала были экзамены по математике, а затем экзамены по физике (требовались знания основ всех разделов теоретической физики): два экзамена по математике, механика, теория поля, квантовая механика, статистическая физика, механика сплошных сред, электродинамика сплошных сред, квантовая электродинамика – все фундаментальные основы и современной науки. И чрезвычайно важно сейчас повышать математический уровень знаний.

Основоположник отечественной теоретической астрофизики академик Виктор Амазаспович Амбарцумян: «Я полагаю, что астрофизика вполне может стать лидером естествознания XXI века». И оказался прав… А теория переноса излучения и лучистой энергии опять востребована в широком диапазоне наук, куда входят и медицина, и аграрные науки, и биология, многие разделы современной физики и техники, науки о биосфере, Земле, космосе, Вселенной и, конечно, общечеловеческая всемирная программа «Будущее Земли».

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 18-01-00609 а, 17-01-00220 а).

Список литературы

1. Chandrasekhar Subramanyan. Nobel Prizes and Laureates. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1983/chandrasekhar-bio.html

2. Chandrasekhar Subramanyan. Prize presentation. (Watch a video clip of the 1983 Nobel Laureate in Physics, Subramanyan Chandrasekhar, receiving his Nobel Prize medal and diploma during the Nobel Prize Award Ceremony at the Concert Hall in Stockholm, Sweden, on 10 December 1983). https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1983/chandrasekhar/prize-presentation/

3. Финкельштейн А.М., Ноздрачев А.Д., Поляков Е.Л., Зеленин К.Н. Нобелевские премии по физике 1901-2004. В 2 т. Т.2. 1965-2004. СПб.: Издательство «Гуманистика», 2005. 568 с.

4. Лауреаты Нобелевских премий. Нобелевские лауреаты по литературе, медицине, химии, физике, экономике и мира с 1901. Все Нобелевские лауреаты по годам. http://www.nobeliat.ru

5. Chandrasekhar Subramanyan. On Stars, Their Evolution and Their Stability. Nobel Lecture, December 8, 1983.
https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1983/chandrasekhar/lecture/

6. Чандрасекар С. О звездах, их эволюции и устойчивости // Успехи физических наук. 1985. Т. 145, вып. 3. С. 489-506. Нобелевская лекция по физике 1983 года. Перевод И.В. Соколова под ред. И.М. Дремина.

7. Чандрасекар С. Перенос лучистой энергии / Пер. с англ. издания Oxford, 1950, под ред. Е.С. Кузнецова. М.: Изд-во иностранной литературы, 1953. 432 с. (Chandrasekhar S. Radiative Transfer. London, Oxford, Clarendon Press, 1950. 405 p.)

8. Кондратьев К.Я. Перенос длинноволнового излучения в атмосфере. М.-Л.: ГИТТЛ, 1950. 288 с. https://search.rsl.ru/ru/record/01005815342/

9. Chwolson O.D. Crundzuge einer mathematischen Theorie der inneren Diffusion des Lichtes. Melanges physique et chimie Tires du Bulletin de l'Academie Imperiale des Sciences de St.-Petersbourg. 1889. Vol. XIII, № 3. P. 83-90.

10. Иванов В.В. Столетие интегрального уравнения переноса излучения // Труды астрономической обсерватории. Т. XLIV. Ученые записки Санкт-Петербургского Университета № 428. Серия математических наук. Вып. 66. Доклады на Всесоюзном симпозиуме, посвященном 100-летию интегрального уравнения переноса излучения, Ленинград, октябрь 1990. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1994. 254 с.

11. Иванов В.В. Столетие интегрального уравнения переноса излучения // Рассеяние и поглощение света в природных и искусственных дисперсных средах. Ред. А.П. Иванов. Минск: Институт физики им. Б.И. Степанова АН БССР, 1991. С. 10-36.

12. Амбарцумян В.А. Теория рассеяния света // Научные труды. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1960. Т. I. С. 169-290.

13. Соболев В.В. Перенос лучистой энергии в атмосферах звезд и планет. М.: Изд-во ГИТТЛ, 1956. 391 с.

14. Марчук Г.И. Численные методы расчета ядерных реакторов. М.: Атомиздат, 1958. 381 с.

15. Владимиров В.С. Математические задачи односкоростной теории переноса частиц // Труды МИАН им. В.А. Стеклова. Вып. LXI (61). М.: Изд-во АН СССР, 1961. 158 с.

16. Марчук Г.И. Наука управлять наукой. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2015. 704 с.

17. Subramanyan Chandrasekhar’s speech at the Nobel Banquet, December 10, 1983. https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1983/chandrasekhar/speech/

18. A Scientific Autobiography: S. Chadrasekhar. Ed. by Kameshwar C. Wali, Syracuse University, USA, World Scientific Publishing, 2010. 296 p.

19. Subramanyan Chandrasekhar. Biographical. Nobel Foundation, 1983. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1983/chandrasekhar-bio.html

20. Труды симпозиума: "Принцип инвариантности и его приложения", Бюракан, 26-30 октября 1981 г. Ереван: Издательство АН АрмССР, 1989. 521 с.

21. Lenoble Jacqueline. A tribute to Subrahmanyan Chandrasekhar // Proceedings of the International Radiation Symposium IRS'96: Current Problems in Atmospheric Radiation, Fairbanks, Alaska, USA, August 19-24, 1996. Edited by William L. Smith and Knut Stamnes. Hampton, Virginia, USA: A.DEEPAK Publishing, 1997. P. xxx-xxxiii.

22. Sushkevich T.A. Solar and Terrestrial Radiation Research in Newly Independent States: a Review // Proceedings of the International Radiation Symposium IRS'96: Current Problems in Atmospheric Radiation, Fairbanks, Alaska, USA, August 19-24, 1996. Hampton, Virginia, USA: A.DEEPAK Publishing, 1997. P. 1021-1024.

23. Нильс Бор в гостях у советских физиков // Успехи физических наук. 1962, январь. Т. 76. Вып. 1. С. 185-189. (Хроника. Белоконь В.А.)

24. Кузнецов Е.С. Избранные научные труды (в связи со 100-летием со дня рождения) / Отв. редактор и составитель Сушкевич Т.А. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 784 с. (при поддержке РФФИ).

25. Сушкевич Т.А., Стрелков С.А., Иолтуховский А.А. Метод характеристик в задачах атмосферной оптики. М.: Наука, 1990. 296 с.

26. Сушкевич Т.А. Математические модели переноса излучения. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 661 с. (при поддержке РФФИ).

27. Масленников М.В., Сушкевич Т.А. Асимптотические свойства решения характеристического уравнения теории переноса излучения в сильно поглощающих средах // ЖВМ и МФ. 1964. Т. 4, № 1. С. 23-34.

Оглавление

1. Введение (о свободе творчества и Нобелевской премии)..... 3
2. Из биографии С. Чандрасекара – УЧЕНОГО XX века..... 11
3. Из истории открытия С. Чандрасекара 15
4. Как С. Чандрасекар и монография нас сплотили..... 19
5. Заключение..... 28
Список литературы..... 30