

М.И. Баранов

**АНТОЛОГИЯ ВЫДАЮЩИХСЯ ДОСТИЖЕНИЙ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ. ЧАСТЬ 36:  
ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ПО ФИЗИКЕ ЗА 1995–1999 гг.**

*Наведено короткий аналітичний огляд основних наукових досягнень вчених світу, які відмічені Нобелівською премією по фізиці за період 1995-1999 рр. У число таких досягнень увійшли відкриття тау-лептона, експериментальне виявлення електронного нейтрино, відкриття надтекучості рідкого гелію-3, створення методів охолодження і «полонення» атомів за допомогою лазерного світла, відкриття нової форми квантової рідини із збудженнями дробового електричного заряду і прояснення квантової структури електрослабких взаємодій елементарних частинок.* Бібл. 25, рис. 13.

*Ключові слова:* сучасна фізика, досягнення, тау-лептон, електронне нейтрино, надтекучість рідкого гелію-3, охолодження і «полонення» атомів, квантова рідина із збудженнями дробового електричного заряду, квантова структура електрослабких взаємодій елементарних частинок, огляд.

*Приведен краткий аналитический обзор выдающихся научных достижений ученых мира, отмеченных Нобелевской премией по физике за период 1995-1999 гг. В число таких достижений вошли открытие тау-лептона, экспериментальное обнаружение электронного нейтрино, открытие сверхтекучести жидкого гелия-3, создание методов охлаждения и «пленения» атомов с помощью лазерного света, открытие новой формы квантовой жидкости с возбуждениями дробного электрического заряда и прояснение квантовой структуры электрослабких взаимодействий элементарных частиц.* Библ. 25, рис. 13.

*Ключевые слова:* современная физика, достижения, тау-лептон, электронное нейтрино, сверхтекучесть жидкого гелия-3, охлаждение и «пленение» атомов, квантовая жидкость с возбуждениями дробного электрического заряда, квантовая структура электрослабких взаимодействий элементарных частиц, обзор.

**Введение.** Нобелевская премия вот уже более столетия является в мире одной из наиболее престижных международных премий. Она присуждается Нобелевским комитетом Шведской Королевской академии наук за выдающиеся научные исследования, революционные изобретения, крупный вклад в культуру и развитие человеческого общества [1]. Нобелевские премии в области физики, химии, физиологии, медицины, литературы и мира были учреждены в соответствии с завещанием известного шведского инженера и изобретателя динамита Альфреда Нобеля (1833-1896 гг.), согласно которому для этих целей и финансовой поддержки нобелевских лауреатов был создан фонд Нобеля. Вручаются они с 1901 г в столице Швеции – г. Стокгольме (за исключением Нобелевской премии мира, церемония вручения которой проходит в столице Норвегии – г. Осло). Традиционно ежегодная церемония награждения лауреатов этой престижной премии проходит в день смерти А. Нобеля – 10 декабря. Отметим, что в 1968 г. была учреждена премия Банка Швеции по экономике в память об А. Нобеле (Нобелевская премия по экономике) [1]. Размер денежного вознаграждения Нобелевской премии, например в 2012 г., составлял 8 млн. шведских крон (1,2 млн. долларов США). До 2012 г. этот размер рассматриваемой премии составлял 10 млн. указанных крон. Совет директоров фонда Нобеля летом 2012 г. был вынужден принять решение по «урезанию» денежного вознаграждения лауреатов на 20 % в связи с необходимостью «сохранения капитала фонда в долгосрочной перспективе» [1].

**1. Открытие тау-лептона.** Согласно принятой классификации в физике элементарных частиц тау-лептоны относятся к третьему поколению микрочастиц [1, 2]. Американский физик-экспериментатор

Мартин Льюис Перл (рис. 1), работая на Стэнфордском сверхмощном линейном ускорителе электронов на энергию до 21 ГэВ с длиной ускорительной «трубки» в 3200 м (США) [3], в 1975 г. открыл новую элементарную частицу тау-лептон (иначе говоря, «тяжелый» электрон) [4]. Это важное открытие в физике высоких энергий и элементарных частиц подтверждало теорию «Большого взрыва» при создании Вселенной [1, 5].



Рис. 1. Выдающийся американский физик-экспериментатор Мартин Льюис Перл (Martin Lewis Perl, 1927-2014 гг.), лауреат Нобелевской премии по физике за 1995 г.

За указанный фундаментальный научный результат М. Перл в 1995 г. был удостоен Нобелевской премии по физике [4, 5]. Эту премию он разделил с другим выдающимся американским физиком Фредериком Райнесом (рис. 2), открывшим нейтрино [4, 6].



Рис. 2. Выдающийся американский физик-экспериментатор Фредерик Райнес (Frederick Reines, 1918-1998 гг.), лауреат Нобелевской премии по физике за 1995 г.

кучести жидкого гелия-3 способствовало перспективным фундаментальным и прикладным исследованиям в ряде областей физики [4, 7].



Рис. 3. Выдающийся американский физик-экспериментатор Дэвид Моррис Ли (David Morris Lee, 1931 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1996 г.

**2. Открытие нейтрино.** В 1930 г. выдающимся австрийским физиком-теоретиком Вольфгангом Паули (1900-1958 гг.) была высказана гипотеза о существовании такой «легкой» элементарной частицы как электронное нейтрино  $\nu_e$ , относящейся согласно [2] к абсолютно стабильным частицам без заряда и массы покоя [4, 6]. Работая в творческом тандеме с известным американским физиком-экспериментатором в Лос-Аламосской национальной лаборатории (штат Нью-Мексико, США) Клайдом Коуэном (1919-1974 гг.), Ф. Райнес в 1956 г. в обратном радиоактивном бета-распаде атомных ядер ( $\beta^+$  – распаде) на ядерном реакторе экспериментально обнаружил в продуктах распада электронное нейтрино  $\nu_e$  [6]. К моменту присуждения Ф. Райнесу указанной премии за 1995 г. К. Коуэна уже не было в живых. Поэтому его фамилии и не было в списке нобелевских лауреатов (по действующему положению данная премия присуждается лишь живым соискателям этой престижной награды).



Рис. 4. Выдающийся американский физик Роберт Колман Ричардсон (Robert Coleman Richardson, 1937-2013 гг.), лауреат Нобелевской премии по физике за 1996 г.

**3. Открытие сверхтекучести жидкого гелия-3.** В 1972 г. американский физик Дэвид Моррис Ли (рис. 3), работая в США профессором Корнелльского университета, совместно с другим профессором этого университета Робертом Колманом Ричардсоном (рис. 4) и аспирантом Дугласом Дином Ошеровым (рис. 5) опубликовали результаты исследований по открытию при температуре около 0,001 К явления сверхтекучести в изотопе гелия  $^3\text{He}$  – жидком гелии-3 [7-9]. Напомним, что в 1937 г. выдающимся советским физиком-экспериментатором Петром Леонидовичем Капицей (1894-1984 гг.), возглавлявшим Институт физических проблем (ИФП) АН СССР (г. Москва), при абсолютной температуре ниже 2,19 К был открыт уникальный физический эффект в веществе – явление сверхтекучести в изотопе гелия  $^4\text{He}$  – жидком гелии-II [10]. За «*фундаментальные изобретения и открытия в области низких температур*» академику АН СССР П.Л. Капице была присуждена Нобелевская премия по физике за 1978 г. [4, 10]. Учитывая фундаментальность полученных Д.М. Ли, Р.К. Ричардсоном и Д.Д. Ошеровым научных результатов, в 1996 г. они были удостоены Нобелевской премии по физике [4, 7-9]. Открытие сверхте-



Рис. 5. Выдающийся американский физик-экспериментатор Дуглас Дин Ошеров (Douglas Dean Osheroff, 1945 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1996 г.

**4. Создание методов охлаждения и «пленения» атомов вещества.** Американский исследовательский Центр Bell Laboratories по числу нобелевских лауреатов занимает на сегодня ведущие в мире позиции [11]. В этом известном научном Центре с 1983 г. в должности главы отделения квантовой электроники работал будущий нобелевский лауреат Стивен Чу (рис. 6). Занимаясь вопросами суперохлаждения и «улавлива-

ния» атомов с использованием лазерных технологий, в 1985 г. С. Чу со своими коллегами Уильямом Дэниелем Филлипсом (рис. 7) и Клодом Коэн-Таннуджи (рис. 8) добился больших успехов [11-15].



Рис. 6. Выдающийся американский физик-экспериментатор Стивен Чу (Steven Chu, 1948 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1997 г.



Рис. 7. Выдающийся американский физик Уильям Дэниел Филлипс (William Daniel Phillips, 1948 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1997 г.



Рис. 8. Выдающийся французский физик Клод Коэн-Таннуджи (Claude Cohen-Tannoudji, 1933 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1997 г.

Общеизвестно, что в микромире материи мерой температуры атома (молекулы) или частицы является их кинетическая энергия [2, 11]. Большой вклад в эту

энергию и соответственно в температуру дает скорость поступательного движения указанных микрообъектов. Меньший вклад в рассматриваемые показатели вносит частота их собственных колебаний [2, 11]. Поэтому чем быстрее движется и чаще колеблется микрообъект, тем он будет «горячее». Физиками было установлено, что при температуре «минус» 270 °С (около 3 К) скорость поступательного движения атома вещества составляет около 100 м/с [11]. При комнатной же температуре («плюс» 20 °С) эта скорость атомов близка к значению в 1000 м/с [2, 10, 16]. Если понизить эту скорость до 0,01 м/с, то атом будет фактически «заморожен». Сделать это можно различными физическими способами. Исследования, проведенные в США С. Чу, У. Филлипсом и К. Коэн-Таннуджи, показали, что самым удобным для этого способом является метод лазерного охлаждения атомов [11-15]. Данной группе физиков при исследовании с помощью лазерного луча атомных процессов удалось достичь абсолютной температуры нейтральных атомов вещества порядка  $10^{-6}$  К [11]. Именно за это феноменальное достижение С. Чу, У.Д. Филлипс и К. Коэн-Таннуджи были удостоены Нобелевской премии по физике за 1997 г. [4, 11-15]. Разработанный ими лазерный метод суперохлаждения и «улавливания» таким путем атомов применяется в настоящее время при конструировании прецизионных атомных часов, а также при точном позиционировании и в космической навигации [13]. Немаловажными фактами, характеризующими С. Чу как неординарную и талантливую личность, является то, что С. Чу в период 2004-2008 гг. был директором всемирно известной Национальной лаборатории им. Эрнеста Лоуренса (при ее штате в 4 тыс. сотрудников и годовом бюджете в 650 млн. долларов США) и активно занимался альтернативными источниками энергии (в частности, биотопливом, искусственным фотосинтезом и методами получения электроэнергии от солнечного излучения), а в период 2009-2013 гг. – министром энергетики США [12, 13].

**5. Открытие новой формы квантовой жидкости с возбуждениями дробного электрического заряда.** Физическое понятие «квантовой жидкости» было введено в период 1937-1941 гг. выдающимся советским физиком-теоретиком Львом Давидовичем Ландау (1908-1968 гг.), разрабатывавшим в то время в ИФП АН СССР (у академика АН СССР П.Л. Капицы, плодотворно работавшего тогда в области физики низких температур и экспериментально открывшего в 1937 г. явление сверхтекучести жидкого гелия-II) квантовую теорию явления сверхтекучести жидкого гелия-II [10, 17]. Для квантовой жидкости характерным является то, что в ней определяющую роль в поведении ее микрокомпонент (составляющих микроэлементов) начинают играть квантовые эффекты. В этой жидкости квантовые неопределенности координат ее микроэлементов (например, атомов) согласно соотношению неопределенности Гейзенберга [2, 17] начинают значительно превышать текущие взаимные расстояния между ними. Поэтому физические свойства таких жидкостей будут определяться исключительно стохастическими закономерностями квантовой



физики. В период 1981-1982 гг. научные группы Хорста Людвиг Штёрмера (рис. 9) и Дэниела С. Цуи (рис. 10), изучавшие «целочисленный квантовый эффект Холла», открытый в 1980 г. Клаусом фон Клитцингом (1943 г.р.) при «гелиевых» температурах (до 1 К) и сильных постоянных магнитных полях (при индукции до 30 Тл) в кремниевом полевом транзисторе и удостоенный Нобелевской премии по физике за 1985 г. [4, 18], с помощью сверхчистой двумерной пленки из арсенида галлия при более низких температурах (ниже 1 К) и более сильных постоянных магнитных полях (при индукции свыше 30 Тл) открыли новый «дробный квантовый эффект Холла» [18-20].



Рис. 9. Выдающийся немецкий физик-экспериментатор Хорст Людвиг Штёрмер (Horst Ludwig Störmer, 1949 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1998 г.



Рис. 10. Выдающийся американский физик-экспериментатор Дэниел С. Цуи (Daniel C. Tsui, 1939 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1998 г.

Для лучшего понимания данного непростого материала следует отметить то, что еще в 1879 г. молодой американский физик Эдвин Герберт Холл (1855-1938 гг.), исследуя протекание постоянного тока силой  $I_H$  вдоль тонкой золотой пластинки, помещенной перпендикулярно линиям индукции  $B_H$  внешнего постоянного магнитного поля, открыл явление возникновения между «свободными» краями пластинки разности электрических потенциалов или напряжения  $U_H$  («эффект Холла») [16]. Как известно, причиной появления  $U_H$  является отклонение дрейфующих электронов пластинки от основного направления их дрейфа к ее «свободным» краям из-за соответствующего действия на них в магнитном поле силы Лоренца [2]. При

этом величина  $U_H$  была прямо пропорциональна току  $I_H$  и индукции  $B_H$ . Кроме того, «холловское» сопротивление  $R_H$ , равное отношению  $U_H/I_H$ , описывалось соотношением вида [18]:  $R_H = B_H / (n_e e_0)$ , где  $n_e$  – усредненная плотность свободных электронов с модулем электрического заряда  $e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19}$  Кл в материале плоского проводника-пластинки. Вот поэтому эффект Холла можно было использовать как для измерения индукции магнитного поля, так и определения концентрации носителей электрического заряда (положительных «дырок») в проводниках и полупроводниках. Э.Г. Холл свои опыты проводил при комнатной температуре (около 293 К) и уровнях магнитной индукции  $B_H$  менее 1 Тл [18]. Вначале 1980-х годов К. фон Клитцингом при указанных выше экстремальных условиях было установлено, что «холловское» сопротивление  $R_H$  проводника (полупроводника) с ростом уровня воздействующей на него магнитной индукции  $B_H$  изменяется не непрерывно, а скачками, принимая дискретные (квантованные) значения  $R_{Hi} = h / (ie_0^2)$ , где  $i = 1, 2, 3, \dots$  – целочисленные значения квантового числа  $i$ ;  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – постоянная Планка [2]. Заметим, что в рассматриваемом случае величина  $h/e_0^2$  составляет примерно 26 кОм. В соответствии с данными выдающегося немецкого физика К. фон Клитцинга получалось, что «холловское» сопротивление  $R_H$  вне зависимости от вида материала в условиях действия на него сверхнизких температур и сильных магнитных полей подвергалось квантованию. Экспериментально открытый К. фон Клитцингом «целочисленный квантовый эффект Холла» объяснялся последовательным заполнением уровней Ландау (дискретных уровней энергии электрона в магнитном поле) по мере роста уровня магнитной индукции. В указанных экспериментах Х.Л. Штёрмера и Д.С. Цуи ученые обнаружили новые квантовые скачки для «холловского» сопротивления  $R_{Hi} = h / (ke_0^2)$ , которые в три раза превышали наибольшие скачки  $R_{Hi}$  в более ранних экспериментах К. фон Клитцинга. Принципиальным отличием при этом было то, что величина  $k$  принимала дробные значения (1/3 и др.). В 1983 г. американский физик-теоретик Роберт Беттс Лафлин (рис. 11) предложил теоретическое обоснование этого эффекта.



Рис. 11. Выдающийся американский физик-теоретик Роберт Беттс Лафлин (Robert Betts Laughlin, 1950 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1998 г.

Согласно теоретическому обоснованию Р.Б. Лафлина открытого опытным путем Х.Л. Штёрмером и Д.С. Цуи «дробного квантового эффекта Холла» при достаточно низкой температуре и весьма сильном магнитном поле двумерный «электронный газ» проводника (полупроводника) из ферми-жидкости становится своеобразной квантовой жидкостью нового типа [18, 21]. Электроны с полуцелыми значениями своего спина, входящие в состав этой «лафлиновской» квантовой жидкости, и возникающие в ней возмущения начинают вести себя как квазичастицы с целым спином (как бозоны) [18-21]. «Лафлиновская» квантовая жидкость становилась бозе-жидкостью, для которой возможны бозе-конденсации, а значит, явления сверхтекучести и сверхпроводимости. Последнее явление становилось возможным в случае, когда возбуждения в этой особой квантовой жидкости являлись электрически заряженными. Р.Б. Лафлин в предложенной теории предполагал, что указанные квазичастицы в этой квантовой жидкости являются коллективными образованиями, существование которых обеспечивается дальнедействующим взаимодействием между электронами и сильным магнитным полем. Согласно Р.Б. Лафлину такой композитной квазичастицей (бозоном) в «лафлиновской» квантовой жидкости служит комбинация электрона и трех квантов магнитного потока [18, 21]. Новая «лафлиновская» квантовая жидкость характеризовалась необычным физическим свойством: добавленный к ней электрон оказывался настолько энергетически невыгодным для нее, что в ней рождались возбуждения с дробным электрическим зарядом  $e_0/3$  [18]. Р.Б. Лафлин впервые теоретически показал, что квазичастицы в конденсированном состоянии материи могут иметь дробные электрические заряды. Такой теоретический подход Р.Б. Лафлина позволял физически объяснить «дробный квантовый эффект Холла», установленный ранее Х.Л. Штёрмером и Д.С. Цуи. За фундаментальность и «открытие новой формы квантовой жидкости с возбуждениями дробного электрического заряда» Х.Л. Штёрмеру, Д.С. Цуи и Р.Б. Лафлину была присуждена Нобелевская премия по физике за 1998 г. [4, 18-21]. Следует указать, что несмотря на то, что дробный электрический заряд квазичастиц, участвующих в протекании явления «дробного квантового эффекта Холла» в своеобразном бозе-конденсате, установлен и измерен сейчас благодаря выдающимся достижениям в радиоэлектронике и метрологии надежно, говорить о прямом наблюдении микрочастицы с таким зарядом пока преждевременно. Тем не менее, результаты научных исследований этих новых нобелевских лауреатов позволяют констатировать нам то, что в научном мире произошло важное событие, которое заставляет ученых пересмотреть многие положения в наших современных представлениях об окружающем нас мире.

**6. Проявление квантовой структуры электро-слабых взаимодействий элементарных частиц.** В 1960-е годы выдающимися американскими Шелдоном Ли Глэшоу (1932 г.р.), Стивеном Вайнбергом (1933-1996 гг.) и пакистанским Абдусом Саламом (1926-1996 гг.) физиками-теоретиками была разработана квантовая теория слабых и электромагнитных взаи-

модействий в микромире, использующая принцип калибровочной инвариантности [22]. Эта теория базировалась на том, что в микромире слабое и электромагнитное взаимодействия являются проявлением единого электрослабого взаимодействия. Практическое применение этой теории для расчёта физических свойств элементарных частиц, которые она должна была предсказывать, было слаборезультативным [23]. В 1970-х годах к решению данной проблемы в области физики элементарных частиц активно подключились ученые-физики Утрехтского университета (Нидерланды) Мартин Вельтман (рис. 12) и Герард Хоофт (рис. 13). Они занялись математической формулировкой калибровочных теорий или теорией перенормировки так называемых неабелевых калибровочных теорий, являющихся основой всей современной физики элементарных частиц [24]. Разработанные этими физиками-теоретиками математический аппарат и на его основе компьютерная программа показали, что многие наиболее проблемные аспекты одной из неабелевых калибровочных теорий – теории электро-слабых взаимодействий в процессе математических вычислений компенсируются [22-24]. Данная программа стала фундаментом для сложнейшей работы ученых по проверке различных подходов к перенормировке теории, которая позволяла бы получать разумные предсказания в физике элементарных частиц.



Рис. 12. Выдающийся нидерландский физик-теоретик Мартин Вельтман (Martinus Veltman, 1931 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1999 г.

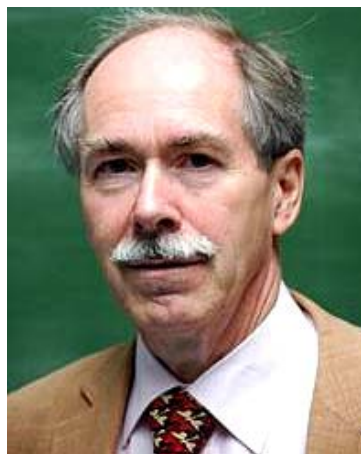


Рис. 13. Выдающийся нидерландский физик-теоретик Герард Хоофт (Gerard 't Hooft, 1946 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 1999 г.

Разработанные Г. Хофтом и М. Вельтманом новые математические методы ренормализации янг-миллсовских полей, как безмассовых, так и получающих массу вследствие спонтанного нарушения в микромире законов симметрии, позволили предсказать некоторые эффекты электрослабого взаимодействия элементарных частиц [22-24]. Так, в 1977 г. им на основе этих методов и теоретических подходов удалось предсказать массу топ-кварка, экспериментально обнаруженного в 1995 г. в Национальной лаборатории ядерных исследований им. Энрико Ферми (США) [22]. Кроме того, с помощью предложенной Г. Хофтом и М. Вельтманом квантовой теории электрослабых взаимодействий были предсказаны массы промежуточных векторных бозонов  $W^\pm$  и  $Z^0$  – двух новых элементарных частиц, открытых после этого экспериментально на Большом адронном коллайдере [3] в Европейском центре ядерных исследований (CERN, Швейцария) [22, 24]. Один из лауреатов Нобелевской премии по физике за 1979 г. Ш.Л. Глэшоу (эту премию «за фундаментальный вклад в создание теории, объединяющей слабое и электромагнитное взаимодействия» в области физики элементарных частиц он разделил со своими коллегами-физиками и соавторами С. Вайнбергом и А. Саламом [4, 25]) о научных достижениях М. Вельтмана и Г. Хофта говорил следующее [24]: «...Теорией электрослабых взаимодействий нельзя было бы заниматься всерьез без вычислительных новаций, введенных Вельтманом и Хофтом». В 1999 г. «за прояснение квантовой структуры электрослабых взаимодействий» М. Вельтман и Г. Хофт были удостоены Нобелевской премии по физике [4, 22-25]. В последующие годы М. Вельтман и Г. Хофт в области теории элементарных частиц плодотворно занимались так называемой «хиггсовской» проблемой, связанной со сверхтяжелым бозоном Хиггса  $H^*$ , поле которого, по мнению физиков, порождает массы всех существующих в микромире частиц [24].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://news.21.by/other-news/2012/10/09/635932.html>.
2. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / Отв. ред. В.К. Тартаковский. – К.: Наукова думка, 1989. – 864 с.
3. Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике: Монография в 2-х томах. Том 1. – Х.: НТМТ, 2011. – 311 с.
4. Храмов Ю.А. История физики. – Киев: Изд-во «Феникс», 2006. – 1176 с.
5. [http://www.peoples.ru/science/physics/martin\\_lewis\\_perl](http://www.peoples.ru/science/physics/martin_lewis_perl).
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Райнес,\\_Фредерик](https://ru.wikipedia.org/wiki/Райнес,_Фредерик).
7. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ли,\\_Дэвид\\_Моррис](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ли,_Дэвид_Моррис).
8. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ричардсон,\\_Роберт\\_Колман](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ричардсон,_Роберт_Колман).
9. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ошеров,\\_Дуглас](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ошеров,_Дуглас).
10. Баранов М.И. Избранные вопросы электрофизики: Монография в 2-х томах. Том 1: Электрофизика и выдающиеся физики мира. – Х.: Изд-во НТУ «ХПИ», 2008. – 252 с.
11. <http://www.nkj.ru/archive/articles/10172>.
12. <http://lenta.ru/lib/14194434>.
13. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Чу,\\_Стивен](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чу,_Стивен).
14. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Филлипс,\\_Уильям](https://ru.wikipedia.org/wiki/Филлипс,_Уильям).
15. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэн-Таннуджи,\\_Клод](https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэн-Таннуджи,_Клод).
16. Кухлинг Х. Справочник по физике / Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 520 с.
17. Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике. Часть 34: Открытие и изучение квантово-

волновой природы микромира материи // *Электротехника і електромеханіка*. – 2016. – №5. – С. 3-15. doi: 10.20998/2074-272X.2016.5.01.

18. [http://vivovoco.astronet.ru/VV/NEWS/PRIRODA/1999/NB\\_PHYS.HTM](http://vivovoco.astronet.ru/VV/NEWS/PRIRODA/1999/NB_PHYS.HTM).
19. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Штрёммер,\\_Хорст](https://ru.wikipedia.org/wiki/Штрёммер,_Хорст).
20. <http://www.nkj.ru/archive/articles/8176>.
21. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Лафлин,\\_Роберт](https://ru.wikipedia.org/wiki/Лафлин,_Роберт).
22. [http://gruzdoff.ru/wiki/?Т\\_Хофт,\\_Герард](http://gruzdoff.ru/wiki/?Т_Хофт,_Герард).
23. <http://velchel.ru/index.php?cnt=9&nbio=704&nubsub=0&sub=0>.
24. [http://encyclopaedia.bigru.ru/enc/science\\_and\\_technology/V\\_ELTMAN\\_MARTIN.html](http://encyclopaedia.bigru.ru/enc/science_and_technology/V_ELTMAN_MARTIN.html).
25. [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics).

#### REFERENCES

1. Available at: <http://news.21.by/other-news/2012/10/09/635932.html> (accessed 09 October 2012).
2. Kuz'michev V.E. *Zakony i formuly fiziki* [Laws and formulas of physics]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1989. 864 p. (Rus).
3. Baranov M.I. *Antologiya vydaushchikhsia dostizhenii v nauke i tekhnike: Monografiia v 2-kh tomakh. Tom 1*. [An anthology of outstanding achievements in science and technology: Monographs in 2 vols. Vol.1]. Kharkov, NTMT Publ., 2011. 311 p. (Rus).
4. Khramov Yu.A. *Istoriia fiziki* [History of Physics]. Kiev, Feniks Publ., 2006. 1176 p. (Rus).
5. Available at: [http://www.peoples.ru/science/physics/martin\\_lewis\\_perl](http://www.peoples.ru/science/physics/martin_lewis_perl) (accessed 11 April 2012). (Rus).
6. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Frederick\\_Reines](https://en.wikipedia.org/wiki/Frederick_Reines) (accessed 15 August 2012).
7. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/David\\_Lee\\_\(physicist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/David_Lee_(physicist)) (accessed 25 September 2013).
8. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Robert\\_Coleman\\_Richardson](https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Coleman_Richardson) (accessed 22 May 2012).
9. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas\\_Osheroff](https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_Osheroff) (accessed 21 February 2012).
10. Baranov M.I. *Izbrannye voprosy elektrofiziki: Monografiia v 2-h tomah. Tom 1: Elektrofizika i vydajushchiesja fiziki mira* [Selected topics electrophysics: Monographs in 2 vols. Vol.1: Electrophysics and outstanding physics of the world]. Kharkov, NTU «KhPI» Publ., 2008. 252 p. (Rus).
11. Available at: <http://www.nkj.ru/archive/articles/10172> (accessed 05 May 2011).
12. Available at: <http://lenta.ru/lib/14194434> (accessed 19 April 2012).
13. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Steven\\_Chu](https://en.wikipedia.org/wiki/Steven_Chu) (accessed 10 July 2011).
14. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/William\\_Daniel\\_Phillips](https://en.wikipedia.org/wiki/William_Daniel_Phillips) (accessed 23 March 2012).
15. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Claude\\_Cohen-Tannoudji](https://en.wikipedia.org/wiki/Claude_Cohen-Tannoudji) (accessed 03 May 2012).
16. Kuhling H. *Spravochnik po fizike. Per. s nem.* [Dictionary on Physics. Translated from German]. Moscow, Mir Publ., 1982. 520 p. (Rus).
17. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 34: Discovery and study of quantum-wave nature of microscopic world of matter. *Electrical engineering & electromechanics*, 2016, no.5, pp. 3-15. (Rus). doi: 10.20998/2074-272X.2016.5.01.
18. Available at: [http://vivovoco.astronet.ru/VV/NEWS/PRIRODA/1999/NB\\_PHYS.HTM](http://vivovoco.astronet.ru/VV/NEWS/PRIRODA/1999/NB_PHYS.HTM) (accessed 10 April 2014). (Rus).
19. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Horst\\_Ludwig\\_St%C3%B6rmer](https://en.wikipedia.org/wiki/Horst_Ludwig_St%C3%B6rmer) (accessed 12 May 2011).

20. Available at: <http://www.nkj.ru/archive/articles/8176> (accessed 23 July 2013). (Rus).
21. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Robert\\_B.\\_Laughlin](https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_B._Laughlin) (accessed 06 December 2013).
22. Available at: [http://gruzdoff.ru/wiki/'r\\_Хоофт, Герард](http://gruzdoff.ru/wiki/'r_Хоофт, Герард) (accessed 21 May 2012). (Rus).
23. Available at: <http://velchel.ru/index.php?cnt=9&nbio=704&nubsub=0&sub=0> (accessed 11 April 2013). (Rus).
24. Available at: [http://encyclopaedia.bigru.ru/enc/science\\_and\\_technology/VELT MAN MARTIN.html](http://encyclopaedia.bigru.ru/enc/science_and_technology/VELT_MAN_MARTIN.html) (accessed 18 September 2013). (Rus).
25. Available at: [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics) (accessed 02 June 2015).

*Поступила (received) 29.12.2015*

*Баранов Михаил Иванович, д.т.н., з.л.н.с.,  
НИПКИ «Молния»  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»,  
61013, Харьков, ул. Шевченко, 47,  
тел/phone +38 057 7076841, e-mail: eft@kpi.kharkov.ua*

*M.I. Baranov  
Scientific-&-Research Planning-&-Design Institute «Molniya»  
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,  
47, Shevchenko Str., Kharkiv, 61013, Ukraine.*

**An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 36: Nobel Prize Laureates in physics for 1995-1999.**

***Purpose.** Implementation of brief analytical review of the distinguished scientific achievements of the world scientists-*

*physicists, awarded the Nobel Prize in physics for period 1995-1999. **Methodology.** Scientific methods of collection, analysis and analytical treatment of scientific and technical information of world level in area of modern theoretical and experimental physics. **Results.** The brief analytical review of the scientific openings and distinguished achievements of scientists-physicists is resulted in area of modern physical and technical problems which were marked the Nobel bonuses on physics for period 1995-1999. **Originality.** Systematization is executed with exposition in the short concentrated form of the known scientific and technical materials, devoted opening of tau-lepton, experimental discovery of electronic neutrino, opening of superfluidity of liquid helium-3, creation of methods of cooling and «capture» of atoms by a laser ray, opening of new form of quantum liquid with excitations of fractional electric charge and clearing up of quantum structure of electroweak interactions of elementary particles scientists-physicists. **Practical value.** Popularization and deepening of scientific and technical knowledges for students, engineer and technical specialists and research workers in area of modern theoretical and experimental physics, extending their scientific range of interests and further development of scientific and technical progress in human society. References 25, figures 13.*

*Key words: modern physics, achievements, tau-lepton, electronic neutrino, superfluidity of liquid helium-3, cooling and «capture» of atoms, quantum liquid with excitations of fractional electric charge, quantum structure of electroweak interactions of elementary particles, review.*