

М.И. Баранов

**АНТОЛОГИЯ ВЫДАЮЩИХСЯ ДОСТИЖЕНИЙ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ. ЧАСТЬ 53:
ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ПО ФИЗИКЕ ЗА 2016–2019 ГГ.**

Наведено короткий аналітичний огляд видатних науково-технічних досягнень вчених, які відмічені Нобелівською премією по фізиці за період 2016-2019 рр. У число таких досягнень представників світової наукової спільноти увійшли: теоретичні відкриття топологічних фазових переходів і топологічних фаз матерії, експериментальне відкриття гравітаційних хвиль, революційні винаходи в галузі лазерної фізики, астрономічні відкриття і внесок в наше розуміння еволюції Всесвіту і місця Землі в космосі. Бібл. 22, рис. 14.

Ключові слова: Нобелівська премія по фізиці, видатні науково-технічні досягнення, теоретичні відкриття топологічних фазових переходів і топологічних фаз матерії, експериментальне відкриття гравітаційних хвиль, революційні винаходи в галузі лазерної фізики, астрономічні відкриття і внесок в наше розуміння еволюції Всесвіту і місця Землі в космосі.

Приведен краткий аналитический обзор выдающихся научно-технических достижений ученых, отмеченных Нобелевской премией по физике за период 2016-2019 гг. В число таких достижений представителей мирового научного сообщества вошли: теоретические открытия топологических фазовых переходов и топологических фаз материи, экспериментальное открытие гравитационных волн, революционные изобретения в области лазерной физики, астрономические открытия и вклад в наше понимание эволюции Вселенной и места Земли в космосе. Библ. 22, рис. 14.

Ключевые слова: Нобелевская премия по физике, выдающиеся научно-технические достижения, теоретические открытия топологических фазовых переходов и топологических фаз материи, экспериментальное открытие гравитационных волн, революционные изобретения в области лазерной физики, астрономические открытия и вклад в наше понимание эволюции Вселенной и места Земли в космосе.

Введение. Как известно, Нобелевская премия по физике присуждается один раз в год Шведской королевской академией наук. Это одна из пяти Нобелевских премий (в области физики, химии, физиологии, литературы и установления мира между народами), появившаяся в научном мире по воле (данный факт был задокументирован в 1895 г. [1]) известного шведского инженера и изобретателя химических взрывчатых веществ Альфреда Нобеля (1833-1896 гг.), которая вручается, начиная с 1901 г., живым ученым-физикам за их «проверенные» временем выдающиеся научно-технические достижения [2]. Укажем, что в денежном выражении эта престижная международная премия за свой более чем столетний срок претерпевала обусловленные финансовым состоянием Нобелевского фонда изменения и в 2017 г. составляла 9 млн. шведских крон (около 1,12 млн. долларов США) [3]. Официальная церемония вручения этой ценной премии по сложившейся традиции происходит 10 декабря каждого года (в день смерти А. Нобеля) в шведской столице г. Стокгольме и награду ее лауреатам в составе не более трех человек торжественно передает король Швеции (исключением из этой традиции являлась Нобелевская премия мира, торжественная церемония вручения которой проходит ежегодно в столице Норвегии – г. Осло в указанное выше время).

Ранее автором в [2, 4-8] были изложены основные выдающиеся достижения в науке и технике лауреатов Нобелевской премии по физике за современный временной период 1990-2015 гг. Постараемся ниже представить вкратце подобные научно-технические достижения ученых-физиков мира за последние годы, ограниченные временным периодом 2016-2019 гг.

Целью статьи является краткое изложение выдающихся достижений в науке и технике лауреатов Нобелевской премии по физике за современный временной период, охватывающий 2016-2019 гг.

1. Нобелевская премия по физике за 2016 г.

Лауреатами этой престижной премии за 2016 г. стали американско-британские физики-теоретики Майкл Костерлиц (*John Michael Kosterlitz*, родился 22 июня 1943 г., рис. 1) и Дэвид Таулесс (*David James Thouless*, родился 21 сентября 1934 г., рис. 2) и Данкан Халдейн (*Frederick Duncan Michael Haldane*, родился 14 сентября 1951 г., рис. 3), работающие в США [1]. Нобелевская премия данным ученым-физикам была присуждена не за одно конкретное научное открытие, а за целый список пионерских научных работ, которые в период 1970-1980 гг. стимулировали развитие нового направления в физике конденсированных сред [1]. Отметим, что в соответствующем решении Нобелевского комитета было указано, что эта премия М. Костерлицу, Д. Таулессу и Д. Халдейну присуждается «...за теоретические открытия топологических фазовых переходов и топологических фаз материи» [1].



Рис. 1. Выдающийся американско-британский физик-теоретик Дж. Майкл Костерлиц (*John Michael Kosterlitz*, 1943 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2016 г. [1]

© М.И. Баранов



Рис. 2. Выдающийся американско-британский физик-теоретик Дэвид Дж. Таулесс (David James Thouless, 1934 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2016 г. [1]

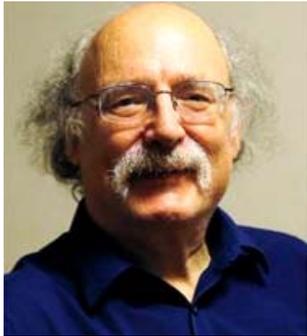


Рис. 3. Выдающийся американско-британский физик-теоретик Ф. Данкан Халдейн (Frederick Duncan Michael Haldane, 1951 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2016 г. [1]

В земной природе так сложилось, что физика конденсированных сред оказалась самым богатым на разнообразные явления разделом физики. Для ясности излагаемого ниже сложного научного материала ответим себе, прежде всего, на простой вопрос: что же в физике понимается под конденсированной средой? *Конденсированная среда* – это множество однотипных частиц вещества, собравшихся вместе и сильно воздействующих друг на друга [9]. Конденсировать (происходит от лат. слова «*condensare*» – «сгущать» [10]) вещество – это значит превращать его из газообразного состояния в жидкое или твердое кристаллическое. Поэтому разреженный газ конденсированной средой не является. В конденсированной среде богатство физических явлений возникает самопроизвольно динамическим путем как результат *коллективных эффектов* [1]. В этой связи свойства конденсированной среды определяется синхронным *коллективным движением* входящих в ее состав огромного числа частиц, а вовсе не ее отдельных частиц. Оказывается, что в рассматриваемой нами среде этих *коллективных движений* присутствует огромное разнообразие.

В работах названных выше зарубежных физиков-теоретиков было установлено, что конденсированная среда может «разговаривать» не только на «языке» *синхронных коллективных движений* своих частиц, но и на «языке» *топологически нетривиальных возбуждений* [1]. Для читателя данное физическое понятие требует своего разъяснения. Термин «*топология*» происходит от греч. слов «*topos*» – «место» и «*logos*» – «слово» [10]. В этой связи топология как раздел ма-

тематики занимается изучением общих свойств геометрических фигур, не изменяющихся при любых непрерывных преобразованиях этих фигур [10]. Из такого раздела математики как геометрия следует, что если одну геометрическую фигуру можно свести плавной деформацией к другой, то такие две фигуры считаются топологически эквивалентными. Если две геометрические фигуры никакими плавными изменениями друг в друга не превращаются, то такие фигуры считаются топологически разными. Далее остановимся на термине «*возбуждение*». В физике конденсированных сред *возбуждение* – это любое коллективное отклонение от «мертвого» неподвижного состояния среды и ее частиц, то есть от состояния с наименьшей энергией [1]. Колебательное возбуждение кристаллической структуры вещества, характеризующееся наличием в ней звуковых волн (фононов), может вызываться как внешними причинами (например, механическим ударом по кристаллу), так и внутренними спонтанными причинами (например, наличием в кристалле ненулевой температуры). Широко известное нам из курса атомной физики обычное тепловое дрожание кристаллической решетки вещества обусловлено взаимным наложением друг на друга колебательных возбуждений (фононов) с различными длинами своих волн [9]. В случае, когда концентрация в кристалле фононов велика, в нем происходит фазовый переход и кристалл плавится. Отсюда можно заключить, что как только физики-теоретики начинают понимать в терминах каких возбуждений следует описывать ту или иную конденсированную среду, то они получают в свои руки научный «ключ» к ее термодинамическим и иным физическим свойствам.

Известно, что регулированием амплитуды звуковых колебаний (фононов) можно плавно изменять силу (энергию) этих колебаний: от их максимума до их минимума (нуля). Поэтому фононы являются *топологически тривиальными возбуждениями* материи. Как окружающий нас мир разнообразен, так и разнообразны в нем и его конденсированные среды. В некоторых таких средах бывают возбуждения, которые нельзя плавно уменьшить до нуля. Причем, не физически нельзя, а принципиально нельзя (их форма не позволяет). В них возбуждения по своей форме топологически отличаются от указанных выше фононов. В этом случае не существует плавной операции, которая бы переводила физическую систему (среду) с возбуждением в подобную систему с наименьшей энергией. Свойства таких физических сред изменяются скачкообразно. Именно топология позволила описать физикам свойства материи, изменяющиеся скачкообразно.

Группе американских физиков-теоретиков в составе М. Костерлицы, Д. Таулесса и Д. Халдейна, являющихся британцами по происхождению, использовавших в качестве научного инструмента топологические методы математики, удалось в ходе своих многолетних теоретических исследований в период 1970-1980 гг. получить математическое описание скачкообразно изменяющихся параметров в конденсированном веществе [1]. Они показали, что в конденсированных системах типа двумерных сверхпроводников фазовые переходы имеют очень специфический ха-

рактар и действительно связаны с топологическими особенностями (возбуждениями) – вихрями, которые рождаются парами «вихрь – антивихрь» [1]. Указанные ученые-физики разработали детально продвинутые математические методы для описания необычных фаз и свойств материи. Например, для таких широко известных материалов как сверхпроводники, сверхтекучие жидкости и магнитные пленки. Для объективности в этом сложном и важном научном вопросе следует отметить тот факт, что в 1971 г. советский физик-теоретик Вадим Березинский (1935-1980 гг.), работавший в Институте теоретической физики им. Л.Д. Ландау АН СССР, впервые в мире выдвинул идею о том, что в основе фазовых переходов в тонких слоях сверхпроводников и сверхтекучих (квантовых) жидкостей лежат топологические возбуждения – вихри, спонтанно возникающие в материи в виде связанных пар «вихрь – антивихрь» (кстати, эта научная идея легла в основу его кандидатской диссертации) [1]. При конечной температуре вещества такие пары могут рождаться в ходе плавного локального внутриструктурного изменения. Именно они (эти вихревые пары) разрушают в двумерном случае кристаллическую фазу вещества при низких температурах. Поэтому недаром этот фазовый переход в конденсированной среде стал называться фазовым переходом «Березинского-Костерлица-Таулесса» [11]. В этой связи в рассматриваемой Нобелевской премии имеется и определенный российский «след». Укажем и то, что наиболее важные работы советского ученого-физика В. Березинского относятся к теории фазовых переходов в двумерных системах и теории локализации в неупорядоченных одномерных проводниках. Именно он впервые теоретически показал, что тонкая (порядка нескольких ангстрем) пленка жидкого гелия при низких температурах обладает свойством сверхтекучести [1].

В 1972 г. М. Костерлиц и Д. Таулесс (на год позже нашего В. Березинского), осознав важную роль топологических возбуждений, пришли к аналогичному выводу об определяющем влиянии связанных пар «вихрь – антивихрь» в фазовых переходах в материи [11]. Они пошли дальше и установили, что при повышении температуры вещества в нем накапливается столько связанных пар «вихрь – антивихрь», что отдельные пары *расплетаются*. При этом в конденсированной среде физическая картина кардинально меняется и ее термодинамические характеристики испытывают скачкообразные изменения: в среде происходит фазовый переход, вызванный распутыванием топологических возбуждений [1]. В пресс-релизе Нобелевского комитета в связи с присуждением указанной группе ученых-физиков соответствующей премии за 2016 г. было сказано [12]: «...Ученые открыли дверь в неизведанный мир, где материя может принимать «странные» состояния. Они использовали передовые математические методы для изучения необычных фаз или состояний материи. Работа ученых может быть в дальнейшем использована в науке и электронике». Они опровергли существовавшие на тот момент времени теории сверхпроводимости и сверхтекучести материи, которые утверждали, что эти яв-

ления могут происходить только в тонких слоях вещества. Эти ученые-физики теоретически показали, что в веществе явление сверхпроводимости может возникать исключительно при низких температурах. Они дали точное объяснение этому физическому механизму на основе фазовых переходов и установили, что данное явление исчезает из-за этих переходов при более высоких температурах [11]. Отметим, что сегодня топологическое описание фазовых переходов в веществе используется не только в случае тонкого слоя, но и для обычных трехмерных материалов. Дальнейшее развитие этой области физики привело к созданию и изучению нового класса веществ – популярных сегодня топологических изоляторов [11]. За последнее десятилетие эта область физики была расширена многочисленными исследованиями, направленными на поиск необычных фаз вещества. Сейчас многие исследователи мира занимаются созданием новых топологических материалов, которые могут быть использованы в сверхпроводниках, электронике нового поколения и квантовых компьютерах [1, 11].

2. Нобелевская премия по физике за 2017 г. Нобелевскими лауреатами по физике за 2017 г. стали плодотворно работающие в США выдающиеся физики-экспериментаторы Райнер Вайсс (*Rainer Weiss*, родился 29 сентября 1932 г., рис. 4), Барри К. Бэриш (*Barry Clark Barish*, родился 27 января 1936 г., рис. 5) и Кип С. Торн (*Kip Stephen Thorne*, родился 1 июня 1940 г., рис. 6) «...за решающий вклад в создание детектора LIGO и регистрацию гравитационных волн» [13]. Американские ученые Р. Вайсс (профессор физики Массачусетского технологического института), а также Б. Бэриш и К. Торн (профессора физики Калифорнийского технологического института), работавшие в известной научной коллаборации LIGO (Laser Interferometric Gravitational Observatory), 14 сентября 2015 г. впервые в мире с помощью лазерных интерферометров обнаружили космические возмущения «пространства-времени» (гравитационные волны) от слияния пары «черных дыр» в нашей Вселенной [14].



Рис. 4. Выдающийся американский физик-экспериментатор Райнер Вайсс (Rainer Weiss, 1932 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2017 г. [13]

На сегодня в обсерваториях мира было зарегистрировано четыре сигнала (гравитационных волны) от слияния в окружающем планету Земля космическом пространстве «черных дыр» или взрыва иных массив-

ных объектов [14, 15]. Последнее открытие LIGO (США) совершило совместно с европейской обсерваторией VIRGO. Существование гравитационных волн является одним из предсказаний общей теории относительности (ОТО). Их открытие подтверждает не только саму ОТО, но и считается одним из доказательств существования в космосе «черных дыр» [14].

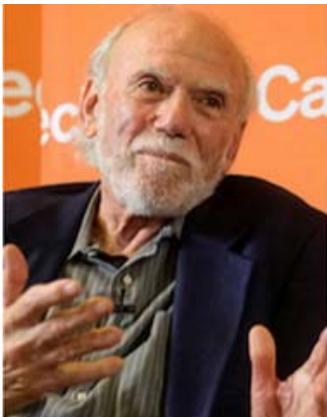


Рис. 5. Выдающийся американский физик-экспериментатор Барри К. Бэриш (Barry Clark Barish, 1936 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2017 г. [13]



Рис. 6. Выдающийся американский физик-экспериментатор Кип С. Торн (Kip Stephen Thorne, 1940 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2017 г. [13]

Приведенные выше сложные физические понятия требуют своего пояснения. Начнем с того, что укажем, что гравитационные волны – это распространяющиеся в «пространстве-времени» колебания геометрической структуры «пространство-время», которые движутся со скоростью света [14]. Их существование было предсказано более сто лет тому назад в ОТО, разработанной в 1915 г. выдающимся немецким физиком-теоретиком Альбертом Эйнштейном (Albert Einstein, 1879-1955 гг. [16]). К этому следует добавить то, что мысль о том, что искривление пространства может перемещаться в виде волны была впервые высказана известным английским математиком Уильямом Клиффордом (1845-1879 гг.) в 1876 г., т.е. практически за 39 лет до создания А. Эйнштейном ОТО [14]. Интересным обстоятельством является и то, что в начале 20-го века после разработки А. Эйнштейном в 1905 г. специальной теории относительности (СТО) некоторые известные ученые (включая и выдающегося французского математика и механика Анри Пуан-

каре, 1854-1912 гг. [16]) пытались включить в СТО и гравитацию. Отметим, что А. Пуанкаре в свое время трактовал волны гравитации как волны, перемещающиеся в пространстве аналогично электромагнитным волнам [17]. Однако, только в 1915 г. А. Эйнштейну в рамках ОТО удалось дать общеквариантное описание гравитации как геометрического эффекта. Так фактически и родилась современная теория гравитации. Тем не менее, ситуация с физической реальностью гравитационных волн в научном мире все равно оставалась неоднозначной. Научные споры при этом крутились вокруг принципиального вопроса: переносят ли вообще гравитационные волны энергию или нет? Если переносят, то у физиков есть шанс их изучать экспериментально. Если нет, то они (гравитационные волны) становятся «вещью в себе», которая недоступна нам для физического эксперимента. Долгие годы убедительного ответа на указанный выше вопрос в физической науке не существовало. Окончательное подтверждение осязаемости гравитационных волн пришло в современную физику только в 1970-х годах, когда выяснилось, что космический пульсар типа PSR B1913+16 теряет свою энергию за счет гравитационного излучения ровно так, как предсказывает это физическое явление ОТО А. Эйнштейна [17].

Лазерно-интерферометрическая гравитационно-волновая обсерватория LIGO (США), в которой сейчас работает более тысячи сотрудников, в феврале 2016 г. второй раз зарегистрировала гравитационную волну, пришедшую к нам из необъятного космического пространства [18]. Нобелевский комитет не стал бы присуждать премию только за одно подобное событие, установленное детектором LIGO в сентябре 2015 г. [14]. Когда эта гравитационная волна (колебания «пространства-времени») достигла планеты Земля она была едва уловима. Для того, чтобы «дойти» до Земли этой волне потребовалось больше миллиарда лет [18]. Энергия гравитационной волны в месте ее возникновения огромна, но ее амплитуда невероятно мала. Для ее регистрации физикам были необходимы принципиально новые сверхчувствительные приборы – детекторы гравитационных волн, расходящихся в космосе от места своего зарождения со скоростью света во все стороны. Местом их зарождения являются, например, удаленные космические места столкновения друг с другом очень массивных объектов – «черных дыр» [14, 15]. Далеко-далеко, за пределами нашей галактики «Млечный Путь» две «черные дыры» когда-то врезались друг в друга и по прошествии 1,3 миллиарда лет гравитационно-волновая обсерватория LIGO, размещенная на территории США (рис. 7), зарегистрировала это космическое событие. Для создания указанных детекторов гравитационных волн потребовался труд тысяч людей и ресурсы 20 стран мира, впервые реализованные в США в лазерных интерферометрах LIGO. Для оценки стоявших перед зарубежными физиками-экспериментаторами научных задач и их сравнения с понимаемыми нами земными проблемами отметим, что для того, чтобы зарегистрировать гравитационную волну ученым было необходимо добиться такой чувствительности своих лазерных интерферометров, которая была эквивалентна чувстви-

тельности прибора, способного измерить расстояние до далекой звезды с точностью до десятых долей миллиметра [18].

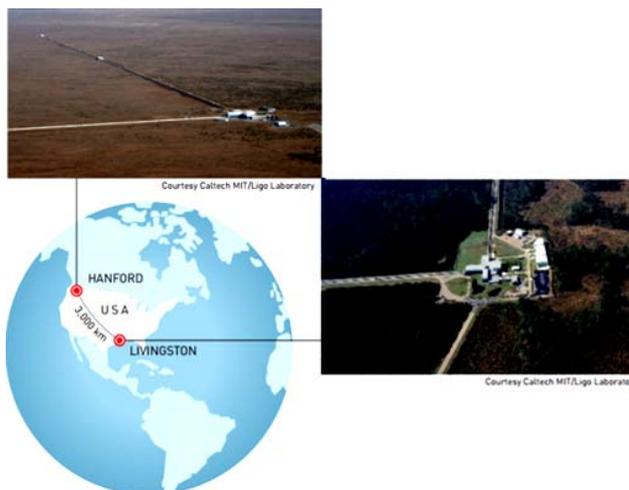


Рис. 7. Схема расположения и общие виды двух американских гравитационных обсерваторий LIGO в г. Ливингстоне (штат Луизиана, США) и в г. Хэнфорде (штат Вашингтон, США), находящихся на расстоянии 3002 км друг от друга [18]

У читателя могут возникнуть простые вопросы: а зачем это вообще надо нам землянам и зачем тратить огромные денежные средства на регистрацию космических катастроф далекого прошлого? Ответ может быть адекватным – для понимания людьми мира, в котором существует человечество. В 1970-х годах Р. Вайсс разработал концепцию создания в США детектора LIGO, в состав которого вошли бы две гравитационно-волновые обсерватории, удаленные друг от друга на расстоянии около 3002 км [18]. В ней он учел те земные явления, которые могут исказить процесс регистрации гравитационной волны. Кроме того, он предложил пути их устранения и влияния на процесс измерения этой очень слабой по амплитуде волны. В детекторе LIGO гравитационная волна расстояние между ее двумя лазерными интерферометрами проходит за время в 7 мс. Поэтому в этом огромном сверхчувствительном приборе два лазерных интерферометра могут уточнять показания друг друга. Б. Бэриш присоединился к команде LIGO в 1994 г., насчитывавшей тогда всего 40 сотрудников, и превратил ее со временем в огромную международную коллаборацию LIGO-VIRGO (последняя является недавно созданной европейской гравитационно-волновой обсерваторией). Именно благодаря слаженной работе участников этой научной коллаборации и стал возможным фундаментальный прорыв в физической регистрации гравитационных волн и понимании гравитации [18]. К. Торн как ведущий мировой эксперт в области теории относительности выполнил необходимые для работы детектора LIGO теоретические расчеты [18]. Интересно заметить, что недавно зарегистрированная детектором LIGO четвертая гравитационная волна оказалась не результатом слияния в космосе «черных дыр», а результатом взрыва нейтронной звезды [18]. Исследования, проведенные Р. Вайссом, Б. Бэришом и К. Торном, расширили наши знания про Вселенную и привели к разработке принципиально новых каналов

наблюдения за далекими космическими объектами, развивающих многоканальную астрономию, включающую и гравитационно-волновую астрономию [13].

3. Нобелевская премия по физике за 2018 г. 2 октября 2018 г. Шведская королевская академия наук объявила о присуждении очередной Нобелевской премии по физике. Ее лауреатами «...за революционные изобретения в области лазерной физики» стали [19]: американский физик Артур Эшкин (*Arthur Ashkin*, родился 2 сентября 1922 г., рис. 8), американско-французский физик Жерар Альбер Муру (*Gerard Albert Mourou*, родился 22 июня 1944 г., рис. 9) и канадский физик Донна Стрикленд (*Donna Strickland*, родилась 29 мая 1959 г., рис. 10). В пресс-релизе Нобелевского комитета на этот раз особо отметили, что Д. Стрикленд стала в истории третьей женщиной – лауреатом этой престижной премии по физике (после французско-польского радиохимика Марии Склодовской-Кюри (1867-1934 гг.) и американско-немецкого физика Марии Гепперт-Майер (1906-1972 гг.) [16]).

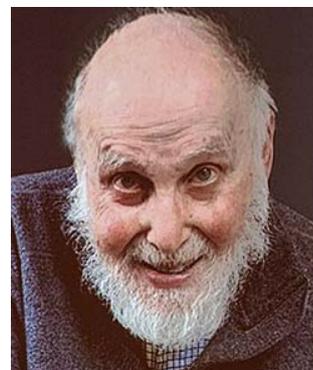


Рис. 8. Выдающийся американский физик Артур Эшкин (*Arthur Ashkin*, 1922 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2018 г. [19]



Рис. 9. Выдающийся американско-французский физик Жерар А. Муру (*Gerard Albert Mourou*, 1944 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2018 г. [19]



Рис. 10. Выдающийся канадский физик Донна Стрикленд (*Donna Strickland*, 1959 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2018 г. [19]

Лауреаты премии за 2018 г., носящей имя А. Нобеля, были награждены за свои научные работы в области физической оптики и лазерной техники, выполненные ими десятки лет тому назад. Интересным фактом является то, что А. Эшкин оказался самым старым лауреатом Нобелевской премии за всю ее историю [19]. Кстати, этот ученый до 1992 г. возглавлял отдел физической оптики и электроники в Лаборатории Белла (Bell Labs, USA). Родители А. Эшкина еще до революции 1917 г. в Российской империи выехали из г. Одессы в США. Замечательные изобретения в области лазерной физики А. Эшкина, Ж. Муру и Д. Стрикленд сильно расширили в мире практическое применение давления света (фотонов), которое стало возможным благодаря огромному прогрессу квантовых оптических генераторов – лазеров («Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» – «Усиление Света Посредством Вынужденного Излучения») [16]. Уже из официальной формулировки Нобелевского комитета научных заслуг указанных выше новых лауреатов-физиков следует их прикладная направленность с явным технологическим применением. Последний раз подобное событие в истории «нобелевки» наблюдалось в 2014 г., когда троих японских ученых наградили Нобелевской премией по физике за выдающееся изобретение синих светодиодов [8, 19].

Заметим, что в период 2015-2017 гг. Нобелевские премии по физике (см. разделы 1, 2 данной статьи и [8]) присуждали ученым за их выдающиеся результаты в области фундаментальных исследований. Известно, что давление потока фотонов (обычного света) чрезвычайно мало [9]. Так, сила, с которой солнечный свет отталкивает в космическом пространстве планету Земля, в шестьдесят триллионов раз меньше силы ее притяжения Солнцем [19]. Поэтому не случайно в 1905 г. известный английский физик Джон Генри Пойнтинг (John Henry Poynting, 1876-1943 гг.) в своем президентском послании Британскому физическому обществу отмечал, что выполненные в мире эксперименты (в том числе и профессора Московского университета Петра Николаевича Лебедева, 1866-1912 гг.) по определению величины светового давления продемонстрировали крайнюю малость этого физического эффекта, «...исключающую его из рассмотрения в земных делах» [19]. Этот вывод в физической науке оставался практически справедливым вплоть до изобретения в квантовой электронике лазеров [9, 16].

Известно, что лазерное излучение обладает такими редкими физическими свойствами как: исключительной спектральной чистотой (то есть возможностью генерирования практически идеального монохроматического электромагнитного излучения) и высокой пространственной когерентностью [9, 19]. В этой связи лазерный луч (свет) можно сфокусировать в микроскопическое пятно диаметром лишь немного больше одной длины соответствующей электромагнитной волны. Поэтому при мощности лазерного излучателя лишь в несколько ватт нам можно получить такую интенсивность светового потока данного электромагнитного излучения, которая в

тысячи раз будет превышать общую интенсивность видимого спектра солнечного излучения, составляющую в среднем около 1376 Вт/м^2 на входе в атмосферу Земли [2, 9, 19]. Отметим, что в 1960-х годах интенсивность лазерного излучения составляла около 10^{10} Вт/см^2 [19]. В 1970-х годах она составляла уже порядка 10^{15} Вт/см^2 [19]. До середины 1980-х годов этот рост интенсивности лазерного луча продолжался медленными темпами [19].

А. Эшкин быстро оценил уникальные возможности лазеров практически сразу после их изобретения. Заметим, что первый в мире лазер на кристалле искусственного рубина, содержащего оксид алюминия с небольшой примесью атомов хрома, был создан в мае 1960 г. американским физиком Теодором Харальдом Майманом (Theodore Harold Maiman, 1927-2007 гг.), работавшим в исследовательском центре фирмы Hughes Research Laboratories (USA) [16]. В результате ряда проведенных в Лаборатории Белла (Bell Labs, USA) с помощью такого лазера остроумных экспериментов А. Эшкин в 1960-х годах изобрел «световую ловушку», надежно удерживающую мельчайшие объекты различной природы [19]. Эти исследования заняли у него не менее 25 лет. В 1986 г. он совместно со своими сотрудниками впервые подробно описал полученные в США экспериментальные результаты по оптическому «пленению» с помощью «световой ловушки» диэлектрических частиц размером от десятков нанометров до десятков микрометров [19]. Со временем «световые ловушки» А. Эшкина назвали «оптическими пинцетами» («optical tweezers») или «лазерными пинцетами» («laser tweezers»). В последующие годы эта лазерная технология сильно усовершенствовалась и ее возможности значительно расширились. Как оказалось, «лазерные пинцеты» не только могут удерживать микро- и нанообъекты, но и могут передвигать их, поворачивать и даже резать на части. Сейчас они широко применяются в молекулярной биологии, геномике, вирусологии и в других областях науки и техники [19]. Так, важнейшей областью прикладного применения «оптических пинцетов» стало лазерное охлаждение нейтральных атомов до сверхнизких температур и их «пленения». Кстати, за эти работы в области физики низких температур с применением лазерных технологий его бывший сотрудник и гражданин США Стивен Чу (Steven Chu) со своим соотечественником Уильямом Дэниелем Филлипсом (William Daniel Phillips) и французским физиком Клодом Коэн-Таннуджи (Claude Cohen-Tannoudji) стали Нобелевскими лауреатами по физике за 1997 г. [2, 5].

Из приведенного выше видно, что А. Эшкин был обязан своим лауреатством методу манипулирования нано- и микрообъектами с помощью лазерного излучения с относительно низкой энергетикой. В противоположность А. Эшкину его коллеги по лауреатству Ж. Муру и Д. Стрикленд работали в области лазерной физики с высокими энергетическими показателями. К 1985 г. они разработали очень эффективный способ увеличения мощности лазерных импульсов [19]. Благодаря этому способу плотность мощности лазерного излучения вновь пошла в резкий рост и в настоящее время она достигла показателя до 10^{23} Вт/см^2 [19].

Суть предложенного зарубежными физиками-экспериментаторами Ж. Муру и Д. Стрикленд эффективного способа усиления лазерных импульсов согласно [19] заключается в следующем. Вначале ультракороткий лазерный импульс светового излучения пропускают через пару дифракционных решеток, которые на несколько порядков растягивают его во времени. Заметим, что в своих первых экспериментах Ж. Муру и Д. Стрикленд использовали для этой цели оптоволоконный кабель, но дифракционные решетки оказались более эффективными. В результате пиковая энергия электрического поля лазерного импульса падает настолько, что он проходит через оптический усилитель излучения (для этого обычно используют кристалл сапфира, легированный ионами титана) не нарушая (разрушая) при этом кристаллической структуры последнего. Далее многократно усиленный лазерный импульс пропускают еще через пару дифракционных решеток. Эти решетки сжимают его (лазерный импульс) до исходной протяженности (временной длительности). В результате на выходе описанной оптической системы получается очень короткий лазерный импульс чрезвычайно высокой интенсивности. Первые совместные эксперименты Ж. Муру и Д. Стрикленд, проведенные ими в Лаборатории лазерной энергетики Рочестерского университета (США), по использованию этого способа усиления chirпированных лазерных импульсов привели к созданию пикосекундных лазерных систем тераваттной мощности [19].

Область практического применения на сегодня ультракоротких сверхмощных лазерных импульсов оказалась чрезвычайно обширной, включая различные отрасли науки и техники. Укажем, что она простирается от проведения многих экспериментов в области фундаментальной и прикладной физики, использования в военном деле (боевые лазеры), модификации (структурировании) поверхностей различных деталей, усиления сигналов фотолюминесценции, выполнения сверхчувствительного химического анализа вещества, создания новых метаматериалов и далее до хирургического лечения близорукости и астигматизма у миллионов людей нашей планеты [16, 19].

4. Нобелевская премия по физике за 2019 г.

8 октября 2019 г. Шведская королевская академия наук опубликовала имена лауреатов Нобелевской премии по физике за 2019 г. Ими «...за вклад в наше понимание эволюции Вселенной и места Земли в космосе» стали известные астрономы и астрофизики [20]: канадец Филлип Джеймс Эдвин Пиблз (*Phillip James Edwin Peebles*, родился 25 апреля 1935 г., рис. 11) и швейцарцы Мишель Майор (*Michel Mayor*, родился 12 января 1942 г., рис. 12) и Дидье Кело (*Didier Queloz*, родился 23 февраля 1966 г., рис. 13). Более конкретнее укажем, что Дж. Пиблзу эта премия была присуждена «...за теоретические открытия в физической космологии», а М. Майору и Д. Кело – «...за открытие экзопланеты, обращающейся вокруг звезды солнечного типа» [20]. В пресс-релизе Нобелевского комитета в связи с присуждением данной престижной премии было указано, что эти «...открытия ученых являются революционными для астрономии» [20].



Рис. 11. Выдающийся канадско-американский астрофизик Ф. Джеймс Э. Пиблз (*Phillip James Edwin Peebles*, 1935 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2019 г. [20]



Рис. 12. Выдающийся швейцарский астрофизик Мишель Майор (*Michel Mayor*, 1942 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2019 г. [20]



Рис. 13. Выдающийся швейцарский астрофизик Дидье Кело (*Didier Queloz*, 1966 г. рождения), лауреат Нобелевской премии по физике за 2019 г. [20]

Дж. Пиблз (многие годы был профессором Принстонского университета, США) оказался в мире одним из тех выдающихся ученых-астрофизиков, кто теоретически предсказал существование и описал свойства реликтового излучения, заполнившего нашу Вселенную после Большого Взрыва в ней [20]. В 1964 г. Дж. Пиблз теоретическим путем пришел к выводу о том, что космос пронизан изотропным микроволновым излучением с температурой порядка 10 К [20]. Результаты своих расчетов он опубликовал в 1965 г. в авторитетном американском научном журнале «*Astrophysical Journal*» [20], одновременно на страницах которого была напечатана и экспериментальная работа молодых ученых США Арно Пензиаса и Роберта Вудро Вильсона, являвшихся тогда сотрудни-

ками Лаборатории Белла (Bell Labs, USA). Последним удалось с помощью шестиметровой рупорной антенны спутниковой связи измерить фоновое радиоизлучение галактики «Млечный Путь» [15]. Их приемная радиоаппаратура, настроенная на электромагнитную волну длиной 7,35 см, зарегистрировала слабый, но очень стабильный сигнал, который не зависел от положения антенны в земной атмосфере. В 1964 г. эти американские ученые пришли к выводу о том, что данный электромагнитный сигнал не мог иметь внутргалактическое происхождение. Они поняли, что имеют дело с сигналом, спектральный состав которого соответствует спектру излучения абсолютно черного тела, нагретого по их тогдашней оценке до 3,5 К [20]. Это электромагнитное излучение приходило со всех сторон земного небосвода и было по их мнению полностью изотропным [20]. Эту экспериментальную работу А. Пензиаса и Р.В. Вильсона авторитетные ученые-астрономы мира считают эпохальным достижением астрофизики 20-го века. Поэтому не случайно в 1978 г. она принесла им Нобелевскую премию по физике [20, 21]. По современным данным открытое этими талантливыми физиками космическое микроволновое реликтовое излучение возникло спустя 380 тыс. лет после Большого Взрыва, произошедшего около 12 млрд. лет тому назад [2]. Космическое пространство тогда было заполнено плазмой, состоящей из протонов, электронов и ионов гелия и пребывавшей в термодинамическом равновесии с «горячим» электромагнитным излучением. Когда из-за расширения пространства эта плазма остыла до примерно 4000 К, в нем началось образование электронейтральных атомов (сначала гелия, а затем и водорода) [20].

Для большей ясности в рассматриваемой сложной межгалактической проблеме отметим, что температура реликтового излучения уменьшается обратно пропорционально расширению космического пространства. Поскольку со времени первоначального высвобождения фотонов линейные размеры нашей Вселенной возросли на три порядка, то настолько же уменьшилась и степень ее нагрева и соответственно энергия реликтового излучения. По нынешним данным его температура составляет 2,725 К [2, 7, 20]. Поэтому ее первоначальная оценка А. Пензиаса и Р.В. Вильсона, хотя и была несколько завышенной, все же удивительно близка к истине. Интенсивность микроволнового реликтового излучения достигает пика на волнах длиной в 1 мм, не способных проникнуть сквозь земную атмосферу. Поэтому первооткрыватели фактически зарегистрировали лишь его длинноволновый хвост, а полный спектр определили гораздо позже с помощью высотных аэростатов и космических аппаратов. Однако, общую форму этого спектра указанные ученые определили исключительно точно, хотя их приборы были далеки от совершенства [20].

Требуется отметить, что предсказания Дж. Пиблса связаны не с фактом существования во Вселенной микроволнового реликтового излучения, а с его свойствами [22]. Во-первых, этот нобелевский лауреат на основе разработанных им теоретических моделей показал, что реликтовое излучение играет важную роль в формировании галактик Вселенной. Во-вторых, он

рассчитал спектр флуктуаций этого реликтового излучения. Он разработал новую модель Вселенной и с ее помощью оценил как это излучение будет выглядеть, если добавить в ней (этой модели) к обычной материи Вселенной «холодную темную» материю. В-третьих, он добавил в данную модель «темную» энергию с отрицательной плотностью и снова пересчитал спектр реликтового излучения. Дж. Пиблс на подобной космологической модели изучил то, что как введенные им гипотетические сущности сказываются на эволюции Вселенной в целом и на формировании ее галактик в частности. По-существу, он заложил основы теоретической космологии. При этом нам не следует забывать о большом вкладе в эту науку, внесенном известным советским физиком-теоретиком Яковом Борисовичем Зельдовичем (1914-1987 гг.) [16].

М. Майор и Д. Кело, работая в Женевской обсерватории, практически с 1994 г. совместно приступили к систематическому поиску экзопланет (землеподобных планет) в галактике «Млечный Путь», расположенных около ее «нормальных» (лежащих на главной астропоследовательности) звезд и «красных гигантов». Ранее открытые до них иными астрономами мира экзопланеты, расположенные около пульсаров [15], особых перспектив для науки не представляли. Ценными для астрофизиков были только те экзопланеты, которые размещались вокруг звезд солнечного типа. В этих астрономических наблюдениях они использовали уникальный спектрометр высокого разрешения ELODIE (был введен в эксплуатацию в конце 1993 г.), смонтированный на 193-сантиметровом телескопе названной обсерватории [20]. Осенью 1994 г. с помощью указанной аппаратуры эти ученые обнаружили то, что одна из наблюдавшихся звезд («51 Пегаса»), демонстрирует колебания своей радиальной скорости с периодом около четырех земных суток. Именно для этого (для наблюдения с Земли своеобразных «звездных качелей») и нужен был им сверхточный спектрометр, который чувствовал бы слабые смещения спектра излучения звезд, сопровождающие вращение вокруг них экзопланет. 23 ноября 1995 г. М. Майор и Д. Кело в журнале «*Nature*» опубликовали свою статью, из которой мир узнал о долгожданном открытии планеты, обращающейся вокруг рядовой звезды главной астропоследовательности [20]. Так они открыли первую экзопланету (рис. 14) из того семейства планет, которое стали затем называть «горячими» Юпитерами. Новооткрытая экзопланета «51 Пегаса b» была ничем не похожа на спутники Солнца. Она обращалась по круговой траектории с радиусом примерно в 7,5 млн. километров, совершая один оборот вокруг своей звезды всего за 4,2 земных суток. При этом она обладала весьма большой массой – около 0,47 массы Юпитера. Далее в 1995 г. последовали открытия другими астрономами еще двух экзопланет массой в несколько Юпитеров, обращающихся вокруг звезд «70 Девы» и «47 Большой Медведицы» [20]. С тех пор планетарная астрономия раз и навсегда вышла за пределы Солнечной системы. А дальше подобные открытия посыпались одно за другим. Укажем, что после подобных открытий в науке астрономы, поверившие в технические возможности своих высокоточных изме-

рительных приборов, открыли уже на сегодня более 4100 экзопланет (новых «миров»), разбросанных по нашей огромной галактике «Млечный Путь» [20, 22].



Рис. 14. Общий вид экзопланеты «51 Пегаса б» (слева), открытой в 1995 г. в нашей галактике «Млечный Путь» выдающимися швейцарскими астрофизиками М. Майором и Д. Кело [22]

Успешная «погоня» за экзопланетами не только дала астрономии богатейшую информацию, но также привлекла к этой древнейшей науке общественное внимание и увеличила ее престиж. Поэтому нет ничего удивительного в том, что в 21-ом столетии мировым научным сообществом были предприняты серьезные усилия для разработки новых астрономических приборов следующих поколений, предназначенных для такого поиска в космосе потенциально обитаемых разумными существами экзопланет [20, 22]. Ценные результаты астрофизических исследований М. Майора и Д. Кело вывели астрономию на новый путь своего дальнейшего развития. Резюмируя, можно обоснованно сказать, что Дж. Пиблз и М. Майор с Д. Кело своими выдающимися научными работами в астрономии и астрофизике открыли огромное богатство новых путей в изучении окружающего нас космоса.

Выводы.

Лауреатами Нобелевской премии по физике за период 2016–2019 гг. внесен большой вклад в дальнейшее развитие мировой науки и современной техники. Их выдающиеся научно-технические достижения позволяют расширить и углубить знания людей о материи, об эволюции нашей Вселенной, понять занимаемое планетой Земля место и ее роль в космосе и эффективно направить разработанные в мире передовые лазерные технологии на службу человечеству.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://elementy.ru/novosti_nauki/432847/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2016.
2. Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике: Монография в 4-х томах. Том 4. – Х.: ФЛП Панов А.Н., 2016. – 415 с.
3. <https://lenta.ru/news/2017/10/03/nobelprizeinphysics>.
4. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 35: Nobel Prize Laureates in Physics for 1990-1994. *Electrical engineering & electromechanics*, 2016, no. 6, pp. 3-8. doi: 10.20998/2074-272X.2016.6.01.
5. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 36: Nobel Prize Laureates in Physics for 1995-1999. *Electrical engineering & electromechanics*, 2017, no. 1, pp. 3-9. doi: 10.20998/2074-272X.2017.1.01.

6. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 37: Nobel Prize Laureates in Physics for 2000-2004. *Electrical engineering & electromechanics*, 2017, no. 2, pp. 3-12. doi: 10.20998/2074-272X.2017.2.01.
7. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 38: Nobel Prize Laureates in Physics for 2005-2010. *Electrical engineering & electromechanics*, 2017, no. 3, pp. 3-15. doi: 10.20998/2074-272X.2017.3.01.
8. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 39: Nobel Prize Laureates in Physics for 2011-2015. *Electrical engineering & electromechanics*, 2017, no. 4, pp. 3-9. doi: 10.20998/2074-272X.2017.4.01.
9. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / Отв. ред. В.К. Тартаковский. – К.: Наукова думка, 1989. – 864 с.
10. Большой иллюстрированный словарь иностранных слов. – М.: Русские словари, 2004. – 957 с.
11. https://www.gazeta.ru/science/2016/10/04_a_10229453.shtml.
12. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2016/summary>.
13. https://elementy.ru/novosti_nauki/433128/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2017.
14. <https://lenta.ru/news/2017/10/03/nobelprizeinphysics>.
15. Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике: Монография в 4-х томах. Том 2. – Х.: НТМТ, 2013. – 333 с.
16. Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике: Монография в 4-х томах. Том 1. – Х.: НТМТ, 2011. – 311 с.
17. <https://fakty.ua/246875-obyavleny-laureaty-nobelevskoj-premii-po-fizike-za-2017-god>.
18. <https://www.popmech.ru/science/390252-nobelevskaya-premiya-po-fizike-2017-gravitacionnye-volny>.
19. https://elementy.ru/novosti_nauki/433343/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2018.
20. https://elementy.ru/novosti_nauki/433548/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2019.
21. Чолаков В. Нобелевские премии. Ученые и открытия: Пер. с болг. / Под ред. А.Н. Шамина. – М.: Мир, 1986. – 368 с.
22. <https://www.bbc.com/russian/news-49960797>.

REFERENCES

1. Available at: https://elementy.ru/novosti_nauki/432847/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2016 (accessed 15 May 2018). (Rus).
2. Baranov M.I. *Antologija vydajushhhsja dostizhenij v nauke i tehnikе: Monografija v 4-h tomah. Tom 4* [An anthology of the distinguished achievements in science and technique: Monograph in 4 vols. Vol. 4]. Kharkiv, PhPB Panov A.N. Publ., 2016. 415 p. (Rus).
3. Available at: <https://lenta.ru/news/2017/10/03/nobelprizeinphysics> (accessed 23 June 2018). (Rus).
4. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 35: Nobel Prize Laureates in Physics for 1990-1994. *Electrical engineering & electromechanics*, 2016, no. 6, pp. 3-8. doi: 10.20998/2074-272X.2016.6.01.
5. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 36: Nobel Prize Laureates in Physics for 1995-1999. *Electrical engineering & electromechanics*, 2017, no. 1, pp. 3-9. doi: 10.20998/2074-272X.2017.1.01.
6. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 37: Nobel Prize Laureates

in Physics for 2000-2004. *Electrical engineering & electromechanics*, 2017, no. 2, pp. 3-12. doi: 10.20998/2074-272X.2017.2.01.

7. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 38: Nobel Prize Laureates in Physics for 2005-2010. *Electrical engineering & electromechanics*, 2017, no. 3, pp. 3-15. doi: 10.20998/2074-272X.2017.3.01.

8. Baranov M.I. An anthology of the distinguished achievements in science and technique. Part 39: Nobel Prize Laureates in Physics for 2011-2015. *Electrical engineering & electromechanics*, 2017, no. 4, pp. 3-9. doi: 10.20998/2074-272X.2017.4.01.

9. Kuz'michev V.E. *Zakony i formuly fiziki* [Laws and formulas of physics]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1989. 864 p. (Rus).

10. *Bol'shoj illjustrirovannyj slovar' inostrannyh slov* [Large illustrated dictionary of foreign words]. Moscow, Russkie slovari Publ., 2004. 957 p. (Rus).

11. Available at: https://www.gazeta.ru/science/2016/10/04_a_10229453.shtml (accessed 15 May 2018). (Rus).

12. Available at: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2016/summary> (accessed 16 June 2018). (Rus).

13. Available at: https://elementy.ru/novosti_nauki/433128/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2017 (accessed 26 June 2018). (Rus).

14. Available at: <https://lenta.ru/news/2017/10/03/nobelprizeinphysics> (accessed 25 April 2018). (Rus).

15. Baranov M.I. *Antologiya vydaiushchikhsia dostizhenii v nauke i tekhnike: Monografiya v 4-kh tomakh. Tom 2.* [An anthology of outstanding achievements in science and technology: Monographs in 4 vols. Vol. 2]. Kharkov, NTMT Publ., 2013. 333 p. (Rus).

16. Baranov M.I. *Antologiya vydaiushchikhsia dostizhenii v nauke i tekhnike: Monografiya v 4-h tomakh. Tom 1.* [An anthology of outstanding achievements in science and technology: Monographs in 4 vols. Vol. 1]. Kharkov, NTMT Publ., 2011. 311 p. (Rus).

17. Available at: <https://fakty.ua/246875-obyavleny-laureaty-nobelevskoj-premii-po-fizike-za-2017-god> (accessed 06 April 2018). (Rus).

18. Available at: <https://www.popmech.ru/science/390252-nobelevskaya-premiya-po-fizike-2017-gravitacionnye-volny> (accessed 16 October 2018). (Rus).

19. Available at: https://elementy.ru/novosti_nauki/433343/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2018 (accessed 20 September 2018). (Rus).

20. Available at: https://elementy.ru/novosti_nauki/433548/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2019 (accessed 10 November 2018). (Rus).

21. Cholakov V. *Nobelevskie premii. Uchenye i otkrytiya* [Nobel Prizes. Scientists and discovery]. Moscow, Mir Publ., 1986. 368 p.

22. Available at: <https://www.bbc.com/russian/news-49960797> (accessed 11 May 2018). (Rus).

Баранов Михаил Иванович, д.т.н., гл.н.с.,
НИПКИ «Молния»

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
61013, Харьков, ул. Шевченко, 47,
тел/phone +380 57 7076841,
e-mail: baranovmi@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 53: Nobel Prize Laureates in Physics for 2016-2019.

Purpose. Brief presentation of the distinguished achievements of Nobel Prize Laureates in physics for current time period of 2016-2019. **Methodology.** Scientific methods of collection, analysis and analytical treatment of scientific and technical information of world level in area of astronomy, astrophysics, physicists of the condensed environments, laser physics, modern theoretical and experimental physics. **Results.** The brief analytical review of the scientific discovery and distinguished achievements of scientists-physicists in area of modern physical and technical problems which were marked the Nobel Prizes in physics for the period 2016-2019 is presented. In the number of such discovery and achievements of the best representatives of world scientific association entered: theoretical discovery of topology phase transitions and topology phases of matter, experimental discovery of gravity waves, revolutionary inventions in area of laser physics, astronomic discovery and contribution to our understanding of evolution of Universe and place of Earth in space. **Originality.** Systematization and analytical exposition is executed in short concentrated and accessible to the wide reader to the form of the known scientific and technical materials, awarded with the Nobel Prizes in physics for current time period of 2016-2019 and devoted to: the theoretical openings of topology phase transitions and topology phases of matter, experimental opening of gravity waves, revolutionary inventions in area of laser physics, astronomic discovery and contribution to our understanding of evolution of Universe and place of Earth in space. **Practical value.** Popularization and deepening of scientific and technical knowledge for students, engineer and technical specialists and research workers in area of astronomy, astrophysics, physicists of the condensed environments, laser physics, modern theoretical and experimental physics, extending their scientific range of interests and further development of scientific and technical progress in human society. References 22, figures 14.

Key words: Nobel prize on physics, distinguished scientific and technical achievements, theoretical discovery of topology phase transitions and topology phases of matter, experimental discovery of gravity waves, revolutionary inventions in area of laser physics, astronomic discovery and contribution to our understanding of evolution of Universe and place of Earth in space.

Поступила (received) 27.11.2019