

DOI: 10.19181/sntp.2021.3.4.19

## ИСТОРИЯ НАУКИ КАК «ИСТОРИЯ РЕДКОСТНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ МЫСЛИ И НАУЧНОЙ РАБОТЫ... ВРОДЕ АРХИМЕДА И НЬЮТОНА»

**Визгин Владимир Павлович<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Институт истории естествознания и техники  
им. С.И. Вавилова РАН,  
Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются научно-биографический подход к истории науки и особенно его вариант, который можно назвать методом персонификации истории. Оба метода были предложены С. И. Вавиловым и связаны с его пониманием истории науки как «последовательности редкостных флуктуаций мысли и научной работы... вроде Архимеда и Ньютона». Метод персонификации истории иллюстрируется на ряде масштабных фрагментов истории физики XIX и XX вв. Рассматривается пять случаев такой персонификации. Прежде всего это случай Г. Монжа, олицетворявшего науку и технику революционной Франции (проанализированный самим Вавиловым). Два случая относятся к двум научным революциям в физике XX в. (к квантово-релятивистской – случай А. Эйнштейна и к калибровочно-полевой – М. Гелл-Манна). И, наконец, два случая персонификации истории отечественной физики. В первом рассматривается не одна, а две противоположные по сути ключевые фигуры русской физики накануне научной революции: Н. А. Умов и П. Н. Лебедев. Второй случай – это сам С. И. Вавилов, во многом олицетворявший развитие советской физики в первой половине XX в.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

научно-биографический подход, метод персонификации истории, Г. Монж и наука революционной Франции на рубеже XVIII и XIX вв., А. Эйнштейн и квантово-релятивистская революция, М. Гелл-Манн и калибровочная революция, Н. А. Умов, П. Н. Лебедев, С. И. Вавилов и физика в России и СССР

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

*Визгин В. П.* История науки как «история редкостных флуктуаций мысли и научной работы... вроде Архимеда и Ньютона» // Управление наукой: теория и практика. Т. 3, № 4. С. 207–226.

DOI: 10.19181/sntp.2021.3.4.19

*Эпиграф*

История науки – это история редкостных флуктуаций мысли и научной работы, вовсе не усредняющихся с общей статистикой. Наоборот, именно статистическая средняя бездарных, бесцветных научных работ почти не имеет никакого значения. Редкие флуктуации вроде Архимеда и Ньютона становятся исходным пунктом дальнейших флуктуаций и т. д. Т. е. история науки – это история редчайших флуктуаций, развивающихся одна за другой и направленных в одну сторону.

*С. И. Вавилов [1, с. 170]*

## ВВЕДЕНИЕ

**И**дея рассмотрения истории развития науки, прежде всего физики, как однонаправленной последовательности выдающихся исследователей и их главных научных достижений, отчётливо сформулированная С. И. Вавиловым в его дневниковых записях 1943 г. (см. эпиграф), так или иначе затрагивалась им и ранее, начиная с середины 1930-х гг. [2]. Наиболее полно она была реализована в статье «Физика», написанной для «Большой советской энциклопедии» (1935) [3]. Основные этапы развития физики в этой статье фокусируются на таких «редчайших флуктуациях», как Архимед, Коперник, Кеплер, Галилей, Ньютон, Фарадей, Максвелл и Эйнштейн. Обращение к научным биографиям этих корифеев позволяет соединить историю научного знания с конкретными психологическими, культурными и социальными факторами его формирования и развития. Эффективность такого подхода – назовём его научно-биографическим – продемонстрировал сам С. И. Вавилов на примере Ньютона и его вклада в фундаментальную физику, особенно в оптику. Он в разгар Великой Отечественной войны написал одну из лучших биографий Ньютона, прояснившей ряд ключевых моментов в истории оптики и механики [3]. С вавиловским подходом к истории науки как к последовательности масштабных «редчайших флуктуаций», вызванных усилиями именно корифеев науки, связана и его другая замечательная концепция, а именно «ошибочностная» концепция формирования научного знания, означающая, что «на ошибках вырастает наука» [1, с. 67] (см. также статью автора об этой идее С. И. Вавилова [2]). Науку творили корифеи, гении, но они были людьми, которым свойственно ошибаться, и Вавилов, вникая в достижения этих гениев, сталкивается с их ошибками, на которых вырастали их достижения. И в «Дневниках», и в ряде статей он подчёркивал эвристическую роль ошибок Галилея, Кеплера, Декарта, Ньютона, Эйлера, Ломоносова вплоть до его знаменитых современников, включая Майкельсона и Эйнштейна. То, что Вавилов делал упор на личности учёных, вовсе не означает, что он недооценивал роли коммуникативных и институциональных

аспектов, которые становились всё более существенными, начиная с XVIII в., но особенно в XIX и XX вв. В статье о науке во Франции во время Великой французской революции он подчёркивал значение Парижской политехнической школы, которую уже тогда называли «школой Г. Монжа», которая была не только новым и главным институтом революционной Франции, но в какой-то мере и своего рода прообразом научной школы в нынешнем её понимании [4].

В XX в. получилось так, что многие крупные физики и лидеры научного сообщества, особенно в СССР, оказались руководителями научных школ. Даже стало возможным говорить о научно-школьном подходе к истории отечественной физики XX в., на основе которого развитие физики в стране рассматривается как возникновение и последующие эволюция и ветвление научных школ [5]. Первыми такими школами в России и СССР были научные школы (далее – НШ) П. Н. Лебедева, затем четыре НШ, возникшие в 1920-е гг., – это школы А. Ф. Иоффе, Д. С. Рождественского, Л. И. Мандельштама и самого С. И. Вавилова. Позже от них отщепились (или сформировались более сложно) выдающиеся теоретические НШ Л. Д. Ландау, И. Е. Тамма, Н. Н. Боголюбова, А. А. Андропова и др., и экспериментальные НШ Д. В. Скобельцына, И. В. Курчатова, В. И. Векслера, В. Л. Левшина и др. Однако мы знаем немало выдающихся физиков, которые не были лидерами научных школ, причём не только на Западе, но и в СССР. И тогда научно-школьный подход приходится расширять до научно-биографического, по существу совпадающего с вавиловской концепцией «редкостных флуктуаций». В советской физике важную роль играли, например, такие «нешкольные» фигуры, как А. А. Фридман, Я. И. Френкель, В. А. Фок, П. Л. Капица, А. Д. Сахаров и др.

С. И. Вавилову же принадлежит и идея такого варианта научно-биографического подхода, когда значительный фрагмент истории науки, будь то важный период развития национальной науки, или формирование крупного научного направления, или даже основной вектор научной революции, как бы фокусируется в научной деятельности одного учёного. Именно с такого случая, рассмотренного самим Вавиловым (а именно, случая Г. Монжа), мы начинаем изучение этого варианта научно-биографического подхода, который также можно назвать «персонализацией истории». Затем последовательно, один за другим, обсудим ещё четыре случая: 1) Н. А. Умов в паре с П. Н. Лебедевым (здесь вместо одной фигуры приходится взять двух учёных), 2) А. Эйнштейн, 3) сам С. И. Вавилов и 4) американский теоретик 2-й половины XX в. М. Гелл-Манн, ключевая фигура в истории создания современной теории элементарных частиц. Своеобразной аномалией является первый случай, в котором из-за своеобразной полярности менталитета и научных традиций, присущих российским учёным конца XIX – начала XX вв., исследуется вместо одной персоны пара противоположных по сути фигур (в духе своеобразной дополнительности). Другой случай, относящийся к отечественной физике первой половины XX в., – С. И. Вавилов, который был важнейшей фигурой в становлении и развитии в СССР физики мирового уровня не столько благодаря своему значительному вкладу в оптику, сколько своему несомненному научно-организационному лидерству в советской

физике и науке в целом. Кстати говоря, этот случай тоже допускает своего рода «удвоение» в силу определённого противостояния московской и ленинградской (петербургской) науки. Второй (фигурой), соизмеримой по своему значению с москвичом Вавиловым, является ленинградец А. Ф. Иоффе. Два случая, относящихся к мировой теоретической физике, связаны с персонификацией двух научных революций: квантово-релятивистской (Эйнштейн) и «калибровочно-полевой» в теории элементарных частиц (Гелл-Манн). Для более полного описания квантово-релятивистской революции к Эйнштейну можно было бы добавить Н. Бора. Среди творцов стандартной модели трудно найти аналогичные или дополнительные Гелл-Манну фигуры (среди них – Р. Фейнман, Ч. Янг, С. Вайнберг, А. Салам). Закончим это Введение высказыванием Б. М. Кедрова пятидесятилетней давности о том, что в эпоху «большой науки» послевоенного периода роль личности продолжает оставаться очень важной: «Науку делают отдельные люди, учёные, и вне их деятельности нет никакой науки и её истории. Роль личности учёного, в котором сосредоточено влияние индивидуального фактора на развитие науки, продолжает оставаться огромной и в условиях современной “большой” науки с присущими ей коллективизмом и комплексным характером исследований» [6, с. 39–40]. Это вполне в духе идей С. И. Вавилова и остаётся верным и в нынешней «мегасайенсной» науке с её гигантскими коллайдерами и лазерными интерферометрами для регистрации гравитационных волн (и порою многими сотнями соавторов публикаций об открытиях, сделанных на подобных установках).

## **СЛУЧАЙ Г. МОНЖА: «ФОКУС НАУЧНОЙ ЖИЗНИ РЕВОЛЮЦИИ»**

Речь идёт о научной жизни во время Великой французской революции и последующей эпохи Наполеона. 28 июня 1939 г. в связи со 150-летием взятия Бастилии С. И. Вавилов выступил с докладом на Общем собрании АН СССР «Наука и техника в период Французской революции» [4, с. 176–190]. Именно в нём он впервые предложил идею персонификации значительного периода развития науки: «Необычайно извилистая цепь революционных событий, в том числе и в области науки, не может быть уложена в простую схему, и более правильное представление о революционном процессе в истории французской науки можно получить, сосредоточившись на одном участке, на одной жизни, если выбрать её достаточно верно» [4, с. 183]. И такую фигуру он находит: «Мне кажется, я не ошибусь, если скажу, что таким фокусом научной жизни революции была жизнь великого геометра Монжа... Мне неизвестно, чтобы кто-либо другой принял такое же прямое участие во всех перипетиях революции, как Монж; вот почему, вместо истории революционной науки, я предпочитаю самыми краткими и общими штрихами обрисовать жизненный путь Гаспара Монжа, геометра, металлурга и спасителя революционной Франции» [Там же]. Спасителем революционной Франции, вместе Л. Карно, К. Л. Бертолле и др., Г. Монж (1746–1818) стал потому, что, когда Комитет

общественного спасения поручил ему в 1793 г. организовать производство стали для изготовления ружей и пушек, он оперативно справился с этим. Кроме того, он активно участвовал и в производстве этого оружия, в получении пороха (вместе с Бертолле), в опытах с аэростатами. Вот, например, оценка его работы Комитетом (в декабре 1793 г.): «Гаспар Монж своими знаниями способствовал организации и ускорению производства ружей, доведя число их до 1000 в день в Париже» (цит. по [4, с. 185]). В это же время он занимается организацией знаменитой Парижской политехнической школы, решившей проблему подготовки квалифицированных военно-инженерных кадров для революционной Франции. При этом он продолжает работу в Комиссии мер и весов, которая разработала единую метрическую систему физических величин и «находится в самом очаге политической жизни», «разделяя общие настроения французского народа» [4, с. 184]. Но для понимания того, каким образом Монж стал одной из центральных фигур науки и техники революционной Франции, следует, по мнению С. И. Вавилова, рассмотреть всю его биографию, включающую и предшествующий период: «Жизнь Монжа до 14 июля 1789 г. – стандартная, спокойная и удачная жизнь учёного, слагающаяся из ряда обстоятельств, кажущихся случайными, но получающих огромное значение в революционные годы» [4, с. 183].

В молодые годы Монж попал в военно-инженерную школу в Мезьере в качестве картографа. Там он преподавал 20 лет и создал свои главные работы по начертательной и дифференциальной геометрии, также написал трактат по статике. Его научные заслуги были оценены очень высоко, и он уже в 1780 г. стал академиком. Начертательная же геометрия выросла у Монжа из фортификационных задач, которым в Мезьере уделялось особенное внимание. В своей книге по начертательной геометрии, ставшей впоследствии базовой инженерной дисциплиной, он подчёркивал её своеобразную двойственность и как чистой математики, и как прикладной науки для точного изображения пространственных тел на плоскости: «Она (начертательная геометрия. – В. В.) пригодна не только для того, чтобы развивать интеллектуальные способности великого народа, и, тем самым, способствовать усовершенствованию рода человеческого, но она необходима для всех работ, цель которых придавать телам определённые формы; и именно, главным образом, потому, что методы этого искусства до сих пор были мало распространены или даже совсем не пользовались вниманием, развитие промышленности шло так медленно» (цит. по [7, с. 69]). И, конечно, начертательная геометрия стала одной из главных наук, которые преподавались в Парижской политехнической школе. Важна была даже такая случайность, как женитьба Монжа на вдове владельца литейных мастерских, что привело Монжа к занятиям металлургией и неизбежному для этого обращению к физике и химии. Этот опыт пригодился ему в разгар революции, когда он готовил свои руководства по металлургии и производству пушек, а также читал в Академии наук соответствующие курсы (вместе с Бертолле). Позже он подружился с Наполеоном, который его очень ценил и привлекал к участию в своих походах (экспедициях) в Италию, на Мальту, в Египет и Сирию [8].

Возвращаясь к любимому детищу Монжа – Парижской политехнической школе, которую в те годы именовали «школой Монжа», обратим внимание на

то, что ему удалось привлечь к преподаванию в ней чуть ли всех французских звёзд математики и механики (Лагранжа, Лапласа, Л. Карно, Прони, а также более молодых гениев – Фурье, Ампера и др.), которым удалось соединить систему образования с научным исследованием [7; 9]. И самая современная математика, а именно математический анализ и дифференциальные уравнения, играли в этом синтезе важнейшую роль. Конечно, «школа Монжа» стала кузницей не только военных и гражданских инженеров, но и десятков выдающихся учёных (выпускниками школы были математики и механики Пуансо, Пуассон, Понселе, Кориолис, Навье, Дюпен, Коши, а также физики Гей-Люссак, Малюс, Био, Дюлонг, Пти, Френель, сын Л. Карно – С. Карно и др.). Спустя 30–35 лет после революции в физике, а именно в самом начале 1820-х гг., фактически свершилась «французская революция в физике» [10; 11]. Её безусловными лидерами, осуществившими антимеханистический и математико-аналитический прорыв в оптике, электричестве и магнетизме, теории теплоты, стали преподаватели и выпускники Политехнической школы – Фурье, Ампер, Френель и С. Карно. А стоявший у истоков этого процесса Г. Монж как раз накануне этой революции умер (в 1818 г.). Таким образом, заключил свой анализ С. И. Вавилов, «жизнь Монжа – это воплощённая в одном лице история французской науки в революционное время» [1, с. 188]. И далее: «Революция (Великая французская. – В. В.) в корне изменила систему научно-технического образования, поставив его на рельсы современного естествознания и техники и в соответствии с потребностями государства. Результатом явилась та блестящая плеяда учёных во всех разделах естествознания, которая позволила Франции первой половине XIX в. занять ведущее положение в Европе в научном отношении и поднять всю мировую науку в целом. Необычайный расцвет наук в XIX в. во всём мире в значительной степени был последствием французского революционного взрыва» [1, с. 189]. В физике этот расцвет, связанный с созданием классической физики В. Томсона, Р. Клаузиуса, Г. Гельмгольца, Дж. К. Максвелла, Л. Больцмана и др., был бы невозможен без свершившейся в начале 1820-х гг. французской революции в физике, у истоков которой стоял Г. Монж и его «школа».

### **СЛУЧАЙ Н. А. УМОВА И П. Н. ЛЕБЕДЕВА: «БИПОЛЯРНЫЙ» ХАРАКТЕР ПОЛОЖЕНИЯ ФИЗИКИ В РОССИИ КАК ОТРАЖЕНИЕ ПОЛЯРНОСТИ ТИПА РУССКОГО ФИЗИКА НА РУБЕЖЕ XIX И XX вв.**

Далеко не всегда в истории науки удаётся реализовать идею историко-научной фокусировки в одной характерной фигуре, как в случае Монжа. Но бывает так, что достаточно двух таких фигур, чтобы относительно полно описать историко-научную ситуацию. Одна из таких ситуаций связана с изучением важнейшего периода развития отечественной физике на рубеже XIX и XX веков, накануне и в начале квантово-релятивистской революции. Российская физика этого периода была бицентрической и концентрировалась главным образом в Москве и Петербурге. При этом, если Петербург лидировал в об-

разовательном плане, то Москва его явно опережала в исследовательском отношении. Достижения мирового уровня в 1870–1900-е гг., как мы знаем, принадлежат москвичам Н. А. Умову (1846–1915) и П. Н. Лебедеву (1866–1912), которые до некоторой степени были учениками тоже крупного физика, исследователя фотоэффекта А. Г. Столетова. Именно этих двух фигур (Умова и Лебедева), во многом противоположных по научному облику, оказывается достаточно, чтобы «персонифицированно» охарактеризовать российскую физику рубежа веков. Умов в 1874 г. разработал учение о движении и локализации энергии для непрерывных механических сред, которое концептуально совпадало с аналогичной теорией для электромагнитного поля. Последнее было сделано Дж. Пойнтингом через 11 лет после этого; ни он, ни последующие исследователи этой проблемы не знали о работе Умова. К тому же и в России она не была понята и оценена по достоинству, и Умов в дальнейшем занимался другими вещами. В этом случае можно говорить о своего рода трагедии непризнания выдающегося теоретического результата. В 1890-е и последующие годы он был не только ведущей фигурой в области теоретической и математической физики, но и одним из лидеров физического и образовательного сообществ в целом. П. Н. Лебедев прославился благодаря своим блистательным экспериментам по измерению сил светового давления (в 1899 г. – на твёрдые тела и в 1907 г. – на газы). Его достижение сразу же было оценено по достоинству; он дважды выдвигался на Нобелевскую премию – в 1905 и 1912 гг. (и он скорее всего получил бы эту премию, если бы скоропостижно не умер в 1912 г.). Представим в виде таблицы характерные черты этих лидеров российского физического сообщества, как правило, противоположные по сути, которые важны и для понимания положения дел в российской физике этого периода (подробно эта полярность описана в статьях автора [12, 13], откуда заимствована эта таблица).

Таблица 1

Характерные черты полярных типов учёных на примере Н. А. Умова и П. Н. Лебедева

<b>Н. А. Умов</b>	<b>П. Н. Лебедев</b>
В основном теоретик	Экспериментатор
Трагедия непризнания основного научного достижения	Быстрое и всеобщее признание основного достижения в России и мире
Ориентация на национальное научное сообщество	Ориентация на мировое научное сообщество
Естествоиспытатель и «первейший русский физик-философ»	Физик, не склонный к философии
Не связан с какой-либо научной школой	Вышел из школы А. Кундта, создатель школы мирового уровня
Блестящий лектор, один из лидеров образовательного сообщества	«Не любил лекций», руководитель научного семинара
Активная организационная и общественная деятельность	Организационная активность только в связи со своей школой

Несколько пояснений к этой таблице. Об ориентации Умова на национальное научное сообщество достаточно выразительно говорит фрагмент его письма к секретарю Общества им. Х. С. Леденцова Н. Ф. Чарновскому (Умов был одним из главных организаторов этого Общества содействия успехам опытных наук и их практических применений, поддержавшего, в частности, П. Н. Лебедева и его учеников после его ухода из университета в 1911 г.): «Наше общество имеет задачей содействие опытным наукам и прежде всего русской науке и учёным... Вместо того чтобы наши учёные рассовывали свои статьи по иностранным журналам, подвергались разным случайностям, выбрасывая вместе с тем свои работы из среды русской научной литературы, не лучше ли нам самим, не пользуясь услугами, иногда сомнительными, иностранных комиссионеров, издавать в России журнал на иностранных языках... Ведь это тоже своего рода избавление русского учёного от иностранного засилья» (цит. по [14, с. 303]). Об ориентации П. Н. Лебедева на мировое научное сообщество говорит и то, что первые сообщения об измерении им светового давления он сделал сначала в Физическом обществе в Лозанне, а затем в Париже на Международном физическом конгрессе, и то, что он в письме к своему ученику Н. П. Кастерину писал о работе по звуковому давлению (1902): «Я не прошу, а *молю* Вас... теперь же напечатать Ваши результаты на каком-нибудь цивилизованном языке» [15, с. 202].

«Первейшим русским физиком-философом» Умова назвал О. Д. Хвольсон. Умову принадлежит ряд текстов по физической картине мира, начальной стадии квантово-релятивистской революции в физике, эволюционной проблематике на стыке физики, биологии и философии и связанной с ней «жизнеохранительной» этике. «Естествоиспытательство» Умова как раз и заключалось в его попытках соединить физику, биологию и даже этику, кроме того, он, будучи теоретиком, занимался и экспериментальными исследованиями. Лебедев же был физико-экспериментатором европейского уровня, не склонным ни к выходу за пределы физики (и астрофизики), ни к философии. Конечно, у Умова были ученики, но научной школы он не создал, был скорее «индивидуальным» исследователем, не будучи связанным с какой-либо научной школой в молодые годы. Лебедев же и формировался в экспериментальной школе А. Кундта в Страсбурге, и вошёл в историю отечественной физики не только как первооткрыватель светового давления, но и как создатель и лидер первой отечественной научной школы в области экспериментальной физики мирового значения. Возможно, эта «полярность – противоположность» двух корифеев русской физики на рубеже XIX и XX вв. является отражением полярного характера российского сознания в целом [16], и при этом является персонифицированным выражением «полярной ситуации» в российской физике на рубеже XIX и XX вв. Подчеркнём также, что большинство известных российских физиков этого и последующего периода тяготеют либо к умовскому (Д. И. Менделеев, О. Д. Хвольсон и др.), либо к лебедевскому (А. А. Эйхенвальд, Д. С. Рождественский и др.) типам, либо представляют собой некоторую комбинацию этих типов. Иначе говоря, «Умов» и «Лебедев» являются как бы базисными векторами в «пространстве типов учёных». Стоит заметить в заключение, что при всей противополож-

ности образов Умова и Лебедева им было свойственно немало общего: ярко выраженный исследовательский императив, понимание особой важности фундаментальной науки, позитивное восприятие квантово-релятивистской революции, соединение их главных достижений в релятивистском учении об энергии и импульсе, совместное участие в создании Физического института при Московском университете.

## **СЛУЧАЙ А. ЭЙНШТЕЙНА: ПЕРСОНИФИКАЦИЯ КВАНТОВО-РЕЛЯТИВИСТСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ В ФИЗИКЕ**

Конечно, в научной революции в физике первой трети XX в. эксперимент играл важнейшую роль, иногда даже первостепенную, но именно теоретики, и в первую очередь Эйнштейн (1879–1955), раскрыли подлинно революционный характер происходящего. К середине и концу 1920-х гг. теоретические основы новой физики, её парадигма, свелись к двум теориям относительности (специальной, СТО, и общей, ОТО), а также к квантовой теории (квантовой механике и квантовой теории поля). И этот квантово-релятивистский фундамент остаётся незыблемым до сих пор. В создании релятивистской части этого фундамента решающая роль Эйнштейна достаточно очевидна. Но и в разработке квантовой теории, как выясняется, он, наряду с М. Планком, Н. Бором и творцами квантовой механики (В. Гейзенбергом, М. Борном, П. Йорданом, Л. де Бройлем, Э. Шредингером, В. Паули и П. Дираком), сыграл весьма заметную роль [17; 18; 19]. Он первым интерпретировал кванты света как реальные частицы, являющиеся сгустками энергии, которые он затем наделил и определённым импульсом. Он ввёл корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения, а также независимо от Бозе создал квантовую статистику для частиц с целочисленным спином. Одна из лучших научных биографий Эйнштейна, написанная А. Пайсом, является, по существу, введением в историю теоретической физики XX в. и, прежде всего, в её начальную стадию, связанную с квантово-релятивистской революцией (добавим, что работа Эйнштейна по броуновскому движению помогла Ж. Перрену доказать в 1909 г. реальность атомов и молекул) [17].

Даже ошибки Эйнштейна, а именно неприятие им общепринятой – вероятностной и копенгагенской – интерпретации квантовой механики и более чем тридцатилетние, казалось бы, бесплодные усилия на пути к единой геометрической теории гравитационного и электромагнитного полей (тогдашнего варианта «теории всего»), были поучительны и важны в развитии теоретической физики XX в. Истоки масштабных теоретических прорывов Эйнштейна, сопряжённых с его ошибками и блужданиями, органически переплетаются с фактами его биографии и его контактами разного рода. На раннем этапе, в частности при создании СТО, – это его общение с друзьями – М. Соловиным, К. Габихтом, М. Бессо, Ф. Адлером, М. Гроссманом (и даже обсуждение особенностей СТО с собственной женой Милевой Марич) – и, конечно, с уже тогда одним из признанных лидеров теоретической физики М. Планком, сразу высоко оценившим первые работы Эйнштейна по СТО, квантовой теории фо-

тоэфекта и броуновскому движению (1905) и опубликовавшим их в главном немецком физическом журнале *Annalen der Physik*. В 1906–1907 гг. Планк и сам внёс существенный вклад в СТО, разработав релятивистскую механику. При разработке ОТО, помимо того же математика Гроссмана, Эйнштейн встречался и дискутировал (или полемизировал заочно в публикациях или переписке) с рядом физиков – М. Абрагамом, Г. Нордстремом, А. Зоммерфельдом, П. Эренфестом, астрономом Э. Фрейндлихом, математиками Г. Пиком, и особенно геттинггенцами Д. Гильбертом и Ф. Клейном. Важными в научно-творческом плане были для него и переезды из Берна в Прагу, а затем в Цюрих, а после Цюриха в Берлин, где он стал членом Прусской академии наук, профессором Берлинского университета и директором Физического института им. кайзера Вильгельма. Там же в разгар Первой мировой войны Эйнштейн в напряжённом соревновании с Гильбертом завершает создание ОТО (на основе которой закладывает в 1917 г. фундамент релятивистской космологии, а именно статической модели Вселенной). В 1920-е гг. он – признанный корифей теоретической физики: ОТО триумфально подтверждена в 1919 г. наблюдениями солнечного затмения группами А. Эддингтона и Э. Кроммелина, в 1922 г. Эйнштейн получает Нобелевскую премию, правда, скорее за кванты и фотоэффект, а не за теорию относительности, с 1921 г. по 1923 г. он путешествует по всему миру с лекциями.

В это же время Эйнштейн, признав элегантными и перспективными отвергаемые им ранее единые геометрические теории гравитации и электромагнетизма Г. Вейля и Т. Калуцы, становится их приверженцем и лидером всего этого направления. Вначале геометрическая полевая программа привлекает физиков, но вскоре, особенно после создания квантовой механики и ряда неудачных конкретных проектов реализации этой программы Эйнштейном, он остаётся чуть ли не единственным, кто продолжает верить в неё и предлагать всё новые и новые варианты [20]. При этом геометрическую полевую программу он понимал не только как объединение классических гравитационного и электромагнитного полей с использованием того или иного расширения четырёхмерной римановой геометрии, но и как возможность получения частицеподобных решений уравнений единого поля, обладающих квантовыми свойствами. Это также сочеталось у него с неприятием сложившейся к 1927 г. копенгагенской интерпретации квантовой механики, связанной с вероятностной трактовкой волновой функции и принципами неопределённости Гейзенберга и дополнительности Бора. В последних трёх случаях (статическая космология, единая геометрическая теория поля и неприятие копенгагенской трактовки квантовой механики) Эйнштейн ошибался, но даже эти ошибки и дискуссии, им сопутствующие, были во многом эвристичными и даже иногда провидческими. Это касается и введения космологической постоянной, которую Эйнштейн ввёл для обеспечения статичности Вселенной и которое после триумфа теории расширяющейся Вселенной считал своей самой большой ошибкой, но именно это введение позволило описать открытое на рубеже XX и XXI вв. ускоренное расширение Вселенной. Это касается и геометрической полевой программы синтеза физики, которая тоже во многом была эвристична, в частности, она существенно повлияла на калибровочно-полевую программу

объединения трёх фундаментальных взаимодействий микромира. И даже его настойчивые попытки доказать неполноту копенгагенской интерпретации квантовой механики не только способствовали уяснению этой интерпретации, но и привели, прежде всего в связи с парадоксом Эйнштейна, Подольского, Розена, к концепции «запутанных» состояний и её приложениям [19; 21]. И даже основные проблемы, стоящие перед нынешней физикой, – эйнштейновские по своему существу: это построение единой теории четырёх фундаментальных взаимодействий и синтез ОТО с квантовой теорией.

## **СЛУЧАЙ С. И. ВАВИЛОВА: ПЕРСониФИКАЦИЯ СОВЕТСКОЙ ФИЗИКИ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XX в.**

Этот случай близок к случаю Монжа, который открыл и исследовал сам С. И. Вавилов. Если Монжа можно рассматривать как персонификацию научной жизни революционной Франции, то С. И. Вавилов «персонифицирует» научную жизнь революционной и послереволюционной России и СССР (правда, в основном в области физики в 1920–1940-е гг.). Второй такой фигурой, соизмеримой по своему значению, был А. Ф. Иоффе. Здесь мы ограничимся кратким рассмотрением деятельности С. И. Вавилова (1891–1951) [22; 23]. Он был выдающимся физиком-экспериментатором в области оптики нобелевского уровня. Его вклад в открытие и понимание излучения Вавилова–Черенкова, которое в 1958 г. было удостоено Нобелевской премии (её получили экспериментатор П. А. Черенков и теоретики И. Е. Тамм и И. М. Франк) был весьма значителен. С. И. Вавилов создал оптико-люминесцентную научную школу, был одним из зачинателей квантовой и нелинейной оптики. Но всё-таки главным его делом была научно-организационная сфера. Он вышел из научной школы П. Н. Лебедева. В 1920-е гг. сыграл важную роль в позитивном восприятии теории относительности и квантовой теории в стране. С. И. Вавилов создал уникальный физический центр, Физический институт АН СССР (с 1934 г. в Москве), ставший кузницей нобелевских лауреатов и рассадником множества выдающихся научных школ в области физики (Нобелевской премии по физике были удостоены фиановцы П. А. Черенков, И. Е. Тамм, И. М. Франк, Н. Г. Басов, А. М. Прохоров, В. Л. Гинзбург; к числу наиболее замечательных физических школ относятся научные школы Л. И. Мандельштама, породившая массу других школ, теоретическая школа И. Е. Тамма, оптико-люминесцентная школа самого С. И. Вавилова и др.). ФИАН уже в 1930-е гг. стал одним из главных центров ядерной физики в стране и сыграл важную роль в советском атомном проекте, а в его термоядерной части – определяющую: заслуги И. Е. Тамма, А. Д. Сахарова, В. Л. Гинзбурга и др. в этой сфере хорошо известны. И сам Вавилов был одним из главных инициаторов «мирного атома» в стране. В ленинградском Государственном оптическом институте (ГОИ), созданном Д. С. Рождественским, Вавилов с начала 1930-х гг. был заместителем директора по научной работе и там в течение ряда лет занимался квантовыми флуктуациями света. В 1945 г. он стал президентом АН СССР и в нелёгкие сталинские годы всячески способствовал

развитию современной фундаментальной физики, подвергавшейся идеологическому давлению. На примере С. И. Вавилова мы можем исследовать достаточно непростые проблемы взаимодействия науки и власти, науки и общества и другие родственные аспекты истории науки в СССР и тоталитарном государстве вообще. Уникальность С. И. Вавилова состояла ещё и в том, что он, можно сказать, на профессиональном уровне занимался историей и философией науки. Он стоял у истоков Института истории естествознания и техники, который уже давно носит его имя. Он понимал важность этого гуманитарного аспекта физики и науки в целом. Изданные сравнительно недавно «Дневники» С. И. Вавилова [1; 24] говорят о том, какой сложной и драматичной была его жизнь (этот драматизм усиливался ещё и тем, что его брат, выдающийся биолог Н. И. Вавилов был репрессирован и погиб заключении в 1943 г.), какие глубокие философские, психологические, этические и даже религиозные искания мучали его (об этом подготовлена к печати интересная монография А. В. Андреева «Грёзы президента» [25]). Можно предположить, что его коммуникативные и организационные таланты были связаны со сложностью и нравственной глубиной его личности. Добавим также, что именно в «Дневниках» С. И. Вавилов сформулировал свои замечательные идеи об истории науки как последовательности редкостных флуктуаций научной мысли (вроде Галилея, Ньютона или Эйнштейна и их открытий – изобретений) и о том, что «на ошибках вырастает наука», и примерно тогда же в своём юбилейном докладе, посвящённом Великой французской революции, на примере Г. Монжа разработал идею персонификации истории науки, в данном случае науки в революционной Франции. В уже рассмотренных нами «случаях» видно, как эти идеи органично переплетаются между собой.

## **СЛУЧАЙ М. ГЕЛЛ-МАННА: ПЕРСОНИФИКАЦИЯ СОЗДАНИЯ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ В ФИЗИКЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ (1954–1974)**

Современная теория элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий между ними была разработана в течение двадцати лет (1954–1974) в тесном сотрудничестве многих десятков теоретиков со многими сотнями экспериментаторов. Эта теория до сих пор обычно именуется стандартной моделью, а её создание справедливо оценивается как научная революция в физике, соизмеримая по своему значению с квантово-релятивистской революцией первой трети XX в. Множество новых частиц, открытых в послевоенные годы в опытах на ускорителях и при изучении космических лучей, удалось свести к небольшому числу фундаментальных частиц (кварков и лептонов) и трём фундаментальным взаимодействиям между ними, которые реализуются через посредство векторных бозонов, имеющих родственную, а именно калибровочную, природу (безмассовых фотона и глюонов, а также массивных  $W$  и  $Z$  – частиц, приобретающих массу с помощью ещё одного массивного нейтрального скалярного бозона, так называемого бозона Хиггса). Из двух-трёх десятков теоретиков, внёсших наибольший вклад в создание стандартной

модели (СМ) и в большинстве своём удостоенных Нобелевской премии, явно выделяется одна ведущая фигура – это американский физик М. Гелл-Манн (1929–2019). Пожалуй, он был единственным, кто с самого начала на протяжении более двадцати лет вплоть до завершающей стадии построения СМ был своеобразным лидером в этой области. Ему же принадлежит наибольшее количество результатов, связанных с поворотными моментами на пути к СМ [26; 27]. По-видимому, только его (из всей плеяды творцов СМ) называли великим физиком, конгениальным Эйнштейну [28]. Хроника его научной жизни во многом совпадает с основными событиями и поворотными моментами в истории создания стандартной модели [29]. Уже в самом начале 1950-х гг. Гелл-Манн почти одновременно с японским теоретиком К. Нишиджимой ввёл новое квантовое число «странность» и соответствующий закон сохранения для объяснения парного рождения гиперонов и  $K$ -мезонов. Примерно тогда же (1954 г.) вместе с Ф. Лоу он применил метод ренорм-группы (ренорм-групповое уравнение Гелл-Манна–Лоу) для доказательства парадоксального обращения в нуль заряда электрона в квантовой электродинамике, но, в отличие от Л. Д. Ландау и И. Я. Померанчука, не сделал из этого радикального вывода о крахе квантово-полевой программы. В основополагающих работах Ч. Янга и Р. Миллса, а также Дж. Сакураи по неабелевым калибровочным полям и их применению к сильным взаимодействиям есть ссылки на важные работы Гелл-Манна. В 1957 г. он вместе с Р. Фейнманом построил теорию слабых взаимодействий (так называемую теорию  $V-A$ - взаимодействий), после чего появились реальные надежды на создание единой теории электромагнитного и слабого взаимодействий. В 1961 г. он и израильский теоретик Ю. Неэман открыли глобальную симметрию сильных взаимодействий, связанную с группой  $SU(3)$ . Гелл-Манн назвал эту концепцию «восьмеричным путём» по аналогии с восьмеричным путём буддистов, путём избавления от страданий и достижения нирваны, состоящим из восьми правил, а также потому, что на её основе удавалось упорядочить сильновзаимодействующие частицы (адроны) прежде всего по октетам, соответствующим восьмеричным представлениям группы  $SU(3)$ . После того, как экспериментально было подтверждено существование предсказанной восьмеричным путём новой частицы (омега-минус – гиперона), правильность и перспективность этой модели получили общее признание. Затем, в 1964 г., Гелл-Манн и независимо Дж. Цвейг, продолжая изучать представления группы  $SU(3)$ , пришли к выводу о существовании фундаментального триплетного представления, которое они отождествили с тремя фундаментальными частицами с дробными зарядами, из которых должны были состоять адроны. Гелл-Манн назвал их кварками, Цвейг – тузами, закрепилось первое название. Последующий путь к СМ, по крайней мере, той её части, которая касалась сильных взаимодействий, заключался в осмыслении кварковой модели. И снова Гелл-Манну вместе с сотрудниками, в первую очередь с немецким физиком Х. Фричем, удалось в 1971–1973 гг. совершить решающий прорыв, перейдя к локально-калибровочному расширению группы  $SU(3)$  и введя понятие «цвета». В результате была построена теория кварков и глюонов, названная позже квантовой хромодинамикой. Здесь, впрочем, очень важным было введение Д. Гроссом, Ф. Вильчеком и Х. Политцером в 1973 г. понятия асимптотиче-

ской свободы. Чуть ли не во всех поворотных событиях в истории создания СМ, таким образом, Гелл-Манн был одной из ключевых фигур. Подчеркнём одну уникальную особенность его лидерства, о которой было сказано в одном из некрологов Гелл-Манну, скончавшемуся в 2019 г.: «Случилось так, что крупнейшие результаты Гелл-Манна были одновременно и независимо получены другими физиками (или, добавим, в соавторстве с другими теоретиками. – В. В.). В новейшей истории фундаментальной физики ни о чём нельзя сказать «только Гелл-Манн», но зато о многом – «Гелл-Манн и коллеги». Не так уж удивительно для человека, который на четверть века оседлал гребень волны второй физической революции XX столетия» [30].

## ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Рассмотренные «случаи» показывают, насколько важным и интересным является вавилонский метод «персонификации истории». С ним хорошо сочетаются и его другие историко-научные концепции, прежде всего, его представление об истории науки как последовательности «редкостных флуктуаций мысли и научной работы» и его же «ошибочностная» концепция развития научного знания. Вместе с тем, начиная со второй половины XX в., даже деятельность теоретиков становится всё более массовой. Имея в виду историю создания стандартной модели (случай Гелл-Манна), другой участник событий – Ф. Вильчек – говорил в своей Нобелевской лекции: «Понимание было достигнуто благодаря значительным международным усилиям тысяч людей, работавших в течение десятилетий, конкурирующих в малом и объединявших усилия ради главного, постоянно соблюдавших правила открытости и честности» [31, с. 793]. Здесь на передний план выходят социологические и этические аспекты науки, и соответствующий подход становится как бы дополнительным (в духе принципа дополненности Н. Бора) к индивидуально-личностному методу «персонификации истории».

И последнее. Научно-биографический подход (и метод «персонификации истории», в частности) весьма полезен в учебно-образовательном процессе. Сошлёмся на учебное пособие «История физики в контексте культуры: люди науки», в котором, по словам авторов, «реализована идея рассмотрения истории физики в контексте взаимодействия науки и культуры через историко-биографический компонент физической науки на примере отдельных личностей, живших и работавших в различные исторические эпохи в разных странах мира» [32, с. 5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов С. И. Дневники, 1909–1951: в 2 кн. / Сост. В. В. Вавилова, ред.-сост. Ю. И. Кривоносов, отв. ред. В. М. Орел. Кн. 2. М. : Наука, 2016. 605 с.
2. Визгин В. П. С. И. Вавилов: «...на ошибках вырастает наука» // Исследования по истории физики и механики. 2016–2018. М. : Янус-К, 2019. С. 287–318.

3. *Вавилов С. И.* Исаак Ньютон (1943) // Вавилов С. И. Собрание сочинений. Т. 3. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1956. С. 288–467.
4. *Вавилов С. И.* Наука и техника в период Французской революции // Вавилов С. И. Собрание сочинений. Т. 3. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1956. С. 176–190.
5. *Визгин В. П.* Научные школы в истории отечественной физики / В. П. Визгин, А. В. Кессених // Исследования по истории физики и механики. 2014–2015. М. : Янус-К, 2016. С. 177–206.
6. *Кедров Б. М.* История науки и принципы её исследования // Труды XIII Международного конгресса по истории науки. Москва, 1971 г. Пленарные заседания. М. : Наука, 1974. С. 39–40.
7. *Боярский П. В.* Ecole Polytechnique. Развитие механики во Франции в конце XVIII и начале веков. М. : Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН, 1997. 198 с.
8. *Араго Ф.* Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров. Т. 1 / Пер. Д. Перевощикова. 2-е изд. Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 496 с.
9. *Клейн Ф.* Лекции о развитии математики в XIX столетии. Т. 1. М. : Физматлит, 1989. 456 с.
10. *Визгин В. П.* Математика в классической физике // Физика XIX–XX вв. в общенаучном и социокультурном контекстах: Физика XIX века / Отв. ред. В. П. Визгин, Л. С. Полак. М. : Наука, 1995. С. 6–72.
11. *Визгин В. П.* «Пока предмет не назван, он непонятен нам»: об именовании историко-научных феноменов // Вопросы истории естествознания и техники. 2017. Т. 38, № 1. С. 9–23.
12. *Визгин В. П.* Н. А. Умов и П. Н. Лебедев: социокультурный тип русского учёного-физика на рубеже XIX и XX вв. (Ч. 1) // Исследования по истории физики и механики. 1998–1999. М. : Наука, 2000. С. 153–180.
13. *Визгин В. П.* Н. А. Умов и П. Н. Лебедев: социокультурный тип русского учёного-физика на рубеже XIX и XX вв. (Ч. 2. П. Н. Лебедев) // Исследования по истории физики и механики. 2000. М. : Наука, 2001. С. 35–50.
14. *Гуло Д. Д.* Николай Алексеевич Умов. М. : Наука, 1971. 128 с.
15. Научная переписка П. Н. Лебедева / Сост. Е. И. Погребысская. М. : Наука, 1990. 502 с.
16. Полярность в культуре / Сост. В. Е. Багно, Т. А. Новичкова. СПб. : Канун, 1996. 427 с.
17. *Визгин В. П.* Кванты и релятивизм. К 130-летию со дня рождения Н. Бора // Вестник РАН. 2015. Т. 85, №12. С. 1123–1133.
18. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна / Пер. с англ. В. И. и О. И. Мацарских ; под ред. А. А. Логунова. М. : Наука, 1989. 589 с.
19. *Fox K. C.* Einstein: A to Z. Hoboken / K. C. Fox., A. Keck. New Jersey: J. Wiley, 2004.
20. *Визгин В. П.* Единые теории поля в первой трети XX в. М. : Наука, 1985. 304 с.
21. *Дамур Т.* Мир по Эйнштейну: От теории относительности до теории струн / Пер. с фр. М. : Альпина нон-фикшн, 2016. 268 с.
22. *Левшин Л. В.* Сергей Иванович Вавилов, 1891–1951. 2-е изд., испр. и доп. М. : Наука, 2003. 421 с.
23. Сергей Иванович Вавилов. Очерки и воспоминания / Отв. ред. И. М. Франк. 3-е изд., доп. М. : Наука, 1991. 376 с.

24. *Вавилов С. И.* Дневники, 1909–1951: в 2 кн. М. : Наука, 2016. Кн. 1. 653 с.
25. *Андреев А. В.* Грёзы Президента. Из личных дневников академика С. И. Вавилова. 2021 (рукопись).
26. *Gell-Mann M.* Selected papers / Ed. H. Fritzsche. New Jersey etc.: World Scientific, 2009. 449 p.
27. *Johnson G.* Strange beauty. Murray Gell-Mann and revolution in twentieth-century physics. N. Y.: Vintage books. 1999. 484 p.
28. *Стефан В. А.* Памяти Мюррея Гелл-Манна // Успехи физических наук. 2019. Т. 189, № 9. С. 1013–1014.
29. *Визгин В. П.* У истоков стандартной модели в физике фундаментальных взаимодействий // Исследования по истории физики и механики. 2019–2020. М. : Янус-К, 2021. С. 249–293.
30. *Левин А. Е.* Восьмеричный путь Вселенной. Умер М. Гелл-Манн – создатель современной модели субатомных частиц // N+1: [сайт]. 29 мая. URL: [nplus1.ru/material/2019/05/29/rip-murray-gell-mann](http://nplus1.ru/material/2019/05/29/rip-murray-gell-mann) (дата обращения: 10.11.2021).
31. *Вильчек Ф.* Асимптотическая свобода: от парадоксов к парадигмам. Нобелевская лекция, 8 декабря 2004 г. // Нобелевские лекции по физике. 1995–2004. Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2009. С. 767–795.
32. *Бордонская Л. А.* История физики в контексте культуры: Люди науки / Л. А. Бордонская, С. С. Серебрякова, Т. Г. Филиппова. Чита: ЗабГУ, 2014. 209 с.

Статья поступила в редакцию 19.10.2021.

Одобрена после рецензирования 03.11.2021. Принята к публикации 18.11.2021.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

**Визгин Владимир Павлович** [vlvizgin@gmail.com](mailto:vlvizgin@gmail.com)

Доктор физико-математических наук, зав. сектором, Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН, Москва, Россия

AuthorID РИНЦ: 73232

Web of Science ResearcherID: G-4223-2016

DOI: 10.19181/smtp.2021.3.4.19

## THE HISTORY OF SCIENCE AS “THE HISTORY OF RARE FLUCTUATIONS OF THOUGHT AND SCIENTIFIC WORK ... LIKE ARCHIMEDES AND NEWTON”

**Vladimir P. Vizgin<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the RAS, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The article examines the scientific and biographical approach to the history of science and especially its version, which can be called the method of personification of history. Both methods were proposed by S. I. Vavilov and both are associated with his understanding of the history of science as “a sequence of rare fluctuations of thought and scientific work ... like Archimedes and Newton”. The method of personification of history is illustrated on a number of large-scale fragments of the history of physics of the 19th and 20th centuries. Five cases of such personification are considered. This is, first of all, the case of G. Monge, who personified the science and technology of revolutionary France (analyzed by Vavilov himself). Two cases refer to two scientific revolutions in physics of the 20th century (to the quantum-relativistic – the case of A. Einstein and to the gauge-field – the case of M. Gell-Mann). And, finally, two cases of personification of the history of Russian physics. In the first, not one, but two essentially opposite key figures of Russian physics on the eve of the scientific revolution are considered: N. A. Umov and P. N. Lebedev. The second case is S. I. Vavilov himself, who in many ways personified the development of Soviet physics in the first half of the 20th century.

**Keywords:** scientific and biographical approach, the method of personification of history, G. Monge and the science of revolutionary France at the turn of the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries, A. Einstein and the 19 quantum-relativistic revolution, M. Gell-Mann and the gauge revolution, N. A. Umov, P. N. Lebedev, S. I. Vavilov and Physics in Russia and the USSR

**For citation:** Vizgin, V. P. (2021). The History of Science as “the History of Rare Fluctuations of Thought and Scientific Work ... like Archimedes and Newton”. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 3, no. 4. P. 207–226.

DOI: 10.19181/smtp.2021.3.4.19

## REFERENCES

1. Vavilov, S. I. (2016). *Dnevniki, 1909–1951: v 2 kn.* [Diaries, 1909–1951: in 2 books]. Ed. by V. V. Vavilova, Ju. I. Krivonosov, V. M. Orel. Book 2. Moscow: Nauka publ. 605 p. (In Russ.).
2. Vizgin, V. P. (2019). S. I. Vavilov: «...na oshibkakh vyrastaet nauka» [S. I. Vavilov: “... science grows on mistakes”]. In: *Issledovaniya po istorii fiziki i mekhaniki. 2016–2018* [Research on the history of physics and mechanics. 2016–2018]. Moscow: Janus publ. P. 287–318. (In Russ.).
3. Vavilov, S. I. (1956). Isaak N’yuton (1943) [Isaac Newton (1943)]. In: *Vavilov S. I. Sobranie sochinenii* [Collected works]. Vol. 3. Moscow: USSR Academy of Sciences publ. P. 288–467. (In Russ.).
4. Vavilov, S. I. (1956). Nauka i tekhnika v period Frantsuzskoi revolyutsii [Science and technology during the French Revolution]. In: *Vavilov S. I. Sobranie sochinenii* [Collected works]. Vol. 3. Moscow: USSR Academy of Sciences publ. P. 176–190. (In Russ.).
5. Vizgin, V. P. and Kessenikh A. V. (2016). Nauchnye shkoly v istorii otechestvennoi fiziki [Scientific schools in the history of Russian physics]. In: *Issledovaniya po istorii fiziki i mekhaniki. 2014–2015* [Research on the history of physics and mechanics. 2014–2015]. Moscow: Janus publ. P. 177–206. (In Russ.).
6. Kedrov, B. M. (1974). Istoriya nauki i printsipy ee issledovaniya [History of science and principles of its research]. In: *Trudy XIII Mezhdunarodnogo kongressa po istorii nauki*.

*Moskva, 1971 g. Plenarnye zasedaniya* [Proceedings of the XIII International Congress on the History of Science. Moscow, 1971 Plenary sessions]. Moscow: Nauka publ. P. 39–40. (In Russ.).

7. Boyarskii, P. V. (1997). *Ecole Polytechnique. Razvitie mekhaniki vo Frantsii v kontse XVIII i nachale vekov* [Ecole Polytechnique. The development of mechanics in France in the late XVIII and early centuries]. Moscow: S. I. Vavilov Institute of the History of Natural Science and Technology of the RAS publ. 198 p. (In Russ.).

8. Arago, F. (2000). *Biografi znamenitikh astronomov, fizikov i geometrov* [Biographies of famous astronomers, physicists and geometers]. Vol. 1. Transl. D. Perevoschikov. 2th ed. Izhevsk : NITs Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika publ. 496 p. (In Russ.).

9. Klein, F. (1989). *Lektsii o razviti matematiki v XIX stoletii* [Lectures on the development of mathematics in the XIX century]. Vol. 1. Moscow: Fizmatlit. 456 p. (In Russ.).

10. Vizgin, V. P. (1995). *Matematika v klassicheskoi fizike* [Mathematics in classical Physics]. In: *Fizika XIX–XX vv. v obshchenauchnom i sotsiokul'turnom kontekstakh: Fizika XIX veka* [Physics of the XIX–XX centuries. in general scientific and socio-cultural contexts: Physics of the XIX century]. Ed. by V. P. Vizgin, L. S. Polak. Moscow: Nauka publ. P. 6–72. (In Russ.).

11. Vizgin, V. P. (2017). “Until named, the object is unknown to us”: naming the history of science phenomena. *Studies in the History of Science and Technology*. Vol. 38, no. 1. P. 9–23. (In Russ.).

12. Vizgin, V. P. (2000). N. A. Umov i P. N. Lebedev: sotsiokul'turnyi tip russkogo uchenogo-fizika na rubezhe XIX i KhKh vv. (Ch. 1) [N. A. Umov and P. N. Lebedev: the sociocultural type of the Russian physicist at the turn of the XIX and XX centuries (Part 1)]. In: *Issledovaniya po istorii fiziki i mekhaniki. 1998–1999* [Research on the history of physics and mechanics. 1998–1999]. Moscow: Nauka. P. 153–180. (In Russ.).

13. Vizgin, V. P. (2001). N. A. Umov i P. N. Lebedev: sotsiokul'turnyi tip russkogo uchenogo-fizika na rubezhe XIX i KhKh vv. (Ch. 2. P. N. Lebedev) [N. A. Umov and P. N. Lebedev: the sociocultural type of the Russian physicist at the turn of the XIX and XX centuries (Part 2. P. N. Lebedev)]. In: *Issledovaniya po istorii fiziki i mekhaniki. 2000* [Research on the history of physics and mechanics. 2000]. Moscow: Nauka. P. 35–50. (In Russ.).

14. Gulo, D. D. (1971). *Nikolai Alekseevich Umov* [Nikolai Alekseevich Umov]. Moscow: Nauka publ. 128 p. (In Russ.).

15. *Nauchnaya perepiska P. N. Lebedeva* [Scientific correspondence of P. N. Lebedev]. (1990). Comp. E. I. Pogrebyskaya. Moscow: Nauka publ. 502 p. (In Russ.).

16. *Polyarnost' v kul'ture* [Polarity in culture]. (1996). Comp. V. E. Bagno, T. A. Novichkova. St-Petersburg: Kanun. 427 p. (In Russ.).

17. Vizgin, V. P. (2015). Quanta and Relativity to the 130th Anniversary of the Birth of Niels Bohr. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. Vol. 85, no. 12. P. 1123–1133. (In Russ.).

18. Pais, A. (1989). *Nauchnaya deyatelnost' i zhizn' Al'berta Einshteina* [Scientific activity and life of Albert Einstein]. Transl. from Eng. V. I. and O. I. Matsarskikh, ed. A. A. Logunov. Moscow: Nauka. 589 p. (In Russ.).

19. Fox, K. C. and Keck, A. *Einstein: A to Z. Hoboken*. New Jersey: J. Wiley, 2004.

20. Vizgin, V. P. (1985). *Edinye teorii polya v pervoi treti XX v.* [Unified field theories in the first third of the twentieth century]. Moscow: Nauka publ. 304 p. (In Russ.).

21. Damour, T. (2016). SI EINSTEIN M'ÉTAIT CONTÉ De la relativité à la théorie des cordes [Russ. ed.: Mir po Einshteinu: Ot teorii otноситel'nosti do teorii strun]. Moscow: Alpina non-fiction publ. 268 p. (In Russ.).

22. Levshin, L. V. (2003). *Sergei Ivanovich Vavilov, 1891–1951* [Sergey Ivanovich Vavilov, 1891–1951]. 2th ed., add. Moscow: Nauka publ. 421 p. (In Russ.).

23. Sergei Ivanovich Vavilov. Ocherki i vospominaniya [Sergey Ivanovich Vavilov. Essays and memoirs]. Ed. by I. M. Frank. 3th ed., add. Moscow: Nauka publ. 376 p. (In Russ.).
24. Vavilov, S. I. (2016). *Dnevnik, 1909–1951: v 2 kn.* [Diaries, 1909–1951: in 2 books]. Ed. by V. V. Vavilova, Ju. I. Krivonosov, V. M. Orel. Book 1. Moscow: Nauka publ. 653 p. (In Russ.).
25. Andreev, A. V. (2021). *Grezy Prezidenta. Iz lichnykh dnevnikov akademi-ka S. I. Vavilova* [Dreams of the President. From the personal diaries of academician S. I. Vavilov]. (Manuscript) (In Russ.).
26. Gell-Mann, M. (2009). *Selected papers*. Ed. by H. Fritzsche. New Jersey etc.: World Scientific. 449 p.
27. Johnson, G. (1999). *Strange beauty. Murray Gell-Mann and revolution in twentieth-century physics*. N. Y.: Vintage books. 484 p.
28. Stefan, V. A. (2019). Pamyati Myurreya Gell-Manna [In memory of Murray Gell-Mann]. *Physics-Uspekhi*. Vol. 189, no. 9. P. 1013–1014. (In Russ.).
29. Vizgin, V. P. (2021). U istokov standartnoi modeli v fizike fundamental'nykh vzaimodeistvii [At the origins of the standard model in the physics of fundamental interactions]. In: *Issledovaniya po istorii fiziki i mekhaniki. 2019–2020* [Research on the history of physics and mechanics. 2019–2020]. Moscow: Janus-K publ. P. 249–293. (In Russ.).
30. Levin, A. E. (2019). Vos'merichnyi put' Vselennoi. Umer M. Gell-Mann – sozdatel' sovremennoi modeli subatomnykh chastits [The Eightfold path of the universe. M. Gell-Mann, the creator of the modern model of subatomic particles, has died]. *N+1*. May 29. URL: [nplus1.ru/material/2019/05/29/rip-murray-gell-mann](https://nplus1.ru/material/2019/05/29/rip-murray-gell-mann) (accessed 10.11. 2021). (In Russ.).
31. Wilczek, F. (2009). Asimptoticheskaya svoboda: ot paradoksov k paradigmam. Nobelevskaya lektsiya, 8 dekabrya 2004 g. [Asymptotic freedom: from paradoxes to paradigms. Nobel Lecture, December 8, 2004]. In: *Nobelevskie lektsii po fizike. 1995–2004* [Nobel lectures in physics. 1995–2004]. Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy publ. P. 767–795. (In Russ.).
32. Bordonskaya, L. A., Serebryakova, S. S. and Filippova, T. G. (2014). Istoriya fiziki v kontekste kul'tury: Lyudi nauki [History of Physics in the context of Culture: People of Science]. Chita: ZabGU. 209 p. (In Russ.).

*The article was submitted on 19.10.2021.*

*Approved after reviewing 03.11.2021. Accepted for publication 18.11.2021.*

## INFORMATION ABOUT AUTHOR

**Vizgin Vladimir** [vlvizgin@gmail.com](mailto:vlvizgin@gmail.com)

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of sector, S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the RAS, Moscow, Russian Federation  
AuthorID RSCI: 73232

Web of Science ResearcherID: G-4223-2016