

ISSN 1680-6921

Том 12 №

1

2012

Ф
Физика
СОЗНАНИЯ
И ЖИЗНИ,
КОСМОЛОГИЯ
и астрофизика

Главный редактор: А. В. Букалов, доктор философии, директор Международного института соционики (Киев)

Редакционная коллегия: Г. Д. Бердышев, доктор биологических наук, доктор медицинских наук, профессор КНУ (Киев);

В. Валензи (Dr. V. Valenzi), Universiteta di Roma "La Sapienza" (Рим);

О. А. Горошко, доктор физико-математических наук, профессор КНУ (Киев);

В. В. Грицак (Prof. V. V. Gritsak-Groener) доктор физико-математических наук, профессор (Лондон);

Я. А. Дубров, к.ф.-м.н., Институт прикладных проблем механики и математики НАНУ (Львов);

Г. Н. Дульнев, доктор технических наук, профессор ИТМО (Санкт-Петербург);

В. П. Казначеев, академик АМН РФ, Международный научно-исследовательский институт космической антропоэкологии (Новосибирск);

Л. И. Конопальцева, доктор философии, президент Оптического общества Украины;

К. Г. Коротков, доктор технических наук, профессор ИТМО (Санкт-Петербург);

М. В. Курик, доктор физико-математических наук, профессор, Институт физики АН Украины (Киев);

В. П. Олейник, доктор физико-математических наук, профессор НТУУ «КПИ» (Киев);

А. Ф. Пугач, кандидат физико-математических наук, ГАО НАНУ;

С. В. Сорвин, доктор философии в области биологии, профессор МАИСУ (Санкт-Петербург);

А. В. Трофимов, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор Международного научно-исследовательского института космической антропоэкологии (Новосибирск);

Н. А. Чернышев, доктор физических наук, доктор философии в области естествознания, профессор МАИСУ (Санкт-Петербург);

И. Э. Цехмистро, доктор философских наук, профессор ХНУ (Харьков).

Компьютерная верстка: А. А. Букалов, О. Б. Карпенко

Международный научный журнал. Основан в 1995 г. Выходит 4 раза в год.

Подписные индексы по каталогам:

21819 – «ПРЕСА» (Украина),

15087 – «Пресса России»

✉: **Международный институт соционики
а/я 23, г.Киев-206, Украина, 02206**

☎: **(+38044) 558-09-35**

e-mail : physics@socionic.info

Интернет: http://physics.socionic.info

Зарегистрирован министерством Украины по делам прессы и информации 03.05.95.

Регистрационный номер 1417, серия КВ

Физика, сознание, жизнь и Вселенная

Существующая физическая картина мира принципиально неполна. До сих пор не удалось удовлетворительным образом вписать в рамки физических представлений феномены психики и сознания, а также связанные с ними аспекты жизни. Но именно психика управляет живым физическим телом. И этот процесс не получил пока адекватного физического описания. Как показало развитие квантовой механики, сознание наблюдателя неустранимо из процесса наблюдения. Иными словами, исследуемый мир связан с конкретными наблюдателями. Отсюда, как следствие, возникает антропный принцип, связывающий наличие жизни и наблюдателей с физическими параметрами Вселенной. Рассмотрение феномена земной жизни и существования внеземных форм жизни, границы между живым и неживым тесно связано с космологическими параметрами Космоса и астрофизическими процессами.

Журнал "Физика сознания и жизни, космология и астрофизика" посвящен выработке новых физических представлений о природе сознания, психики, жизненных процессов не только в земном, но и в космическом масштабе. Под этим углом зрения рассматриваются и низкоэнергетические взаимодействия в живом веществе, и влияние космических излучений и полей на биосферу. Тематика нашего журнала направлена в первую очередь на интеграцию специалистов из разных областей знания с целью выработки новых научных принципов описания живой материи и сознания.

Журнал открыт для непредвзятого изложения и обсуждения новых экспериментальных исследований и теоретических концепций. Только такой интегративный подход даст возможность описать явления, которые уже обнаружены в целом ряде разрозненных исследований, но не укладываются в рамки существующей концепции фундаментальных взаимодействий. Интеграция таких исследований может и должна привести к выработке новых научных представлений о природе Мира, а также о той роли, которую выполняет жизнь и психика в этом Мире.

*А. В. Букалов, доктор философии, директор
Международного института соционики,
главный редактор*

СОДЕРЖАНИЕ

КОСМОС И БИОСФЕРА

- Букалов А. В.**
Влияние факторов солнечного затмения и металлических экранов
на воду и прорастание семян 5

ПОПРАВКИ И ДОПОЛНЕНИЯ

- Букалов А. В.**
Квантовые макроскопические уравнения гравитации
и сверхпроводящей космологии. Природа сил инерции 8

СИНЕРГЕТИКА И ТЕОРИЯ ХАОСА

- Гритсак-Грёнер В. В., Гритсак-Грёнер Ю.**
Виртутриоиды 9

ОСНОВАНИЯ ФИЗИКИ

- Олейник В. П.**
О физической сущности вращательного движения 17

ФИЗИКА И ФИЛОСОФИЯ

- Николенко А. Д.**
К вопросу о применении парадокса Зенона
для изучения природы механического движения 55

CONTENTS

COSMOS AND BIOSPHERE

Bukalov A. V.

INFLUENCE OF FACTORS OF A SOLAR ECLIPSE AND METAL SCREENS
ON WATER AND GERMINATION OF SEEDS 5

CORRECTIONS AND ADDITIONS

Bukalov A. V.

THE QUANTUM MACROSCOPICAL EQUATIONS OF GRAVITATION
AND SUPERCONDUCTING COSMOLOGY. THE NATURE OF INERTIAL FORCES 8

SYNERGETICS AND THEORY OF CHAOS

Gritsak von Groener V. V., Gritsak-Groener J.

VIRTUTRIIDS 9

FOUNDATIONS OF PHYSICS

Oleinik V. P.

ON THE PHYSICAL NATURE OF ROTATIONAL MOTION 17

PHYSICS AND PHILOSOPHY

Nikolenko O. D.

TO THE QUESTION ON APPLICATION OF ZENO'S PARADOX
FOR THE STUDYING OF THE NATURE OF MECHANICAL MOVEMENT 55

Букалов А. В.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ НА ВОДУ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

Международный институт соционики, ул. Мельникова, 12, г. Киев-50, 04050, Украина
e-mail: boukalov@gmail.com

Исследовалось воздействие космофизических факторов солнечного затмения 22.07.2009 на воду, которая встряхивалась, и на прорастание семян на этой воде. Вода встряхивалась в стальных и алюминиевых экранах, а также без них. Обнаружено значительное различие во всхожести семян и их прорастании в зависимости от материала экрана и фазы затмения, во время которой происходило встряхивание воды. Показано, что применение одного и четырех слоев алюминия даёт совершенно противоположные результаты по всхожести семян: один слой алюминиевой фольги угнетает всхожесть, четыре слоя — стимулируют её. При этом дополнительные стальные экраны качества этой картины не изменяют, а только «сдвигают» величину всхожести. Это также свидетельствует о неэлектромагнитном характере физического агента, воздействующего на свойства водной системы, всхожесть и прорастание семян, поскольку стальной экран резко ослабляет воздействие внешних магнитных и электрических полей различной природы. Поэтому алюминиевые экраны играют особую роль в экранировании и удержании некоторого физического агента — предположительно легких элементарных частиц, левионов — фионов или кионов.

Ключевые слова: солнечное затмение, свойства воды, квантовые конденсаты, левионы, экранирование.

В предыдущих исследованиях нами было обнаружено влияние солнечного затмения 22.07.2009 на воду и прорастание семян на этой воде [0, 2]. При этом была выявлена специфическая роль экранов, особенно алюминиевых, на ростки пшеницы. Настоящая работа посвящена дальнейшим исследованиям воздействия физических факторов частного солнечного затмения 118 сароса, происходившего 01.06.2011, на воду и прорастание семян. Отметим, что само затмение, как и предыдущее, не наблюдалось в месте проведения экспериментов (Киев) зона его наблюдения — Арктика и Северо-Восток России — была удалена на несколько тысяч километров, что исключало влияние локальных факторов, связанных с возмущениями в атмосфере и ионосфере при прерывании потока солнечной радиации Луной. При том затмение происходило в ночное время, за что и получило название «Полуночное».

Вода в стеклянных сосудах, без экранов и с экранами — стальным (Fe) и алюминиевыми из одного слоя алюминиевой фольги ($Al1$) и из четырёх слоёв фольги ($Al4$), а также $Al1$ и $Al4$ в дополнительных стальных экранах ($Al1+Fe$ и $Al4+Fe$), встряхивалась на протяжении 15 минут в трёх сериях опытов: 1) за 30 мин до начала солнечного затмения 01.06.2011; 2) от начала касания тенью Луны земной поверхности и 3) в максимальной фазе солнечного затмения. В контроле находилась вода в сосудах без экрана, а также с экранами $Al1$, $Al4$, $Al1+Fe$ и $Al4+Fe$.

Обнаружено, что экранирование воды стальным экраном в контроле (без встряхивания) даёт на 4-й день прорастания ростков 52% ростков и 43% их суммарной длины от простого контроля (вода в стекле), на 9-й день — соответственно 68% и 31%. Экран $Al1+Fe$ -contr на 4-й день даёт 69,5% и 56,4%, а на 9-й день — соответственно 89% и 89%. При этом экран $Al4+Fe$ -contr показал максимальное угнетение прорастания семян — на 4-й день 21,7% и 8,2%, на 9-й день 21,4% и 5,35%.

Алюминиевые экраны для максимума затмения дают минимальный рост по сравнению с контролем и предыдущими фазами.

Вода с $Al1$ -тах даёт на 4-й день 39% и 17,64%, на 9-й день 60,7% и 33% от контроля.

Вода с $Al4$ -тах даёт на 4-й день 30,4% и 14,1%, на 9-й день 28,6% и 13% от контроля.

Неэкранированная вода *Glass-max* даёт на 4-й день 39,1% и 21,76%, на 9-й день 60,7% и 32,9% от контроля.

Стальной экран *Fe-contr* даёт 52,17%, 20% (4-й день) и 67,85%, 31,27% (9-й день).

Стальной экран *Fe-max* даёт 60,86%, 56,47% (4-й день) и 69,56%, 47,7% (9-й день). При этом сочетания экранов *Al1+Fe-max* и *Al4+Fe-max* дают прорастание, близкое к неэкранированной воде.

Экран из четырёх слоёв алюминиевой фольги показал наиболее парадоксальные результаты: при максимуме затмения *Al4+Fe-max* препятствует росту растений, и количество ростков практически не изменяется. Близкими свойствами обладает вода в экранах *Al4+Fe* без встряхивания (*Al4+Fe-contr*). Но вода в тех же экранах при встряхивании даёт результаты, близкие к максимуму.

При этом экран *Al4* при встряхивании во время начала затмения даёт абсолютный максимум по прорастанию — 108,7% и 131,76% на 4-й день и 125% и 131,7% на 9-й день, соответственно.

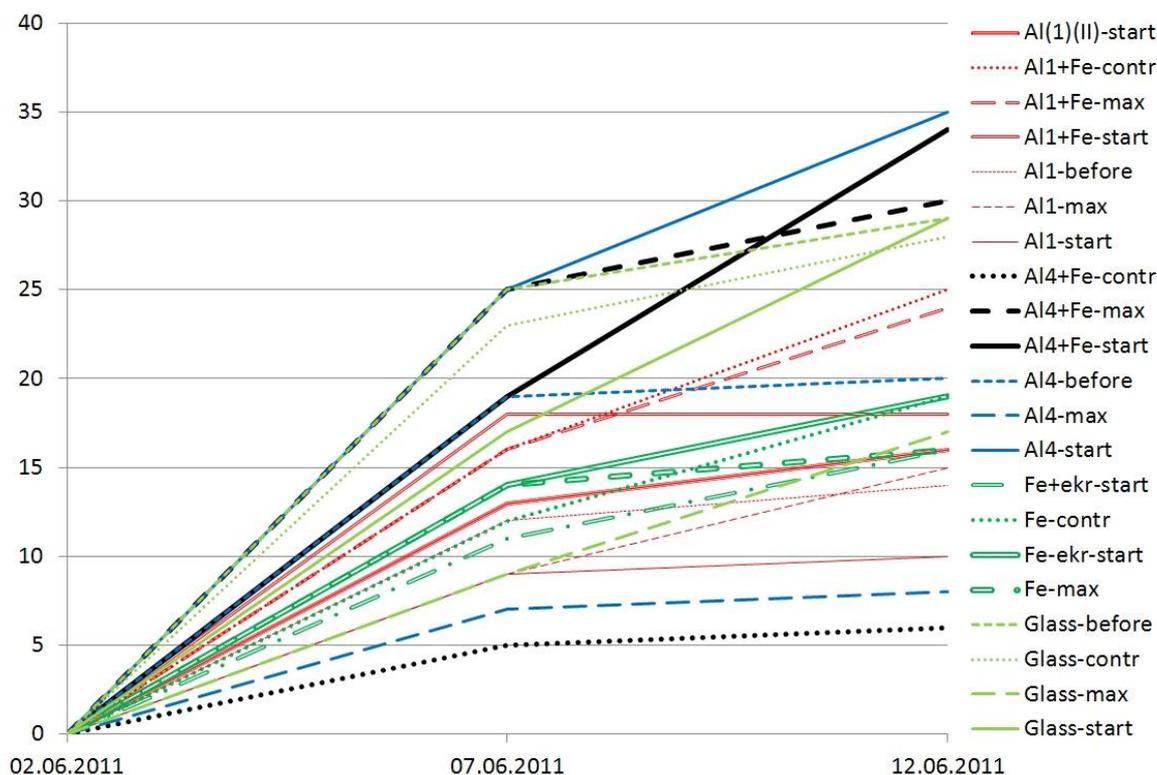


Рис. 1. Количество проростков в различных сериях опытов.

Таким образом, один слой алюминия, экранирующий воду, даёт воздействие, которое просто блокирует некий биогенный агент (предположительно – левионный [1, 2]). 4 слоя алюминиевой фольги дают гораздо более сложную динамику воздействия неких полей на воду, в том числе – в сочетании со стальным экраном.

Итак, анализ показывает, что применение одного и четырех слоев алюминия даёт совершенно противоположные результаты по всхожести семян: один слой алюминиевой фольги угнетает всхожесть, четыре слоя — стимулируют её. При этом дополнительные стальные экраны качества этой картины не изменяют, а только «сдвигают» величину всхожести. Это также свидетельствует о неэлектромагнитном характере физического агента, воздействующего на свойства водной системы, всхожесть и прорастание семян, поскольку стальной экран резко ослабляет воздействие внешних магнитных и электрических полей различной природы. Поэтому алюминиевые экраны играют особую роль в экранировании и удержании некоторого физического агента — предположительно легких элементарных частиц, левионов — фионов или кионов [3], которые могут взаимодействовать с электронами и протонами воды и биологических объектов как электромагнитным, так и специфическим, особым, неэлектромагнитным об-

разом. При этом их масса оценочно меньше электронной приблизительно в $1,8 \cdot 10^3$ и $3,6 \cdot 10^6$ раз соответственно.

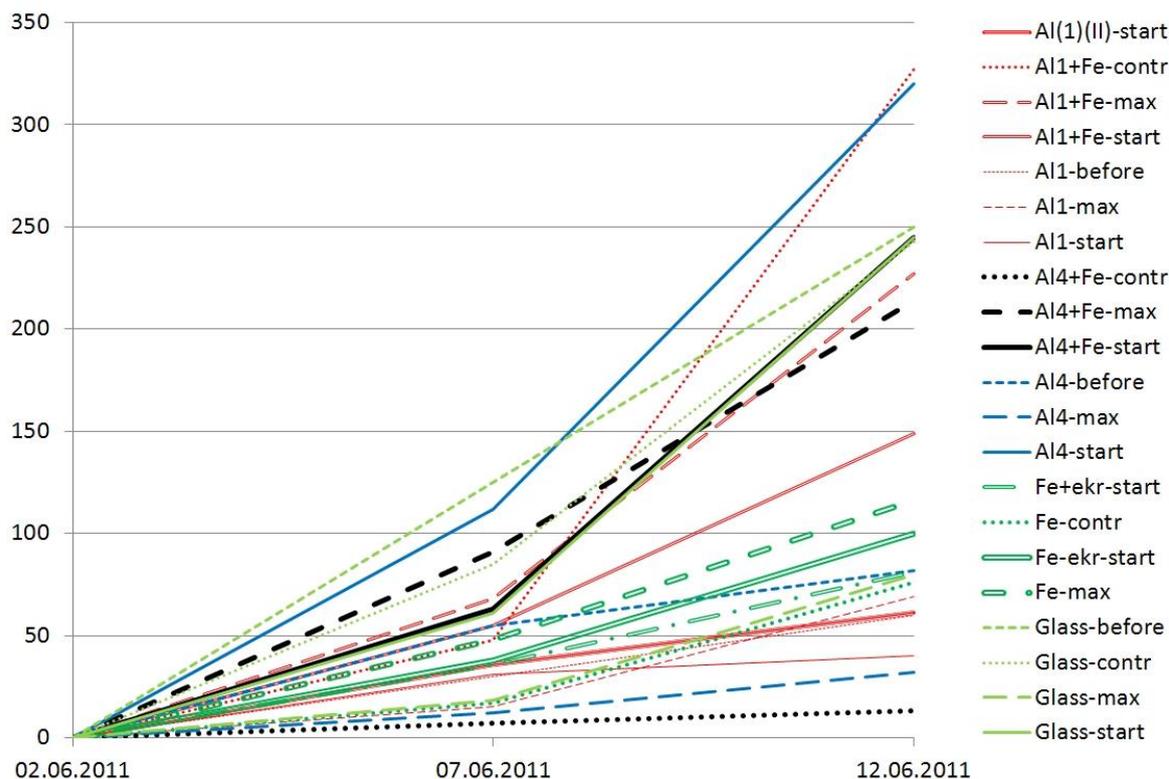


Рис. 2. Суммарная длина проростков в различных сериях опытов.

Квантовые конденсаты этих частиц могут играть особую роль в биологических процессах, начиная с клетки, образуя квантовые структуры биологических объектов. Вероятно, такие частицы взаимодействуют и с водными растворами, образуя кластеры при накоплении в них. Поэтому вода, обогащенная кластерами фионов и кионов, обладает стимулирующим действием на биологические системы, включая семена, а вода, обедненная такими структурами, оказывает угнетающее воздействие на жизнедеятельность, что и сказалось на всхожести и прорастании семян. Условия солнечного затмения в сочетании с созданием неравновесных условий при встряхивании воды, вызывают возмущения, которые нарушают сложившийся гомеостаз, и позволяют этим эффектам проявиться.

Отметим также, что многослойные алюминиевые экраны на круглой стеклянной посуде по своей структуре фактически образуют цилиндрическую камеру, похожую по своей конфигурации на так называемые «зеркала Козырева» и подобные им устройства, которые демонстрируют многочисленные необычные биогенные, энергетические и психические эффекты [4]. Таким образом сочетание многослойных экранов, в том числе из разных металлов, даёт ключ к изучению ряда биогенных эффектов и физических факторов, их вызывающих, в жидкостях и живых организмах.

Л и т е р а т у р а :

1. Букалов А. В. Влияние космофизических факторов солнечного затмения на воду и прорастание семян // Космос и биосфера. — 2009. — С. 68-69.
2. Букалов А. В. Влияние космофизических факторов солнечного затмения на воду и прорастание семян. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2009. — № 3. — С. 10–14.
3. Букалов А.В. Физика сознания, мышления и жизни. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2007. — № 1. — С. 5–33.
4. Казначеев В. П., Трофимов А. В. Очерки о природе живого вещества и интеллекта на планете Земля. — Новосибирск: «Наука», 2004. — 312 с.

Статья поступила в редакцию 05.07.2011 г.

Bukalov A.V.

Influence of factors of a solar eclipse and metal screens on water and germination of seeds

In our previous researches the influence of a solar eclipse on 07/22/2009 on water and germination of seeds on this water [1, 2] was shown. Thus the specific action of screens, especially aluminum, on wheat sprouts has been revealed. The present work is devoted to the further researches of influence of physical factors of a solar eclipse on 06/01/2011 on water and germination of seeds. Water in glassware, without screens and with screens — steel (Fe) and aluminum in one layer of an aluminum foil (A11) and in 4 layers (A14), and also A11 and A14 with additional steel screens (A11+Fe and A14+Fe), was shaken up during 15 minutes in 3 series of experiments: 1) for 30 min prior to the beginning of a solar eclipse on 06/01/2011; 2) from the beginning of a contact the shade of the Moon with the Earth surface and 3) in the maximum phase of a solar eclipse. In control there was water in glassware without screen, and also with screens A11, A14, A11+Fe and A14+Fe. It was revealed that water shielding by the steel screen in control (without shaking) gives on 4th day of sprouts germination 52% of total value of sprouts and 43% of their total length from simple control (water in a glass), on 9th day accordingly 68% and 31%. Screen A11+Fe-contr on 4th day gives 69.5% and 56.4%, and on 9th day accordingly 89% and 89%. Thus screen A14+Fe-contr has shown the maximum oppression of seeds germination: on 4th day 21.7% and 8.2%, and on 9th day 21.4% and 5.35%. Aluminum screens for an eclipse maximum case the minimum growth in comparison with control and the previous phases. Water with A11(max) gives on 4th day 39% and 17.64%, on 9th day 60.7% and 33% from control. Water with A14(max) gives on 4th day of 30.4% and 14.1%, on 9th day of 28.6% and 13% from control. Unshielded water Glass(max) gives on 4th day of 39.1% and 21.76%, on 9th day of 60.7% and 32.9% from control. Steel screen Fe-contr gives 52.17%, 20% (4th day) and 67.85%, 31.27% (9th day). Steel screen Fe-max gives 60.86%, 56.47% (4th day) and 69.56%, 47.7% (9th day). Thus combinations of screens A11+Fe-max and A14+Fe-max give the germination close to unshielded water. The screen from 4 layers of an aluminum foil has shown the most paradoxical results: at a maximum of eclipse A14+Fe-max interferes with growth of plants, and the quantity of sprouts practically does not variate. Water in screens A14+Fe without shaking (A14+Fe-contr) possesses close properties. But water in the same screens at shaking gives the results close to a maximum. Thus the screen A14 at a jarring during the eclipse beginning gives an absolute maximum of germination – 108.7% and 131.76% on 4th day and 125% and 131.7% on 9th day, accordingly. Thus, one layer of aluminum, shielding water, gives influence, which simply blocks a certain biogenic agent (apparently levionic [1, 2]). 4 layers of aluminum foil cause much more complex dynamics of influence of certain fields on water, including – in a combination to the steel screen. One of possible explanations of these effects can be following. Multilayered aluminum screens around glasswares actually make the cylindrical chamber analogous to so-called “Kozyrev mirrors” and similar devices, which display numerous unusual biogenic, power and mental effects [4]. Thus the combination of multilayered screens, including from different metals, gives the key to studying of some biogenic effects in liquids and live organisms.

Keywords: solar eclipse, properties of water, quantum condensates, levions, shielding.

ПОПРАВКИ И ДОПОЛНЕНИЯ

К статье А.В. Букалова «Квантовые макроскопические уравнения гравитации и сверхпроводящей космологии. Природа сил инерции» (№ 2/2011)

В уравнениях (23)–(24) в выражении $i \frac{\hbar^2}{2m_x}$ вместо мнимой единицы i должен быть знак «-». Поэтому уравнения (25), (26), (28) и (32) следует читать таким образом:

$$\sigma \Psi_b + \zeta \Psi_b |\Psi_b|^2 + \frac{1}{4m_x} \left(\frac{\hbar^2}{2m_x} \nabla_\mu \nabla_\nu + \frac{2Q_x}{c} B_{\mu\nu} \right)^2 \Psi_b = 0 \tag{25}$$

$$\left(\frac{\hbar^2}{2m_x c} \nabla_\mu \nabla_\nu \Psi_b + \frac{2Q_x}{c} B_{\mu\nu} \Psi_b \right) n_{\mu\nu} = 0. \tag{26}$$

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = -8\pi \left[\frac{\hbar^2 Q_x}{(2m_x)^2 c^2} (\Psi_b^* \nabla_\mu \nabla_\nu \Psi_b - \Psi_b \nabla_\mu \nabla_\nu \Psi_b^*) + \frac{2Q_x^2}{m_x c} |\Psi_b|^2 B_{\mu\nu} \right]. \tag{28}$$

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = -\frac{\Phi_B}{8\pi \lambda^2} \cdot \frac{\hbar}{2m_x c} (\Psi_b^* \nabla_\mu \nabla_\nu \Psi_b - \Psi_b \nabla_\mu \nabla_\nu \Psi_b^*) - \frac{|\Psi_b|^2}{\lambda^2} B_{\mu\nu}, \tag{32}$$

Автор приносит извинения читателям. На окончательный результат эти поправки не влияют.

Гритсак-Грёнер В.В., Гритсак-Грёнер Ю.

ВИРТУТРИОИДЫ

University of Georgia, Georgia, USA; Laboratory of HRIT Corporation, Switzerland, USA, UK
e-mail: v_hrit1000000@yahoo.com

Вводится новый вид математических структур — виртутриоид. Эта математическая трехуровневая структура, у которой все три уровня имеют совершенно разную природу, должна найти широкое применение как в основаниях математической физики (квантовая и статистическая физика), в математической биологии (теория жизни, молекулярная биология) и математической кибернетике (теория кодирования и декодирования, теория систем). Настоящая статья посвящена общей теории структуры и организации виртутриоидов.

Ключевые слова: аграф, суперкатегория, градоид.

The modest Rose puts forth a thorn,
The humble Sheep a threat'ning horn;
While the Lily white shall in love delight,
Nor a thorn, nor a threat, stain her beauty bright.

*William Blake "Lily"*¹

Мокрой ладонью
Ты

Слёзы не вытрешь ...

Александр Розенбаум

Вместо предисловия

Мой добрый друг, автор моих любимых фантастических повестей и романов, Володя Савченко на протяжении последнего года просил меня достать видео движения броуновских частиц и частичек космического излучения. Это было не просто, и я пытался достать необходимые фильмы.

Идея моего дорогого Володи состояла в том, что среди беспорядочных, образцов хаотичности траекторий броуновских частиц и особенно частичек пришедших к нам из глубин космоса, должны быть логически осмысленные сообщения, и я как специалист по хаосу и декодированию смогу их прочесть. Я понемногу заразился Володиной идеей. Но, что-нибудь прочесть, было ещё труднее, чем достать фильмы.

Но, наконец, мне удалось, что-то прочесть. Я немедленно, начал телефонировать Володе домой в Киев. Нет ответа. Не было ответа и на мой поток e-mail, которые я послал ему.

Через несколько дней, в газетах я прочитал: «Известный писатель-фантаст Владимир Савченко найден мёртвым в своей двухкомнатной квартире в Киеве».

Посвящаю эту вводную статью и весь цикл моим дорогим друзьям:

Володе Савченко, Володе Трубину, Вите Бойко, Ване Головачу

Без их веры в меня я не смог бы написать эти статьи и научиться читать язык богов.

¹ Красуно розу зачеши
Відразу стрінеш ти шиши.
А білі лілії в чарівних снах кохання
Ти не забудеш їх до самого прощання.

Вілліам Блейк. (Translation by Valery V. Gritsak-Gröner)

1. Введение

Предлагаем одновременное обобщение диграфов, скетчей и упорядоченных систем независимости, см.[1-3], так называемые **виртутриоиды**. Неизменно следуя Принципу Оккама (в нашем понимании) к обобщению нас привела необходимость логического анализа траекторий броуновского движения и частично анализа «безнадёжных» траекторий частичек космического излучения.

Общематематическая ценность подобного обобщения состоит в возможности построения логических и рекурсивных теорий на диграфах.

Суть идеи в том, что:

во-первых, в отличие от обычных графов, вершины и рёбра виртутриоида могут быть полностью независимыми и не являться, в том числе, подмножествами картезианского произведения множества его вершин;

во-вторых, в отличие от скетчей, виртутриоиды имеют незамкнутые алгебраические и категориальные операции, например произведение двух стрелок, которые не следуют друг другу «остриём в хвост», см. рис.1.;

в-третьих, виртутриоиды обладают внешней геометрической структурой, которая позволяет контролировать и синхронизировать алгебраически разъединенные структуры. Хорошими примерами внешних геометрических структур являются человеческий мозг, правительство страны и не коммутирующие операторы квантовой механики.

Данная работа, является началом новой серии статей, объединенных понятием виртутриоида и значительным объемом весьма запутанных проблем прикладной математики, которые мы попытаемся «распутать» с помощью нового обобщения, не прибегая к «македонскому методу».

Именно рассмотрение следующей картины (рис. 2), привело нас к понятию виртутриоида.

2. Абстрактные графы

Начнём с определений.

Абстрактный граф (сокращённо **аграф**) Γ является четвёркой

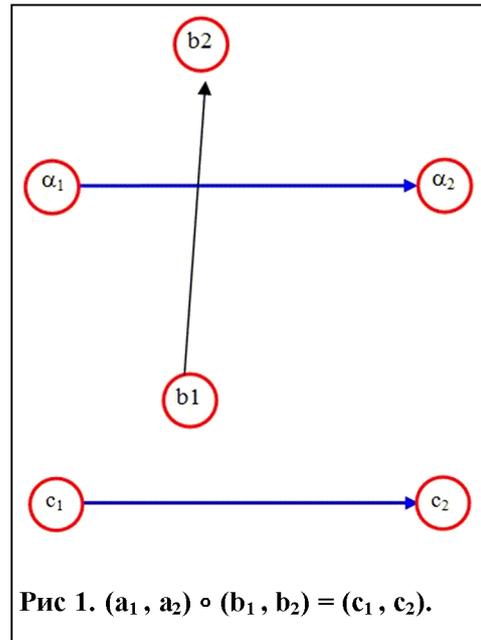
$$\Gamma = (A, B, \varphi, \psi), \tag{1}$$

где $A \equiv \text{vert}\Gamma$ и $B \equiv \text{edge}\Gamma$ — множества, φ, ψ — отображения, которые называются, соответственно, **вершинами** и **стрелами** аграфа Γ , а φ и ψ имеют вид:

$$\varphi : B \longrightarrow A \times A, \beta \mapsto (h(\beta), v(\beta)), \tag{*}$$

$$\psi : B \longrightarrow B, \beta \mapsto \hat{\beta} \tag{**}$$

для $\forall \beta \in B$, которые удовлетворяют условиям:



$$\hat{\beta} = \beta, \hat{\beta} \neq \beta, h(\beta) = v(\hat{\beta}). \quad (***)$$

Элемент $a \in A$ называется **вершиной** Γ , а $\beta \in V$ — **стрелю** Γ , $\hat{\beta} \in V$ — **обратной стрелой** к β в Γ . Вершина $h(\beta) = v(\hat{\beta})$ называется **хвостом** β , а вершина $v(\beta) = h(\hat{\beta})$ **остриём** β . Вершина $a \in A$ является **конечной**, если она хвост, или остриё некоторой стрелы $\beta \in V$. Вершины $a_1, a_2 \in A$ называются **адъентными** (иногда продолжают их называть **инцидентными**), если существует стрелка $\beta \in V$ такая, что одна из них является остриём, а другая хвостом β . **Гомоморфизмом** аграфа $\Gamma_1 = (A_1, V_1, \varphi_1, \psi_1)$ в аграф $\Gamma_2 = (A_2, V_2, \varphi_2, \psi_2)$ есть пара отображений

$$F_1: A_1 \longrightarrow A_2 \text{ и } F_2: V_1 \longrightarrow V_2$$

таких, что образами вершин Γ_1 при отображении F_1 будут вершины Γ_2 , а образами стрел Γ_1 при отображении F_2 будут стрелы Γ_2 , причём на образах F_1 и F_2 сохраняются свойства (*)-(***) для хвостов и остриёв аграфа Γ_2 .

Подаграф $\Gamma^* = (A^*, V^*, \varphi^*, \psi^*)$ аграфа Γ состоит из вершин $A^* \subseteq A$ и стрелок $V^* \subseteq V$, от образений $\varphi^*: V^* \longrightarrow A^* \times A^*$ и $\psi^*: V^* \longrightarrow V^*$ так, что сужения отображений $\varphi / (V^*) = \varphi^*$ и $\psi / (V^*) = \psi^*$.

Путь Z длины n — это либо **петля** ($\beta \in V$ вида $h(\beta) = v(\beta)$), либо конечная последовательность n ребер β_1, \dots, β_n такая, что $h(\beta_{i+1}) = v(\beta_i)$ для $1 \leq i < n$.

Ориентацией аграфа Γ называется дизъюнктивное разбиение множества V всех стрел на два подмножества — C_Γ и D , $V = C_\Gamma \sqcup D$, где $C_\Gamma \subseteq V$, а в D входят все стрелы обратные к стрелам C_Γ , причём, должно выполняться $C_\Gamma \neq \emptyset$ и $D \neq \emptyset$, множество C_Γ называется **грунтом** данной ориентации. Если для аграфа Γ существует ориентация Θ (а он её может и не иметь!), тогда его **ориентированный аграф** из носителем, обозначается Γ^Θ , определяется двумя множествами $A = \text{vert}\Gamma \cap C_\Gamma$, а также отображением $\circ : C_\Gamma \longrightarrow A \times A$, которое называется **несущим** для ориентации Θ . Стрелами аграфа Γ^Θ будет множество $\hat{E} \equiv C_\Gamma \sqcup C_\Gamma$.

Комментарий. Вообще говоря, терминология аграфов, почти, всегда совпадает с терминологией обычных графов. Но, всегда нужно помнить и учитывать их внутреннюю структуру, задаваемую (*)-(***) . Особенно, это необходимо учитывать для диаграммных изображений аграфов. Ведь для аграфа Γ важна не только структура множеств $\text{vert}\Gamma$ и $\text{edge}\Gamma$, но и вид отображений (*)-(***) , которые могут быть весьма запутаны, см. рис. 1.

3. Supercategories

3.1. Суперкатегории являются «вторым ликом», «вторым этажом» виртутриондов.

Суперкатегорией \mathfrak{C} называется пара

$$\mathfrak{C} = (\Gamma, \star), \quad (2)$$

где $\Gamma = (A, V, \varphi, \psi)$ аграф (1), а « \star » — частичная алгебраическая² операция, для которой выполняются следующие аксиомы:

1) « \star » есть отображение вида

$$\star : V \times V \longrightarrow V, \quad (3)$$

если для стрелок $\beta_1, \beta_2 \in V$ существует отображение (3), тогда пишем $\beta_1 \star \beta_2$;

² Мы могли бы и здесь аксиоматизировать свободную, неалгебраическую операцию. Это излишне, так как необходимую свободу нам будет обеспечивать структура аграфа.

2) для каждой стрелки β аграфа Γ существуют две стрелки $p(\beta)$ и $r(\beta)$, называемые, левой и правой петлями стрелки β , для которых выполняется

$$\beta \star r(\beta) = p(\beta) \star \beta = \beta; \tag{4}$$

3) если существует $\beta_1 \star \beta_2$, тогда

$$r(\beta_1) = p(\beta_2), p(\beta_1 \star \beta_2) = p(\beta_1), r(\beta_1 \star \beta_2) = r(\beta_2). \tag{5}$$

Стрелы аграфа Γ , которые являются правыми $r(\beta)$ или левыми петлями $p(\beta)$, некоторой стрелки $\beta \in \mathbf{B}$ называются **объектами** суперкатегории \mathfrak{C} . В дальнейшем объекты \mathfrak{C} будем обозначать в виде $o_k(\beta^p)$ или $o_k(\beta^r)$, если объект является, соответственно, левой или правой петлей морфизма $\beta \in \mathbf{B}$. Если у нас нет необходимости в информации о петлеваннии морфизма β , пишем просто o_k или o . И наконец, все стрелки из \mathbf{B} назовем **морфизмами** суперкатегории \mathfrak{C} , которые будем обозначать малыми буквами греческого алфавита, например α, β и др.

Совокупность всех объектов \mathfrak{C} обозначим $Ob(\mathfrak{C})$, а совокупность всех морфизмов $Mor(\mathfrak{C})$.

Замечание 1. Объекты суперкатегории необязательно должны быть петлями или концами стрелки β в аграфе Γ . В принципе, они могли бы и не быть стрелками Γ , но мы, сделаем это обобщение позже, если понадобится.

Замечание 2. Мы видим, что некоторые стрелки могут быть одновременно и объектами и морфизмами. Картина С. Дали на рис. 3 прекрасно демонстрирует идею использования вторым уровнем фигуры элементов первого уровня. Причём, как и в суперкатегории на первом уровне, видны не используемые вторым уровнем элементы первого уровня. Где то высоко, на небе, проглядываются элементы третьего уровня. Об этом в следующих параграфах.

Нам понадобится понятие цикла су-

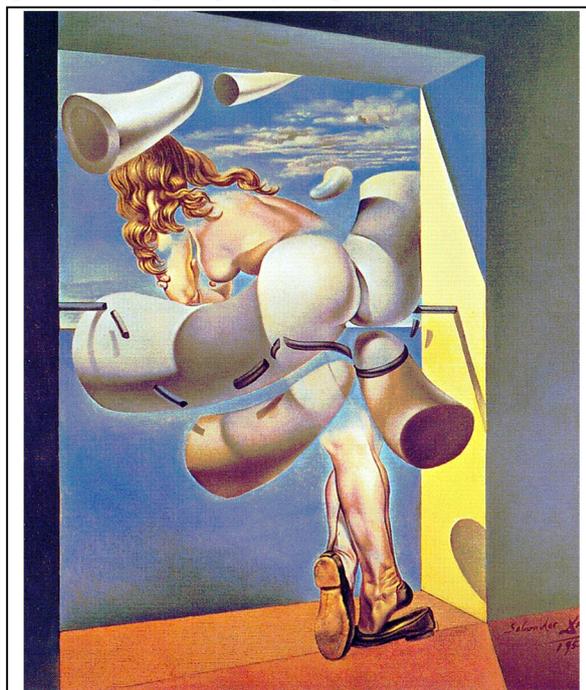


Рис. 3. С. Дали «Гала в трёх измерениях».

перкатегории \mathfrak{C} . **Цикл C^0 длины n (или нулевой цикл)** — это произвольный объект $o \in Ob(\mathfrak{C})$, либо конечная последовательность n морфизмов β_1, \dots, β_n такая, что $o_{i+1}(\beta^p) = o_i(\beta^r)$ для $1 \leq i < n$ и $o_n(\beta^r) = o_1(\beta^p)$. Цикл C^n называется **простым**, если не существует ненулевого цикла C^m , $m < n$ все объекты и морфизмы которого принадлежат циклу C^n .

3.2. Пусть $\mathfrak{C}_1=(A_1, \mathbf{B}_1, \varphi_1, \psi_1, \star_1)$, $\mathfrak{C}_2=(A_2, \mathbf{B}_2, \varphi_2, \psi_2, \star_2)$ и $\mathfrak{C}_3=(A_3, \mathbf{B}_3, \varphi_3, \psi_3, \star_3)$ три суперкатегории. Суперфунктором (функтором, если не будет возникать неоднозначности) из \mathfrak{C}_1 в \mathfrak{C}_2 называется тройка

$$(\mathfrak{C}_1, \mathcal{F}, \mathfrak{C}_2), \tag{6}$$

где \mathcal{F} отображение вида $\mathcal{F} : \mathbf{B}_1 \longrightarrow \mathbf{B}_2$ такое, что для каждого $\alpha \in Mor(\mathfrak{C}_1)$ имеем $\mathcal{F}(\alpha) \in Mor(\mathfrak{C}_2)$.

И такого, что если $\beta_1 \star_1 \beta_2$ определено в \mathfrak{C}_1 , тогда $\mathcal{F}(\beta_1) \star_2 \mathcal{F}(\beta_2)$ определено в \mathfrak{C}_2 и

$$\mathcal{F}(\beta_1) \star_2 \mathcal{F}(\beta_2) = \mathcal{F}(\beta_1 \star_2 \beta_2).$$

Пусть $(\mathcal{C}_1, \mathcal{F}_1, \mathcal{C}_2)$ и $(\mathcal{C}_2, \mathcal{F}_2, \mathcal{C}_3)$ два суперфунктора. Их суперпозицией называется суперфунктор $(\mathcal{C}_1, \mathcal{F}_3, \mathcal{C}_3)$ сопоставляющий $\beta \in \text{Mor}(\mathcal{C}_1)$ к $\mathcal{F}_2(\mathcal{F}_1(\beta))$.

Натуральное преобразование \mathcal{F} к \mathcal{H} двух функторов $(\mathcal{C}_1, \mathcal{F}, \mathcal{C}_2)$ и $(\mathcal{C}_1, \mathcal{H}, \mathcal{C}_2)$ определяется как тройка

$$\tau_{\mathcal{F}\mathcal{H}} = (\mathcal{F}, \tau, \mathcal{H}), \tag{7}$$

где τ есть отображение сопоставляющее каждому объекту $\mathbf{o} \in \text{Ob}(\mathcal{C}_1)$ морфизм

$$\tau(\mathbf{o}) : \mathcal{F}(\mathbf{o}) \longrightarrow \mathcal{H}(\mathbf{o})$$

так, что для всякого морфизма $\beta \in \text{Mor}(\mathcal{C}_1)$ вида $\beta : \mathbf{o} \longrightarrow \mathbf{o}^*$ композиции морфизмов $\tau(\mathbf{o}^*) \star_2 \mathcal{F}(\beta)$ и $\mathcal{H}(\beta) \star_2 \tau(\mathbf{o})$ определены в \mathcal{C}_2 и выполняется

$$\tau(\mathbf{o}^*) \star_2 \mathcal{F}(\beta) = \mathcal{H}(\beta) \star_2 \tau(\mathbf{o}). \tag{8}$$

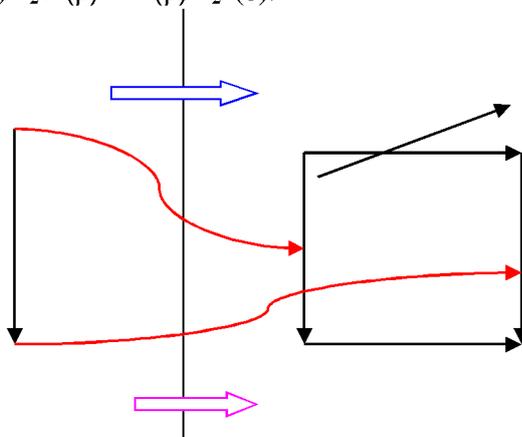


Рис. 4. Натуральное преобразование.

Комментарий. Идея натурального преобразования, действительно, естественна (натуральная!).

Её лучше объяснять простыми словами. Два функтора \mathcal{F} и \mathcal{H} (или функтора) «перегоняют» суперкатегорию \mathcal{C}_1 в суперкатегорию \mathcal{C}_2 . Но, они, при этом, размещают образы объектов и морфизмов \mathcal{C}_1 в \mathcal{C}_2 в разных местах. Так, натуральное преобразование τ , «прижимает» образы объектов и морфизмов \mathcal{C}_1 , которые были получены с помощью \mathcal{F} в образы объектов и морфизмов \mathcal{C}_1 , которые были получены с помощью \mathcal{H} , соединяя всякие два объекта и морфизм между ними (полученные с помощью \mathcal{F}) с двумя объектами и морфизмом между ними (полученные с помощью \mathcal{H}), смотри равенство (8).

Я могу объяснить любое головоломное математическое построение, вот такими простыми словами. (Кстати, именно так и делали в докартензианское время!). Но, тогда, меня наверняка съедят живьем мои коллеги по математическому цеху.

3.3. Первым, и очень важным натуральным преобразованием есть **константная привязка**. Пусть \mathcal{C}_1 и \mathcal{C}_2 – соответствующие суперкатегории. Если $\mathbf{o} \in \text{Ob}(\mathcal{C}_2)$, тогда константное отображение $\varphi : \text{Mor}(\mathcal{C}_1) \longrightarrow \mathbf{o}$ сопоставляющее \mathbf{o} каждому морфизму $\beta \in \text{Mor}(\mathcal{C}_1)$ и определяет функтор

$$\mathcal{F}^{(\mathbf{o})} : \mathcal{C}_1 \Rightarrow \mathcal{C}_2, \tag{9}$$

который мы будем называть **константным** суперфунктором (функтором).

Если

$$\delta : \mathbf{o} \longrightarrow \mathbf{o}^*, \delta \in \text{Mor}(\mathcal{C}_2), \tag{10}$$

мы обозначим $\tau_o^{o^*}$ натуральное преобразование $(\mathcal{F}^{(o)}, \tau, \mathcal{F}^{(o^*)})$, такое, что

$$\tau_o^{o^*}(u) = \delta, \text{ каждому } u \in \text{Ob}(\mathcal{C}_1)$$

Натуральное преобразование $\tau_o^{o^*}$

называется **константной привязкой** на δ , см. (10).

Любое натуральное преобразование из константного функтора, а именно, натуральное преобразование $(\mathcal{F}^{(o)}, \tau, \mathcal{H})$ называется **проективным конусом** в \mathcal{C}_2 , индексированным \mathcal{C}_1 с базой $\mathcal{H} : \mathcal{C}_1 \Rightarrow \mathcal{C}_2$ и вершиной o . Аналогичное натуральное преобразование вида $(\mathcal{F}, \tau, \mathcal{F}^{(o)})$ будет называться **индуктивным конусом**.

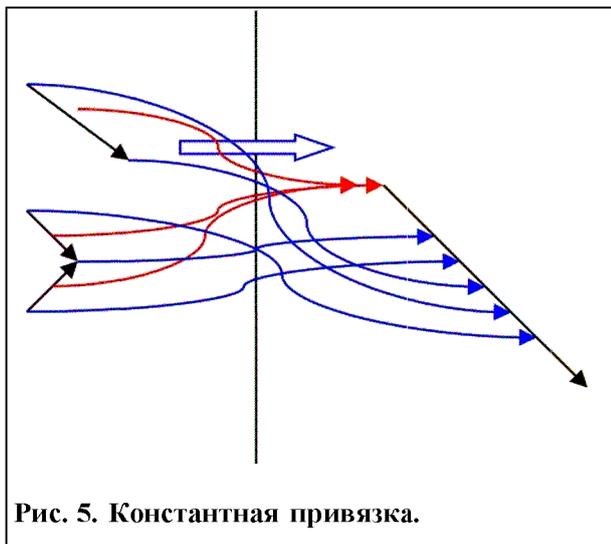


Рис. 5. Константная привязка.

Комментарий. Возникает резонный вопрос — зачем мы так мучаемся, разбирая достаточно известные понятия, в категорных кругах? А они у нас неассоциативные! Даже, частично. Да, ещё и строятся, на запутанных стрелках аграфа. И какая ассоциативность может быть, в диаграммах траекторий движения броуновских частиц — нашего основного примера.

4. Градоиды

4.1. Пусть $\text{Ob}(\mathcal{C})$ и $\text{Mor}(\mathcal{C})$ совокупности всех объектов и морфизмов суперкатегории \mathcal{C} . Очевидно, что пара

$$o = (\text{Ob}(\mathcal{C}), \text{Mor}(\mathcal{C}))$$

образует диграф

$$o = (\mathbf{O}, \mathbf{M}), \tag{11}$$

у которого **вершинами** \mathbf{O} будут объекты $\text{Ob}(\mathcal{C})$, а **рёбрами** \mathbf{M} — морфизмы $\text{Mor}(\mathcal{C})$.

Все рёбра и вершины диграфа \mathbf{O} принадлежат некоторому простому циклу.

Ориентируем все ненулевые простые циклы $Z \subseteq 2^{\mathbf{M}}$ диграфа \mathbf{O} . Нулевые циклы будем считать ориентированными в обе стороны одновременно. Тем самым, рёбра \mathbf{O} относительно цикла, к которому они принадлежат, имеют знак «1», или знак «2», в зависимости от того совпадает их направление с ориентацией соответствующего цикла. Рёбра \mathbf{O} , которые не принадлежат никакому циклу \mathbf{O} , называются **ресницами** и будут иметь знак «3».

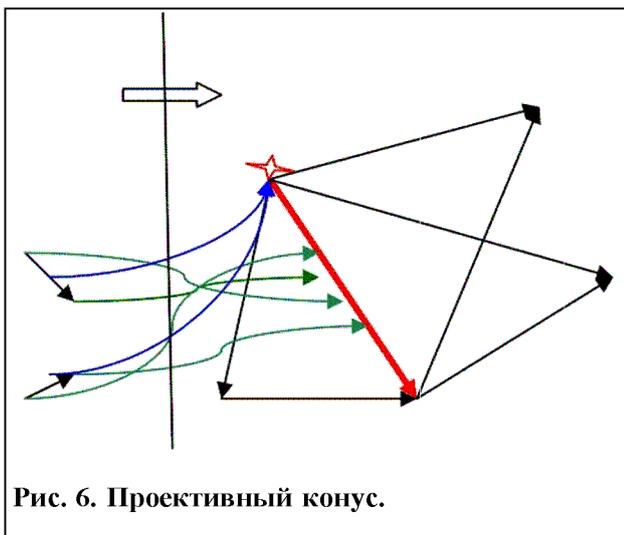


Рис. 6. Проективный конус.

Теорема 1. Совокупность всех ресниц диграфа \mathbf{O} образует дилес \mathcal{W} .

Доказательство следует из того, что ни одна ресница не входит в ни какой цикл.

Поддеревья дилеса W называются **кустами**, а подцепи W максимальной длины называются **хвостами градоида** \mathfrak{Z} . И как мы указывали раньше, существует отображение

$$\psi_1 : w(\mathbf{M}) \longrightarrow (\mathbf{3}), \tag{12}$$

где $w(\mathbf{M})$ — сет рёбер диграфа \mathbf{O} образующих дилес w .

Пусть $\mathbf{Z} = \{z_1, \dots, z_t\}$ — совокупность всех простых циклов диграфа \mathbf{O} с фиксированной ориентацией \hat{A} («за» или «против» часовой стрелки, формальное определение смотри в [6]) и $z_i = (z_i^1, \dots, z_i^{i_k})$, $i = [1, t]$, совокупность рёбер \mathbf{O} входящих в цикл z_i . Если цикл z_i — нулевой, другими словами $i_k = 1$, тогда

$$\psi_2 : z_i \longrightarrow (\mathbf{0}), \quad z_i^1 = z_i^{i_k} \mapsto \mathbf{0}. \tag{13}$$

Если цикл z_i — ненулевой, тогда

$$\psi_3 : z_i \longrightarrow (\mathbf{1}, \mathbf{2}), \tag{14}$$

$z_i^{i_s} \mapsto \mathbf{1}$, если ребро $z_i^{i_s}$ направлено по часовой стрелке,

$z_i^{i_s} \mapsto \mathbf{2}$, если ребро $z_i^{i_s}$ направлено против часовой стрелки.

Тем самым, рёбра ненулевого цикла z_i разбиваются на два подсета $\mathbf{R}^+(z_i)$ и $\mathbf{R}^*(z_i)$, которым сопоставляется $\mathbf{1}$ и $\mathbf{2}$, их будем называть, соответственно, **положительной** и **отрицательной стороной** цикла z_i , $z_i = \mathbf{R}^+(z_i) \cup \mathbf{R}^*(z_i)$, $\mathbf{R}^+(z_i) \cap \mathbf{R}^*(z_i) = \emptyset$.

Семёрку вида

$$\mathfrak{Z}\Gamma = (\mathbf{O}, \mathbf{M}, w, \mathbf{Z}, \psi_1, \psi_2, \psi_3), \tag{15}$$

будем называть **графическим градоидом**, см. рис. 7, или рис. 8. На обоих фигурах не нарисованы нулевые циклы, которые размещены в каждой вершине и без труда могут быть восстановлены фантазией нашего читателя.

Теорема 2. Пусть \mathbf{Z} простых циклов графического градоида $\mathfrak{Z}\Gamma$ (15). Совокупность положительных и отрицательных сторон циклов из удовлетворяет следующим свойствам:

- 1) не является стороной никакого цикла из \mathbf{Z} ;
- 2) Если S является стороной некоторого цикла, тогда стороной является и его дополнение \overline{S} ;
- 3) Нет строгого подсета стороны S , которая тоже является стороной;
- 4) Если S_0 и S_1 есть стороны, причем $S_1 \neq \overline{S_0}$ и $s \in S_0^+ \cap S_1^*$, тогда существует третья сто-



Рис. 7. Р.Магритт. Градоид?!

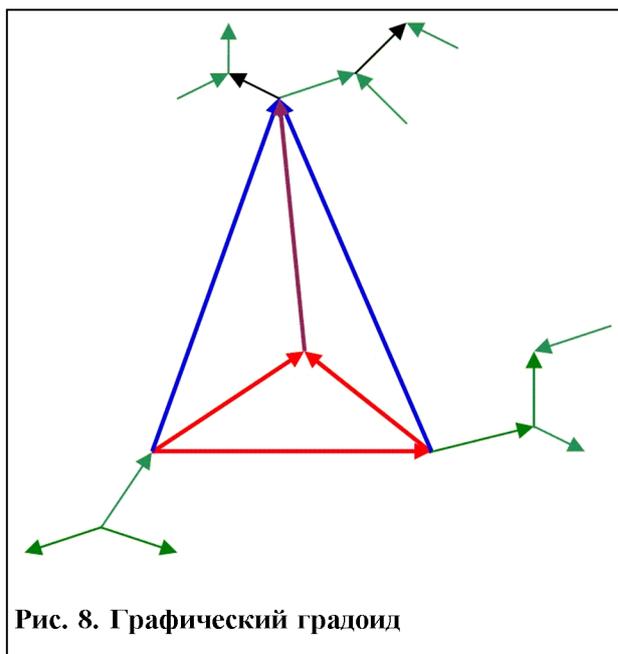


Рис. 8. Графический градоид

рона S_2 со свойством

$$S_2^+ \subseteq (S_0^+ \cup S_1^+) \setminus \{s\} \text{ and } S_2^- \subseteq (S_0^- \cup S_1^-) \setminus \{s\}.$$

Доказательство всех четырёх свойств и ещё огромного числа свойств диграфов содержится в моей старенькой, но всё ещё актуальной книге [5].

4.2. Пусть $\mathbf{Ob}(\mathfrak{C})$ и $\mathbf{Mor}(\mathfrak{C})$ совокупности всех объектов и морфизмов суперкатегории \mathfrak{C} .

Дальше, пусть $w = (\mathbf{V}, \mathbf{W})$, где \mathbf{V} — вершины, а \mathbf{W} — рёбра w , максимальный по включению, дилес диграфа $(\mathbf{Ob}(\mathfrak{C}), \mathbf{Mor}(\mathfrak{C}))$. Если сеты \mathfrak{Z} комбинаторной конфигурации

$$z = (\mathbf{Mor}(\mathfrak{C}) / \mathbf{W}, \mathfrak{Z}), \mathfrak{Z} \subseteq \mathbf{W}^\#,$$

где $\mathbf{W}^\# = 2^{\mathbf{Mor}(\mathfrak{C}) / \mathbf{W}}$, удовлетворяют свойствам 1) — 4), пара

$$\mathfrak{Z} = (w, z) \tag{16}$$

называется градоид \mathfrak{Z} виртуального графоида \mathfrak{G} .

5. Виртутриоид

Виртутриоидом \mathfrak{G} называется тройка

$$\mathfrak{G} = (\Gamma, \mathfrak{C}, \mathfrak{Z}),$$

где Γ — аграф (1), \mathfrak{C} — суперкатегория (2), \mathfrak{Z} — градоид (16).

Л и т е р а т у р а :

1. Valery V. Gritsak-Groener, Julia Gritsak-Groener. Sketch-categorical model of a knowledge base. // Nautshno-Tech. Inf., Ser. 2, 1990, N9, 24-26 (1990).
2. Valery V. Gritsak-Groener, Julia Gritsak-Groener. Sketch-categorical model of a Knowledge base. 2. // Autom. Doc. Math. Linguist. 2. 24, N5, 28-32 (1990).
3. Valery V. Gritsak-Groener. Recognition of semigroups and groupoids. The beginning of the algebraic theory of decoding. — Moscow, PMIT, 1981.
4. Valery V. Gritsak-Groener, Julia Gritsak-Groener. A Categorical Model of Neurosystem. // Proceedings of the 1996 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, Sunnyvale Hilton, California, USA, August 9-11, 1996. — Pp.1610–1613.
5. Theory of Matroids and L-matroids. — Publish House IK ANU, 1988.
6. Valery V. Gritsak-Groener. Logic and Categorical Theory for Natural Science. — ACADEMIA-SVITTOZIR, 1995. — 322 p.

Статья поступила в редакцию 08.04.2012 г.

Gritsak von Groener V.V., Gritsak-Groener J.

Virtutroids

In this paper we will introduce a new kind of mathematical structure which we will call a VIRTUTROID. It is an abstract mathematical three-structure which in many ways will reflect and model the way in which ground applications — mathematical physics (quantum & statistical physics), mathematical biology (life theory, molecular biology) and mathematical informatics (decoding theory, system theory) — is being built. It is starting article of a general theory of structure and organization of virtutroids.

Key words: agraph, supercategory, gradoid, virtutroid.

Олейник В. П.

О ФИЗИЧЕСКОЙ СУЩНОСТИ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Квантовая картина движения классических частиц

*Кафедра общей и теоретической физики,
Национальный технический университет Украины «КПИ»,
проспект Победы 37, Киев, 03056, Украина
e-mail: valoleinik@gmail.com*

Раскрыта физическая сущность вращательного движения материальных тел. Получены следующие результаты:

1. При движении классической частицы по криволинейной траектории по инерции генерируется взаимодействие (взаимосвязь) частицы с окружающим пространством. Вследствие указанной взаимосвязи частица превращается в открытую, нелокальную систему, занимающую все пространство: она состоит из области основной локализации, линейные размеры которой определяются радиусом кривизны траектории частицы, и хвоста, простирающегося от области основной локализации до бесконечности.
2. Существуют квантовые состояния классической частицы, представляющие собой суперпозицию состояний движения классической частицы и ее изображений — виртуальных частиц. Частица и ее изображения связываются между собой силовым шнуром, образуя устойчивую пространственную структуру, которая аналогична возбужденным состояниям квантовой частицы, рассматриваемым в стандартной квантовой механике.
3. Физический механизм взаимодействия между классической частицей и пространством заключается в том, что при вращательном движении частицы по инерции порождается особая физическая среда — эфирная среда, имеющая квантовую структуру. Важно, что эфирная среда не вводится в теорию в качестве гипотетической среды, наделяемой физическими свойствами по произволу исследователя, а появляется с необходимостью как следствие движения частицы по инерции.
4. Квантованная эфирная среда обволакивает частицу, как бы «одевая» ее облаком виртуальных частиц. Взаимодействие частицы с окружающим пространством осуществляется посредством обмена квантами энергии и импульса между частицей и эфирной средой. Определены физические характеристики элементарных возбуждений эфирной среды — эфиронов. Найдена область энергетического спектра эфиронов, отвечающая процессам трансформации вещества в виде классических частиц в эфирную среду и обратным процессам — трансформации эфирной среды в обычное вещество.
5. В спектре энергии эфиронов имеется критическая точка, в которой происходит полное превращение классической частицы в эфирную среду. Дематериализация классической частицы отнюдь не означает исчезновения материи; она представляет собой превращение обычного вещества в латентное (скрытое) состояние — эфирную материю. Указанные процессы материализации эфирной среды и дематериализации вещества представляют собой естественные аналоги и обобщения в области механики известных из квантовой электродинамики процессов аннигиляции пар частица-античастица с образованием фотонов и обратных процессов — процессов рождения пар частица-античастица электромагнитными квантами.

По существу, в работе дана формулировка механики открытых систем, вносящая в классическую механику принципиально новые физические представления о движении материальных тел по инерции. Необходимость радикального пересмотра ньютоновской схемы механики обусловлена существованием исследованных здесь физических особенностей вращательного движения, которые до сих пор выпадали из поля зрения исследователей.

Дано простое качественное объяснение ряда наблюдаемых астрономических феноменов, природу которых невозможно понять в рамках общепринятых физических представлений. Речь идет о том, что положение Солнца и специфические солнечно-планетные конфигурации могут существенно повлиять на протекание некоторых физических процессов, происходящих на Земле.

Понимание физической природы вращательного движения и раскрытие тайны происхождения эфирной среды открывают широкие перспективы создания качественно новых, экологически чистых источников энергии, средств коммуникации и транспорта, использующих квантовые процессы взаимного превращения эфирной среды и вещества.

Ключевые слова: физическая сущность вращательного движения, эфирная среда, квант эфирной среды, виртуальная частица, силовой (эфирный) шнур, эфирная материя, материализация эфирной среды, дематериализация вещества, открытая система, активная тепловая машина.

1. Введение. Основные физические идеи и представления

В настоящей работе развиваются физические идеи и физические представления, изложенные в цикле исследований [1–4] по центральной проблеме физики — проблеме движения. Рассмотрены характерные особенности вращательного движения и раскрыта его физическая сущность. Установлено существование взаимосвязи и взаимодействия между классическими частицами, совершающими вращательное движение, и пространством, в котором это движение происходит.

Показано, что **классическая частица, движущаяся по криволинейной траектории по инерции, порождает в окружающем пространстве особую физическую среду, обладающую квантовой структурой (мы называем ее эфирной средой)**. Частица превращается в открытую систему, неразрывно связанную с окружением и непрерывно взаимодействующую с ним путем обмена квантами энергии и импульса. Полученные результаты позволяют представить в новом, неожиданном свете многие физические явления и процессы и, в частности, **построить квантовую картину движения классических частиц, что является принципиально новым результатом в теоретической физике**.

Как неоднократно отмечалось ранее [1,3], пространство может быть однородным и изотропным только в отсутствие реальных, физических частиц. Наличие в пространстве хотя бы одной частицы делает его неоднородным и неизотропным. На частицы, движущиеся ускоренно по инерции, действуют особые силы кинематического происхождения — силы инерции, возникновение которых обусловлено неоднородностью и неизотропностью пространства. Вследствие появления сил инерции, частицы становятся открытыми системами, связанными со всем пространством, которое тем самым наделяется физическими свойствами, т. е. превращается в особую физическую среду — эфирную среду. **Имеется, таким образом, универсальный механизм открытости (неизолированности) механической системы**, наличие которого совершенно исключает саму возможность существования изолированных систем.

Под открытой системой обычно понимают такую физическую систему, которая взаимодействует с окружающими телами. В настоящей же работе речь идет о том, что при движении частицы по криволинейной траектории по инерции окружение частицы (т. е. окружающее пространство) реагирует на это движение, испытывая его влияние, и, в свою очередь, влияет на поведение частицы. Иными словами, упомянутый **механизм открытости** состоит в том, что частица, вследствие ускоренного движения по инерции, в отсутствие взаимодействия с окружающими телами, порождает эфирную среду и благодаря этому превращается в нелокальную физическую систему, неразрывно связанную с окружающим пространством.

Подчеркнем, что для образования эфирной среды, т. е. **для превращения абстрактного геометрического пространства в пространство физическое**, достаточно наличия одной-единственной классической частицы, движущейся по инерции по криволинейной траектории. Очевидно, что классическая частица, находящаяся в состоянии криволинейной инерции, является не только открытой, но и самоорганизующейся, самоуправляемой системой. Из-за наличия обратной связи, осуществляемой через эфирную среду, частица не только влияет на окружение, но и испытывает обратное действие, стремясь перемещаться по инерции — свободно, без принуждения, не расходуя собственной энергии.

Кванты (элементарные возбуждения) эфирной среды (назовем их эфиронами) представляют собой виртуальные частицы, образующие «одежду» (шубу) реальных частиц; количество эфиронов в шубе реальной частицы и их взаимное расположение определяют импульс, момент, энергию и другие физические характеристики частицы. Эфироны являются изображениями реальных частиц и обладают физическими свойствами реальных частиц. От последних они отличаются лишь тем, что их невозможно наблюдать в свободном состоянии: будучи изображениями реальных частиц, они неотделимы от последних. Их существование можно обнаружить, лишь исследуя физические свойства и поведение реальных частиц.

Криволинейные движения частицы по инерции удобно описывать в терминах **механических диполей** [2]. Под механическим диполем мы понимаем систему, подобную электрическому диполю в электродинамике. Механический диполь состоит из частицы, движущейся по инерции по окружности, и центра окружности. Он описывается дипольным моментом $\vec{d} = m\vec{r}$,

где m — масса частицы, \vec{r} — радиус-вектор частицы, проведенный из центра окружности.

Исследование движений по инерции показывает, что существуют квантовые состояния классических частиц, движущихся по инерции по криволинейным траекториям. Указанные состояния движения представляют собой вихрь или совокупность нескольких вихрей, связанных между собой силовым шнуром и образующих устойчивую пространственную структуру; состояния, состоящие из нескольких вихрей, можно рассматривать как многодипольные состояния — суперпозиции нескольких механических диполей.

Однодипольное состояние движения частицы с дипольным моментом $\vec{d}_1 = m\vec{r}_1$, которое мы называем вихрем, — это равномерное вращение частицы по окружности радиуса r_1 . Центр вихря совпадает с центром окружности O_1 , от которого отсчитывается радиус-вектор \vec{r}_1 ; положение центра вихря в пространстве фиксировано. Точка, в которой находится частица, и центр вихря O_1 являются, соответственно, источником и стоком поля силы $\vec{F} = m\ddot{\vec{r}}$, действующей на частицу.

Двухдипольное состояние с дипольными моментами $\vec{d}_1 = m\vec{r}_1$ и $\vec{d}_2 = m\vec{r}_2$, где \vec{r}_2 — радиус-вектор точки O_1 , отсчитанный от некоторой неподвижной точки O_2 , представляет собой наложение двух вихрей, между которыми имеется качественное различие. Если вихрь \vec{d}_1 (главный вихрь) представляет собой вращение реальной частицы массы m вокруг центра окружности O_1 , то вихрь \vec{d}_2 (вторичный вихрь) — это вращение центра вихря \vec{d}_1 (т. е. точки O_1) вокруг центра окружности O_2 . Однако в точке O_1 отсутствует реальная частица, т. е. получается так, как если бы вихрь \vec{d}_2 представлял собой вращение реальной частицы массы m . Это — **явление фантома**, которое можно объяснить тем, что точка O_1 играет роль центра масс вихря \vec{d}_1 , рассматриваемого как единое целое, и поэтому точке O_1 следует приписать массу реальной частицы, движение которой порождает вихрь \vec{d}_2 . Как видим, вихрь \vec{d}_2 представляет собой вращение особой частицы, которая является как бы **изображением** реальной частицы, обладающим ее массой. Такую частицу будем называть **виртуальной частицей**.

Таким образом, **двухдипольное состояние движения частицы по инерции представляет собой суперпозицию реальной частицы и ее изображения — виртуальной частицы**. Виртуальная частица ведет себя подобно реальной частице; ее физические характеристики определяются аналогично физическим характеристикам реальной частицы. В частности, на виртуальную частицу действует сила $\vec{F}_2 = \ddot{\vec{d}}_2$. Главный и вторичный вихри связываются между собой **силовым шнуром**, идущим от реальной частицы к центрам вихрей O_1 и O_2 .

Аналогично образуются n -дипольные состояния частицы ($n > 2$), которые можно рассматривать как состояния движения по инерции реальной частицы, облаченной в шубу из $n-1$ виртуальных частиц. Каждое такое состояние движения частицы характеризуется определенными линейными размерами, геометрической формой и физическими параметрами. Имеет место, таким образом, **явление пространственного (геометрического) квантования** криволинейного движения классической частицы по инерции.

Чтобы уточнить представление об эфирной среде как среде, состоящей из виртуальных частиц (эфиронов), обратимся к квантовым переходам, которые совершает классическая частица, движущаяся по инерции по криволинейной траектории, перескакивая из одного квантового состояния в другое. Основные особенности такого рода переходов можно выявить, рассмотрев переход из однодипольного состояния в двухдипольное вида

$$\vec{r}_1 \rightarrow \vec{r}_1 + \vec{r}_2, \quad (*)$$

где радиус-вектор \vec{r}_1 , стоящий слева, описывает начальное однодипольное состояние частицы, а сумма радиус-векторов $\vec{r}_1 + \vec{r}_2$, стоящая справа, — конечное двухдипольное состояние, представляющее собой суперпозицию состояний реальной и виртуальной частиц.

Квантовый переход (*) отвечает порождению классической частицей, находившейся в

состоянии \vec{r}_1 , виртуальной частицы в состоянии с радиус-вектором \vec{r}_2 . Физические характеристики эфилона, порожденного частицей, нетрудно определить, применив к указанному переходу законы сохранения энергии и импульса. Расчет показывает, что в энергетическом спектре эфиронов имеется область импульсов, в которой энергия эфиронов отрицательна. Квантовые переходы, отвечающие этой области, представляют собой процессы трансформации эфирной среды в обычное вещество реальных частиц (процессы материализации эфирной среды) и обратные процессы — процессы дематериализации обычного вещества (превращение реальных частиц в эфирную среду).

Следует подчеркнуть, что эфирная среда имеет корпускулярную структуру: она представляет собой совокупность квантов энергии и импульса — эфиронов. Этот вывод следует с необходимостью из открытого нами явления пространственного квантования состояний движения классических частиц, движущихся по инерции по криволинейным траекториям.

В ньютоновской схеме механики не рассматриваются криволинейные движения материальных тел по инерции. Вследствие этого, в механике Ньютона отсутствует эфирная среда и, значит, не могут возникнуть процессы трансформации материи в эфирную среду и обратные процессы. Приведенная в данной работе формулировка классической механики исходит из представления о том, что существуют ускоренные движения материальных тел по инерции и такого рода состояния движения частиц относятся к наиболее устойчивым состояниям. Как видно из наших результатов, классические частицы, движущиеся ускоренно по инерции, порождают особую физическую среду — эфирную среду и непрерывно взаимодействуют с нею путем испускания и поглощения квантов энергии и импульса — эфиронов. Подчеркнем, что эфирная среда не является внешним образованием по отношению к частицам: она порождается реальными частицами при их ускоренном движении по инерции и вместе с тем является их составной частью, образуя «одежду» частиц.

Полученные результаты свидетельствуют, казалось бы, о том, механику открытых систем следует формулировать иначе: не основываясь на криволинейных движениях по инерции, а исходя из постулата о существовании эфира как среды, заполняющей все пространство, и приписывая эфиру те или иные физические свойства, например, свойства газообразных или жидких веществ. Но **эфир как исходная физическая среда** должен иметь корпускулярную структуру, т. е. он должен состоять из некоторых материальных частиц. Следовательно, **в таком подходе пришлось бы оперировать двумя разными сортами материи** — исходными гипотетическими частицами, из которых состоит эфир, и весомой материей, сгустки которой дают обычные, реальные материальные частицы. Очевидно, что основная задача механики на этом пути сводилась бы к необходимости конструировать обычные частицы в виде совокупности исходных гипотетических частиц.

Отметим, что в конце XIX века проблема эфира интенсивно разрабатывалась именно таким способом (см. лекции Г. Лорентца [5], посвященные обзору теорий и моделей эфира). Эфир вводился в рассмотрение как внешняя по отношению к классическим частицам газообразная или жидкая среда, которая произвольно наделялась исследователями теми или иными свойствами — сжимаемостью, несжимаемостью, упругостью, способностью взаимодействовать с полем тяготения и т. п. Как известно, такой подход не привел к удовлетворительным результатам и вскоре после создания СТО и квантовой механики был забыт. Одной из причин неудачи исследований по проблеме эфира был существенный недостаток самого подхода — введение в теорию двух различных сортов материи и произвольное приписывание эфиру требуемых свойств привело к излишнему усложнению теоретической схемы и не позволило выявить истинное взаимоотношение, имеющееся в реальном мире, между весомой материей и эфиром.

Преимущество развиваемой в данной работе теории состоит в том, что мы исходим из существования только одного вида материи — классических частиц. Исследуемая здесь **эфирная среда существенно отличается от эфира**, изучавшегося в классической физике в XIX веке. Она не вводится в теорию в качестве гипотетической среды, наделяемой исследователем необходимыми для него свойствами, а появляется как следствие криволинейного движения по инерции классических частиц; ее поведение и физические свойства вытекают с необходимостью из ограничений, налагаемых условиями криволинейного движения по инерции. Эфирная среда — это совокупность виртуальных частиц, представляющих собой изображения классиче-

ских частиц. Физические характеристики элементарных возбуждений этой среды — эфиронов следуют из законов сохранения энергии и импульса, описывающих квантовые переходы классических частиц из одного состояния криволинейной инерции в другое. Эфирная среда появляется как особый вид материи, порождаемый классическими частицами, и, следовательно, является вторичным понятием в сравнении с обычной материей. Будучи составленной из виртуальных частиц, эфирная среда сама по себе не наблюдаема. Ее существование в природе выдает лишь то обстоятельство, что она может влиять на поведение обычной материи, изменяя ее физические свойства. Как видно из полученных результатов, при выполнении определенных условий материальные частицы могут полностью трансформироваться в эфирную среду, образуя эфирные сгустки (мешки) с отрицательной энергией. Но эти сгустки можно обнаружить лишь косвенным путем — по их воздействию на материальные тела.

Важно отметить, что эфирон может оказаться наблюдаемым, если он отрывается от частицы, покидая ее шубу. Утрачивая связь с частицей, он превращается в безмассовое возбуждение эфирной среды — фотон, фонон и др. Это происходит в том случае, если вращательное движение эфирона преобразуется в поступательное, скорость которого направлена от частицы. Подобный процесс может произойти лишь при дискретных значениях импульса (или энергии) реальной частицы, определяемых законами сохранения, что и приводит к дискретному спектру электромагнитных волн, испускаемых материальными телами.

Отметим, что **состояние классической частицы, движущейся по криволинейной траектории по инерции, является близким аналогом состояния квантовой частицы** — связанного стационарного состояния электрона в атоме. Различие между ними состоит лишь в том, что классические частицы имеют непрерывный спектр энергии, а атомные электроны — дискретный, причем энергия классических частиц всегда положительна, в отличие от энергии связанных состояний электронов в атоме, которая отрицательна.

Общепринятая теория атомных спектров исходит из представления о том, что дискретность энергетического спектра атомных электронов обусловлена кулоновским взаимодействием электронов с ядрами атомов. Указанное взаимодействие имеет форму потенциальной ямы, что обеспечивает существование дискретных уровней энергии, на которых располагаются атомные электроны. Квантовые переходы электрона с одного уровня на другой приводят к линейчатому спектру электромагнитных волн, испускаемых атомами вещества.

Аналогия между законом кулоновского взаимодействия электрических зарядов и законом всемирного тяготения, а также результаты, полученные в данной работе и в работах [1–4], свидетельствуют в пользу того, что линейчатые спектры атомов можно объяснить, основываясь не на иллюзорных представлениях о потенциальных ямах, в которых якобы локализованы атомные электроны и которые обеспечивают дискретность спектра энергии электронов, а на последовательной теории квантовых переходов классических частиц, движущихся в атомах ускоренно по инерции.

Перечислим основные результаты, изложенные в последующих разделах работы.

Раздел 2 посвящен пространственному квантованию классических частиц, движущихся по криволинейным траекториям по инерции. В предыдущих работах автора рассматривалось простейшее состояние ускоренного движения по инерции, соответствующее основному состоянию квантовой частицы в стандартной формулировке квантовой механики. Теперь **задача состоит в том, чтобы получить состояния движения классической частицы, аналогичные возбужденным состояниям квантовой частицы**. Это достигается снятием ограничений на движение классической частицы: осуществляется переход от движения по инерции с неподвижным центром кривизны траектории, к движениям, в которых центр кривизны перемещается в пространстве произвольным образом.

Отмечается, что классическая частица, находящаяся в состоянии криволинейной инерции, является открытой системой, открытость которой обусловлена не взаимодействием частицы с окружающими телами, а действием на нее силы инерции, обязанной своим происхождением неоднородности и неизотропности пространства. Вводится понятие n -дипольного состояния частицы, которое является аналогом возбужденного состояния квантовой частицы. Указанное состояние состоит из главного вихря, обусловленного движением реальной частицы, и $n - 1$ вторичных вихрей, представляющих собой движение виртуальных частиц, которые явля-

ются изображениями реальной частицы. Реальная частица и ее изображения связываются между собой силовым шнуром, который делает n -дипольное состояние частицы устойчивой пространственной структурой. n -дипольные состояния при различных значениях n представляют собой различные **квантовые состояния** классической частицы, которые можно характеризовать определенными квантовыми числами.

В разделе 3 дана физическая картина квантовых процессов, приводящих к формированию многодипольных состояний классической частицы. Рассмотрены переходы частицы, движущейся ускоренно по инерции, из одного квантового состояния в другое. Указанные переходы сопровождаются испусканием и поглощением квантов энергии и импульса, которые мы интерпретируем как эфироны — элементарные возбуждения эфирной среды. Из законов сохранения энергии, импульса и момента импульса, отвечающих квантовым переходам классических частиц, выведены физические характеристики эфиронов.

Показано, что в энергетическом спектре эфиронов имеется область отрицательных энергий, отвечающая импульсам эфиронов k , лежащим в интервале $(0, 2k^*)$, где $k = k^*$ — критическое значение импульса эфирона, отвечающее минимуму его энергии. Область отрицательных энергий эфиронов характеризуется тем, что в ней происходят процессы трансформации эфиронов в материю реальной частицы (процессы материализации эфирной среды) и обратные процессы трансформации материи реальной частицы в эфиры (процессы дематериализации вещества реальной частицы). В критической точке $k = k^*$ происходит полное превращение реальной частицы в эфирную среду. Образуется эфирный вихрь, который представляет собой пространственную сферическую область, заполненную эфиром, — сгусток эфира (мешок), обладающий запасом отрицательной энергии.

Уточняется понятие эфирона. Это квант эфирной среды, состоящий из виртуальной частицы и силового шнура, соединяющего центр окружности, по которой перемещается виртуальная частица, с виртуальной частицей, либо соединяющего две соседние виртуальные частицы. Классическая частица, движущаяся ускоренно по инерции, порождает эфирную среду и непрерывно обменивается с ней эфиронами. Она перемещается в пространстве как бы окутанная облаком (шубой) виртуальных образований — эфиронов.

В разделе 4 рассматривается ускоренное движение по инерции открытой системы, состоящей из нескольких классических частиц. Отмечается, что расширение ньютоновской схемы механики путем включения криволинейных движений тел по инерции в теоретическую схему позволяет снять принципиальный запрет, налагаемый в механике Ньютона на движения, в которых центр масс тела движется ускоренно в отсутствие внешних сил.

Раздел 5 посвящен криволинейному движению по инерции системы из двух классических частиц. Рассмотрены два предельных случая: 1) частицы находятся в таком состоянии криволинейного движения по инерции, в котором сохраняются постоянными расстояние между частицами и расстояние от центра масс двухчастичной системы до ее центра вихря, и 2) каждая из частиц движется по криволинейной траектории по инерции в сильном смысле [2] независимо от другой.

В первом предельном случае исходные частицы с массами m_1, m_2 движутся по концентрическим окружностям, центр которых совпадает с центром масс C системы частиц. Точка C движется по окружности с центром в точке O_1 , которая совпадает с центром вихря всей системы. В то же время частицы m_1, m_2 движутся по замкнутым траекториям вокруг точки O_1 и их расстояние от этой точки изменяется со временем периодически. Движение системы можно описать с помощью трех механических диполей, два из которых описывают движение частиц вокруг центра масс C , а третий описывает движение точки C относительно центра вихря O_1 . Если сравнить состояние движения двухчастичной системы с двухдипольным состоянием движения одной частицы, то упомянутые выше два диполя, которые мы называем сопряженными, отвечают главному вихрю, и третий диполь соответствует вторичному вихрю одной частицы. Вычислены зависимости энергии и момента импульса эфиронов, возникающих в двухчастичной системе, от импульса эфиронов.

Во втором предельном случае происходит перераспределение энергии между относи-

тельным движением частиц и движением центра масс системы. Особенность движения состоит в том, что хотя каждая из частиц, взятых в отдельности, движется по инерции в сильном смысле, центр масс не находится в состоянии криволинейного движения по инерции.

В разделе 6 рассмотрено поведение эфиронов двухчастичной системы в случае замкнутой и открытой систем. Показано, что в случае замкнутой системы результирующий импульс эфиронов, отвечающих частицам m_1, m_2 , обращается в нуль, но результирующие энергия и момент импульса эфиронов отличны от нуля. Как для замкнутой, так и для открытой систем двух частиц, найдено положение критической точки в энергетическом спектре эфиронов, в которой система двух частиц полностью трансформируется в эфирную среду, т. е. происходит дематериализация двух частиц. Обнаружено, что в случае открытой системы возможна частичная дематериализация системы, когда дематериализуется только та ее часть, которая отвечает относительно движению частиц.

Установлена связь описанного нами в разделе 2 явления пространственного квантования классических частиц, движущихся ускоренно по инерции, с квантованием энергии атомных частиц, которое рассматривается в стандартной квантовой механике. Показано, что число диполей в n -дипольном состоянии движения классической частицы аналогично главному квантовому числу n электрона в атоме водорода. Этот результат означает, что физический механизм испускания или поглощения классической частицей кванта энергии состоит в удалении из частицы, находящейся в многодипольном состоянии, какого-либо диполя или прибавлении к частице нового диполя.

В связи с непрерывностью спектра энергии классических частиц, находящихся в состоянии криволинейной инерции, возникает вопрос: не противоречит ли этот факт тому обстоятельству, что электромагнитное излучение, испускаемое или поглощаемое атомами вещества, имеет не непрерывный, а линейчатый спектр частот?

Поскольку вопрос касается испускания и поглощения фотонов электрически заряженными частицами вещества, то ответ состоит в следующем. **Чтобы в рамках механики найти спектр частот электромагнитных волн, испускаемых или поглощаемых электрически заряженными частицами**, необходимо 1) найти такие состояния криволинейного движения классических частиц по инерции в слабом смысле, которые позволили бы приписать частице электрический заряд, и 2) выделить среди множества элементарных возбуждений эфирной среды, порождаемой частицей с электрическим зарядом, фотонную ветвь возбуждений. Применяя затем законы сохранения энергии и импульса к квантовым переходам частиц, получим спектр частот электромагнитных волн. Важно иметь в виду, что как определение указанных выше состояний движения частиц, характеризующихся электрическим зарядом, так и выделение фотонной ветви элементарных возбуждений эфирной среды требует наложения **ограничений на параметры, определяющие энергетический спектр частиц**. Качественный анализ этих ограничений показывает, что они-то и приводят к искомому дискретному спектру частот электромагнитных волн, испускаемых или поглощаемых электрическими зарядами.

Таким образом, линейчатый спектр электромагнитного излучения, испускаемого атомами, объясняется не наличием потенциальных ям, в которых локализуются атомные электроны, а существованием таких состояний криволинейного движения по инерции классических частиц, которые можно охарактеризовать, приписав частицам в некотором приближении электрический заряд.

В заключительном разделе формулируются основные выводы работы. Кратко основное содержание работы можно выразить словами. **Раскрыта физическая природа вращательного движения и установлен физический механизм взаимодействия классической частицы с окружением, превращающий частицу в открытую систему**. Этот механизм состоит в том, что частица, находясь в состоянии криволинейной инерции, порождает в окружающем пространстве квантованную эфирную среду и непрерывно обменивается с нею квантами энергии и импульса.

2. Пространственное квантование классических частиц

Рассмотрим классическую частицу массой m , движущуюся по криволинейной траекто-

рии в некоторой системе отсчета K , с которой свяжем систему координат с началом в точке O . Предположим, что частица движется по инерции по окружности, центр которой находится в точке O_1 с радиус-вектором \vec{R}_1 . Обозначим через \vec{r} и \vec{r}_1 радиус-векторы частицы, отсчитанные, соответственно, от точки O (начала координат) и от точки O_1 . Векторы \vec{r} , \vec{r}_1 и \vec{R}_1 связаны между собой равенством

$$\vec{r} = \vec{R}_1 + \vec{r}_1. \quad (1)$$

В соответствии с (1) на частицу действует сила \vec{F} ,

$$\vec{F} = m\ddot{\vec{r}} = m\ddot{\vec{R}}_1 + m\ddot{\vec{r}}_1, \quad (2)$$

и выполняется следующее правило сложения скоростей:

$$\vec{v} = \vec{V}_1 + \vec{v}_1, \quad (3)$$

где $\vec{v} = \dot{\vec{r}}$, $\vec{V}_1 = \dot{\vec{R}}_1$, $\vec{v}_1 = \dot{\vec{r}}_1$.

В данной работе ради простоты мы ограничиваемся плоским движением, происходящим в плоскости $xу$. Под \vec{e}_z понимается орт, перпендикулярный к плоскости $xу$ и образующий с оортами \vec{e}_x и \vec{e}_y , лежащими в плоскости $xу$, правовинтовую систему.

Криволинейное движение частицы по инерции в сильном смысле определяем следующими соотношениями [2]:

$$\vec{F} \neq 0, \quad dA = 0, \quad dA_{\perp} = 0, \quad (4)$$

где dA — элементарная работа, совершаемая силой \vec{F} над частицей при ее перемещении на вектор перемещения $d\vec{r}$, dA_{\perp} — вращательная компонента работы dA .

Если $\vec{R}_1 = const$, т. е. $\vec{V}_1 = 0$, элементарная работа dA определится выражением

$$dA = \vec{F}d\vec{r} = m\ddot{\vec{r}}_1 d\vec{r}_1 = dT, \quad (5)$$

где $T = m\vec{v}^2 / 2 = m\vec{v}_1^2 / 2$ — кинетическая энергия частицы. Используя представление векторов \vec{r}_1 и \vec{v}_1 в полярных координатах,

$$\begin{aligned} \vec{r}_1 &= r_1 \vec{e}_{r_1}, \quad \vec{e}_{r_1} = (\cos \phi_1, \sin \phi_1), \quad \dot{\vec{e}}_{r_1} = \dot{\phi}_1 \vec{e}_{\phi_1}, \quad \vec{e}_{\phi_1} = (-\sin \phi_1, \cos \phi_1), \quad \dot{\vec{e}}_{\phi_1} = -\dot{\phi}_1 \vec{e}_{r_1}, \\ \vec{v}_1 &= v_{1r} \vec{e}_{r_1} + v_{1\phi} \vec{e}_{\phi_1}, \quad v_{1r} = \dot{r}_1, \quad v_{1\phi} = r_1 \dot{\phi}_1, \end{aligned} \quad (6)$$

поступательную ($\vec{v}_{1||}$) и вращательную ($\vec{v}_{1\perp}$) составляющие вектора скорости \vec{v}_1 можно записать в виде:

$$\vec{v}_{1||} = v_{1r} \vec{e}_{r_1}, \quad \vec{v}_{1\perp} = v_{1\phi} \vec{e}_{\phi_1} = [\vec{\omega}_1 \vec{r}_1]. \quad (7)$$

Здесь $\vec{\omega}_1 = \dot{\phi}_1 \vec{e}_z$ — вектор угловой скорости; при получении равенств (7) использована формула $\vec{e}_{\phi_1} = [\vec{e}_z \vec{e}_{r_1}]$. Учитывая соотношения (7) и равенство $\vec{R}_1 = const$, вращательную компоненту работы, отвечающую вращению частицы вокруг точки O_1 с угловой скоростью $\vec{\omega}_1$, запишем так:

$$dA_{\perp} = \vec{F}d\vec{r}_{\perp} = \vec{F}\vec{v}_{1\perp} dt = (\vec{\omega}_1 \vec{M}) dt, \quad (8)$$

где $\vec{M} = [\vec{r}_1, \vec{F}]$ — момент силы, действующей на частицу, относительно точки O_1 . В силу уравнения моментов $\vec{M} = d\vec{L} / dt$, где \vec{L} — момент импульса, $\vec{L} = [\vec{r}_1 \vec{p}]$, $\vec{p} = m\vec{v}_1$, формулу (8) можно представить в следующем простом виде:

$$dA_{\perp} = \vec{\omega}_1 d\vec{L}. \quad (9)$$

В силу (5) и (9) условия (4) криволинейного движения по инерции приводят к интегралам движения:

$$T = m(\dot{r}_1^2 + r_1^2 \dot{\phi}_1^2) / 2 = const, \quad \vec{L} = m[\vec{r}_1 [\vec{\omega}_1, \vec{r}_1]] = m r_1^2 \vec{\omega}_1 = const. \quad (10)$$

При выводе формул (10) учтены соотношения (6) и (7) и равенство $(\vec{\omega}_1 \vec{r}_1) = 0$. Как показано в работе [2], при выполнении условий (4) из интегралов движения (10) следует, что части-

ца равномерно вращается по окружности, т. е. имеет место вращательное движение по инерции. Параметры движения (радиус окружности r_1 , угловая $\omega_1 = |\vec{\omega}_1|$ и линейная $v_1 = |\vec{v}_1|$ скорости движения) выражаются следующим образом через интегралы движения:

$$r_1 = \frac{L}{\sqrt{2mT}}, \quad \omega_1 = \frac{2T}{L}, \quad v_1 = \sqrt{\frac{2T}{m}}, \quad L = |\vec{L}|. \quad (11)$$

Приведем формулы для кинетической энергии, момента импульса и силы, действующей на частицу:

$$T = m\omega_1^2 r_1^2 / 2, \quad \vec{L} = m r_1^2 \vec{\omega}_1, \quad \vec{F} = m \ddot{\vec{r}}_1 = -m\omega_1^2 r_1 \vec{e}_{r_1}. \quad (12)$$

Криволинейные движения частицы по инерции мы описываем в терминах **механических диполей** [2], которые аналогичны электрическим диполям в электродинамике. Под механическим диполем понимается система, состоящая из частицы, движущейся по инерции по окружности, и центра окружности. Механический диполь описывается дипольным моментом $\vec{d} = m\vec{r}$, где m — масса частицы, \vec{r} — радиус-вектор частицы, проведенный из центра окружности. На частицу действует сила $\vec{F} = m\ddot{\vec{r}}$, направленная противоположно радиус-вектору \vec{r} ; точка, в которой находится частица, и центр окружности являются, соответственно, источником и стоком поля силы \vec{F} .

Рассмотренное выше движение частицы при $\vec{R}_1 = const$ (см. (1)) можно описать с помощью механического диполя с дипольным моментом

$$\vec{d}_1 = m\vec{r}_1. \quad (13)$$

Импульс частицы $\vec{p} = m\dot{\vec{r}}$, момент импульса относительно центра кривизны траектории $\vec{L} = [\vec{r}_1, \vec{p}]$ и действующая на частицу сила $\vec{F} = d\vec{p} / dt$ выражаются через дипольный момент:

$$\vec{p} = \dot{\vec{d}}_1, \quad \vec{L} = [\vec{r}_1, \dot{\vec{d}}_1], \quad \vec{F} = \ddot{\vec{d}}_1. \quad (14)$$

Следует подчеркнуть, что на частицу, находящуюся в состоянии вращательной инерции, действует сила $\vec{F} \neq 0$ (12) и, следовательно, частица является открытой (неизолированной) системой. Указанная сила не является, однако, внешней. Согласно [1,2], ее возникновение обусловлено неоднородностью и неизотропностью пространства, т. е. сила имеет чисто кинематическое происхождение. Обычно под открытыми понимают такие физические системы, на которые действуют тела, не входящие в эти системы, т. е. действуют внешние силы со стороны окружения. Рассматривая криволинейные движения частиц по инерции, мы сталкиваемся с **открытыми системами качественно нового типа**: их открытость обусловлена действием не внешних сил, а сил инерции, возникающих вследствие ускоренного движения тела по инерции. Таким образом, **классическая частица, движущаяся по криволинейной траектории по инерции, представляет собой открытую систему**.

Выше мы рассмотрели криволинейное движение частицы по инерции, происходящее при условии $\vec{R}_1 = const$. Это условие означает, что частица вращается по инерции вокруг точки O_1 , которая закреплена в пространстве в системе отсчета K . В качестве следующего шага обобщим движения такого рода на случай, когда точка O_1 , вокруг которой частица движется по инерции, перемещается по некоторой траектории. Это позволит в дальнейшем связать вращение частицы вокруг точки O_1 с **собственным вращением частицы** и ввести понятие собственного момента (спина) частицы, а перемещение точки O_1 (центра кривизны траектории) интерпретировать как **орбитальное движение** (движение системы как целого). Естественно потребовать, чтобы результирующее движение было криволинейным движением частицы по инерции.

Целью нашего последующего исследования является дальнейшее обобщение понятия движения по инерции путем снятия ограничений на движение частицы. Мы переходим от криволинейного движения частицы по инерции, с неподвижным центром кривизны траектории, к таким движениям по инерции, в которых центр кривизны перемещается в пространстве произ-

вольным образом. Это открывает путь к выделению собственного (спинового) движения классической частицы. Задача состоит в том, чтобы каждому элементу множества криволинейных движений по инерции, открытых нами ранее, поставить в соответствие континуум движений по инерции, порождаемых движением центра кривизны траектории частицы. Мы исходим из представления о том, что частица, движущаяся по инерции, должна обладать максимально возможной свободой перемещения в пространстве; ее движение не должно испытывать каких-либо ограничений, навязываемых извне, со стороны окружения. Единственное условие, которому удовлетворяет криволинейное движение по инерции, состоит в том, что оно совершается в отсутствие каких-либо энергетических затрат (см. (4)).

Перейдем к рассмотрению криволинейного движения классической частицы при $\vec{R}_1 \neq const$. Записывая векторы \vec{R}_1 и $\vec{V}_1 = \dot{\vec{R}}_1$ в полярных координатах,

$$\vec{R}_1 = R_1 \vec{e}_{R_1}, \quad \vec{V}_1 = \dot{R}_1 \vec{e}_{R_1} + R_1 \dot{\Phi}_1 \vec{e}_{\Phi_1}, \quad \vec{e}_{R_1} = (\cos \Phi_1, \sin \Phi_1), \quad \vec{e}_{\Phi_1} = (-\sin \Phi_1, \cos \Phi_1), \quad (15)$$

определим вращательную компоненту вектора скорости \vec{V}_1 по формуле

$$\vec{V}_{1\perp} = R_1 \dot{\Phi}_1 \vec{e}_{\Phi_1} = [\vec{\Omega} \vec{R}_1], \quad (16)$$

где $\vec{\Omega} = \dot{\Phi}_1 \vec{e}_z$ – вектор угловой скорости.

Чтобы определить вращательную компоненту \vec{v}_\perp вектора скорости \vec{v} , определенного формулой (3), запишем радиус-вектор \vec{r} в полярных координатах r и ϕ , $\vec{r} = r \vec{e}_r$, $\vec{e}_r = (\cos \phi, \sin \phi)$, и вычислим вектор скорости: $\vec{v} = \dot{r} \vec{e}_r + r \dot{\phi} \vec{e}_\phi$, $\vec{e}_\phi = (-\sin \phi, \cos \phi)$. Отсюда следует, что

$$\vec{v}_\perp = [\vec{\omega} \vec{r}] = [\vec{\omega} \vec{R}_1] + [\vec{\omega} \vec{r}_1], \quad \vec{\omega} = \dot{\phi} \vec{e}_z. \quad (17)$$

Для вычисления вектора угловой скорости $\vec{\omega}$ равенство (1) запишем в виде $r \vec{e}_r = R_1 \vec{e}_{R_1} + r_1 \vec{e}_{r_1}$, где использованы соотношения (6) и (15). Последнее равенство позволяет выразить полярные координаты вектора \vec{r} через полярные координаты векторов \vec{R}_1 и \vec{r}_1 :

$$\begin{aligned} \cos \phi &= r^{-1} (R_1 \cos \Phi_1 + r_1 \cos \phi_1), \quad \sin \phi = r^{-1} (R_1 \sin \Phi_1 + r_1 \sin \phi_1), \\ r &= \sqrt{R_1^2 + r_1^2 + 2R_1 r_1 \cos(\Phi_1 - \phi_1)}. \end{aligned}$$

Отсюда получается следующее выражение для угловой скорости:

$$\omega = \dot{\phi} = r^{-2} (R_1^2 \dot{\Phi}_1 + r_1^2 \dot{\phi}_1 + R_1 r_1 (\dot{\Phi}_1 + \dot{\phi}_1) \cos(\Phi_1 - \phi_1) + (\dot{R}_1 r_1 - R_1 \dot{r}_1) \sin(\Phi_1 - \phi_1)). \quad (18)$$

Из формулы (17) и из сравнения выражения (18) с выражениями для $\vec{\omega}_1$ и $\vec{\Omega}$ видно, что в общем случае из правила сложения скоростей (3) не следует правило сложения вращательных компонент векторов скорости \vec{v} , т. е., вообще говоря, имеет место неравенство: $\vec{v}_\perp \neq \vec{V}_{1\perp} + \vec{v}_{1\perp}$. Правило сложения

$$\vec{v}_\perp = \vec{V}_{1\perp} + \vec{v}_{1\perp} = [\vec{\Omega} \vec{R}_1] + [\vec{\omega}_1 \vec{r}_1] \quad (19)$$

имеет место лишь при выполнении условия $\Phi_1 = \phi_1$ либо условий $\dot{R}_1 = \dot{r}_1 = 0$, $\dot{\Phi}_1 = \dot{\phi}_1$. В обоих случаях складываемые радиус-векторы \vec{R}_1 и \vec{r}_1 (см. (1)) изменяются со временем с одинаковой частотой, но в первом случае векторы \vec{R}_1 и \vec{r}_1 коллинеарны, а во втором — угол между ними составляет величину $\Phi_1 - \phi_1 \equiv \alpha = const$, которая может быть ненулевой.

Элементарная работа, совершаемая силой \vec{F} (2) над частицей, дается формулой

$$dA = \vec{F} \vec{v} dt = m(\dot{\vec{V}}_1 + \dot{\vec{v}}_1)(\vec{V}_1 + \vec{v}_1) dt = dT, \quad T = \frac{m}{2} (\vec{V}_1 + \vec{v}_1)^2. \quad (20)$$

Используя (17) и (18), вычислим вращательную компоненту элементарной работы:

$$dA_\perp = \vec{F} \vec{v}_\perp dt = (\vec{\omega} [\vec{r} \vec{F}]) dt = (\vec{\omega} d\vec{L}/dt) dt, \quad \vec{L} = [\vec{r} \vec{p}], \quad \vec{p} = m\vec{v}. \quad (21)$$

Согласно (20) и (21), условие криволинейного движения по инерции имеет вид:

$$(\vec{V}_1 + \vec{v}_1)^2 = const, \quad (\vec{\omega} d\vec{L}/dt) = 0. \quad (22)$$

Полагая $r_1 = const$, $R_1 = const$, с помощью равенств (6) и (15) преобразуем первое из равенств (22):

$$(\vec{V}_1 + \vec{v}_1)^2 = (r_1 \dot{\phi}_1 \vec{e}_{\phi_1} + R_1 \dot{\Phi}_1 \vec{e}_{\Phi_1})^2 = r_1^2 \dot{\phi}_1^2 + R_1^2 \dot{\Phi}_1^2 + 2r_1 \dot{\phi}_1 R_1 \dot{\Phi}_1 \cos(\phi_1 - \Phi_1) = const.$$

Отсюда видно, что $\phi_1 - \Phi_1 = const$, т. е. выполняется правило сложения (19) вращательных компонент векторов скорости. Значит, $\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 = \vec{\Omega}$. В силу этого второе из равенств (22) можно преобразовать к виду: $d(\vec{\omega}\vec{L})/dt = 0$. Поскольку $\vec{L} = [\vec{r} \vec{p}] = m[\vec{r}[\vec{\omega}\vec{r}]] = m r^2 \vec{\omega}$, то отсюда следует, что $\vec{L} = const$. Приведем окончательные выражения для кинетической энергии, момента импульса частицы и действующей на частицу силы:

$$T = \frac{m}{2} \omega_1^2 (r_1^2 + R_1^2 + 2r_1 R_1 \cos(\phi_1 - \Phi_1)) = \frac{m}{2} \omega_1^2 (\vec{R}_1 + \vec{r}_1)^2, \quad (23)$$

$$\vec{L} = m(\vec{R}_1 + \vec{r}_1)^2 \vec{\omega}_1, \quad \vec{F} = m\ddot{\vec{R}}_1 + m\ddot{\vec{r}}_1 = -m\omega_1^2 (\vec{R}_1 + \vec{r}_1).$$

При $\vec{R}_1 = 0$ выражения (23) совпадают, как и должно быть, с выражениями (12). Подчеркнем, что соотношения (23) справедливы лишь при $\Omega = \omega_1 = const \neq 0$; при $\Omega = 0$ выполняются равенства (12).

Состояние движения частицы при $\vec{R}_1 \neq const$ можно описать с помощью двух диполей — с дипольными моментами \vec{d}_1 (13) и $\vec{d}_{R_1} = m\vec{R}_1$. Состояния с $\vec{R}_1 = const$ и с $\vec{R}_1 \neq const$ представляют собой различные состояния движения частицы, которые будем называть в дальнейшем **однодипольным** и **двухдипольным состояниями**, соответственно. Физические характеристики однодипольного состояния даются формулами (12), а двухдипольного — формулами (23). Если число механических диполей, характеризующих состояние частицы, обозначить через n , то однодипольное состояние характеризуется параметрами $n=1, r_1, \omega_1$, а двухдипольное — параметрами $n=2, r_1, R_1, \omega_1, \alpha$, где $\alpha = \Phi_1 - \phi_1$ — угол между дипольными моментами \vec{d}_{R_1} и \vec{d}_1 . Указанные параметры естественно рассматривать как **квантовые числа**, характеризующие различные **квантовые состояния классической частицы**. Параметр n является дискретным квантовым числом, остальные квантовые числа изменяются непрерывно.

Рассмотренное выше двухдипольное состояние движения характеризуется тем, что начало дипольного момента \vec{d}_{R_1} совпадает с точкой O — началом координат, связанных с системой отсчета K . Это ограничение легко устранить, выбрав в качестве начала дипольного момента любую точку пространства O_2 . Проведем векторы $\vec{OO}_2 \equiv \vec{R}_2 = const$ и $\vec{O}_2 O_1 \equiv \vec{r}_2$. Тогда радиус-вектор \vec{r} частицы запишется в виде (ср. с (1))

$$\vec{r} = \vec{R}_2 + \vec{r}_1 + \vec{r}_2. \quad (24)$$

Вектор силы \vec{F} , действующей на частицу, элементарная работа dA и ее вращательная компонента dA_{\perp} выражаются формулами (ср. с (5) и (8)):

$$\vec{F} = m(\ddot{\vec{r}}_1 + \ddot{\vec{r}}_2), \quad dA = \vec{F}(\vec{v}_1 + \vec{v}_2)dt, \quad dA_{\perp} = \vec{F}(\vec{v}_1 + \vec{v}_2)_{\perp} dt,$$

где $\vec{v}_1 = \dot{\vec{r}}_1$, $\vec{v}_2 = \dot{\vec{r}}_2$. Используя представление вектора \vec{r}_2 в полярных координатах r_2, ϕ_2 : $\vec{r}_2 = r_2 \vec{e}_{r_2}$, $\vec{e}_{r_2} = (\cos \phi_2, \sin \phi_2)$ и предполагая, что $\dot{r}_1 = 0$, $\dot{r}_2 = 0$, $\vec{\omega}_1 = \dot{\phi}_2 \vec{e}_z \equiv \vec{\omega}_2$, получаем состояние криволинейного движения частицы по инерции, которое характеризуется следующими величинами:

$$T = \frac{m}{2} \omega_1^2 (\vec{r}_1 + \vec{r}_2)^2, \quad \vec{L} = m(\vec{r}_1 + \vec{r}_2)^2 \vec{\omega}_1, \quad \vec{F} = -m\omega_1^2 (\vec{r}_1 + \vec{r}_2). \quad (25)$$

Рассматриваемое состояние движения отвечает двум диполям — с дипольными моментами $\vec{d}_1 = m\vec{r}_1$ и $\vec{d}_2 = m\vec{r}_2$. Выражения (25) совпадают при $\vec{r}_2 = \vec{R}_1$ с выражениями (23), т. е. описывают двухдипольное состояние движения с дипольными моментами \vec{d}_1 и $\vec{d}_{R_1} = \vec{d}_2$. Аналогичным об-

разом можно рассмотреть n -дипольное состояние движения частицы по инерции при произвольном значении целого числа n .

Как видно из полученных результатов, разложение вектора скорости на поступательную и вращательную компоненты не является линейной операцией в том смысле, что, вообще говоря, $(\vec{V}_1 + \vec{v}_1)_n \neq \vec{V}_{1n} + \vec{v}_{1n}$, $n = \parallel, \perp$. В этом легко убедиться на примере равенства (3), если в равенстве (1) положить $\vec{R}_1 = const$. В самом деле, в этом случае $\vec{V}_1 = \dot{\vec{R}}_1 = 0$ и, следовательно, равенство (3) принимает вид: $\vec{v} = \vec{v}_1$, т. е. $\vec{v}_{\parallel} = \vec{v}_{\parallel}$, $\vec{v}_{\perp} = \vec{v}_{\perp}$. С другой стороны, используя представление $\vec{r} = \vec{R}_1 + \vec{r}_1 = r\vec{e}_r$, где $\vec{e}_r = \vec{r} / r = (\cos \phi, \sin \phi)$, $r = \sqrt{R_1^2 + 2R_1r_1 \cos(\Phi_1 - \phi_1) + r_1^2}$, R_1, Φ_1 — полярные координаты вектора \vec{R}_1 (см.(15)), вектор скорости \vec{v} можно записать в виде:

$$\vec{v} = \dot{\vec{r}} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\phi}\vec{e}_{\phi}, \quad (26)$$

где вектор \vec{e}_{ϕ} определен равенством: $\dot{\vec{e}}_r = \dot{\phi}\vec{e}_{\phi}$. Согласно (26), величины $\dot{r}\vec{e}_r \equiv \vec{v}'_{\parallel}$ и $r\dot{\phi}\vec{e}_{\phi} \equiv \vec{v}'_{\perp}$ представляют собой, соответственно, поступательную и вращательную компоненты вектора \vec{v} . Ясно, однако, что $\vec{v}'_{\parallel} \neq \vec{v}_{\parallel}$, $\vec{v}'_{\perp} \neq \vec{v}_{\perp}$. В задаче, сформулированной в начале раздела, рассмотрено вращение частицы с радиус-вектором \vec{r}_1 относительно точки O_1 . Очевидно, что это движение описывается непосредственно вращательной компонентой вектора скорости $\vec{v}_{\perp} = \vec{v}'_{\perp}$, поскольку $\vec{v}_{\parallel} = \vec{v}'_{\parallel} = 0$. Разложение же (26) вектора скорости, будучи правильным с формально-математической точки зрения, в рассматриваемой задаче не имеет физического значения, поскольку оно определяет поступательную и вращательную компоненты вектора скорости не по отношению к радиус-вектору \vec{r}_1 , а по отношению к радиус-вектору \vec{r} .

Обсудим полученные результаты более подробно.

Однодипольное состояние движения частицы с дипольным моментом $\vec{d}_1 = m\vec{r}_1$ (13) представляет собой равномерное вращение частицы по окружности радиуса r_1 . Это состояние естественно назвать **вихрем**. Центр вихря совпадает с центром окружности, от которого отсчитывается радиус-вектор \vec{r}_1 ; положение центра вихря в пространстве фиксировано.

Двухдипольное состояние с дипольными моментами $\vec{d}_1 = m\vec{r}_1$ и $\vec{d}_2 = m\vec{r}_2$ является наложением двух вихрей — вихря \vec{d}_1 и вихря \vec{d}_2 . Между указанными вихрями, входящими в двухдипольное состояние частицы, имеется качественное различие: если вихрь \vec{d}_1 представляет собой вращение **реальной частицы** массы m вокруг центра окружности O_1 , то вихрь \vec{d}_2 — это вращение центра вихря \vec{d}_1 (т. е. точки O_1) вокруг центра окружности O_2 . Однако в точке O_1 отсутствует реальная частица. Получается так, как если бы вихрь \vec{d}_2 представлял собой вращение реальной частицы массы m . Это явление, которое естественно назвать **явлением фантома**, объясняется тем, что точка O_1 играет роль центра масс вихря \vec{d}_1 , рассматриваемого как единое целое, и поэтому ему следует приписать массу реальной частицы, движение которой порождает вихрь. Как видим, вихрь \vec{d}_2 представляет собой вращение особой частицы, которая является как бы изображением реальной частицы, обладающим ее массой. Такую частицу будем называть **виртуальной частицей** или **квазичастицей**. Виртуальная частица встраивается в вихревую структуру реальной частицы, приобретая ее массу. Отметим, что масса виртуальной частицы не определяет количество вещества, содержащегося в частице, хотя остается мерой инертности частицы, как это видно из выражения (25) для силы, действующей на частицу в двухдипольном состоянии.

Таким образом, двухдипольное состояние движения частицы по инерции представляет собой движение реальной частицы и ее изображения — виртуальной частицы, которая как бы отщепляется от реальной частицы. Виртуальная частица ведет себя подобно реальной частице: ее масса совпадает с массой реальной частицы, а остальные физические характеристики опре-

деляются аналогично физическим характеристикам реальной частицы.

В исследованном нами движении, представляющем собой суперпозицию вихрей \vec{d}_1 и \vec{d}_2 , главную роль играет вихрь \vec{d}_1 , обусловленный движением реальной частицы. Движение этого вихря как целого порождает **вторичный вихрь** \vec{d}_2 и соответствующую ему виртуальную частицу. При этом возникает силовая линия, которая начинается в точке нахождения реальной частицы, проходит через центр вихря \vec{d}_1 и заканчивается в центре вихря \vec{d}_2 , — возникает своеобразный **силовой шнур**, связывающий между собой реальную частицу и центры главного и вторичного вихрей.

В случае n – дипольного состояния движения имеется цепочка из n вихрей, состоящая из **главного вихря**, порождаемого движением реальной частицы, $n-1$ **вторичных вихрей** и **силового шнура**, связывающего реальную частицу с центрами всех вихрей. Совокупность вихрей (главного вихря и вторичных вихрей), связанных между собой силовым шнуром, создает в пространстве устойчивую геометрическую структуру, которая характеризуется определенными линейными размерами, — возникает **пространственное (геометрическое) квантование криволинейного движения по инерции классической частицы**. Линейные размеры n – дипольного состояния частицы определяются радиусами вихрей r_i ($i=1,2,\dots,n$), которые определяют также и длину силового шнура. Отметим, что при плоском криволинейном движении частицы по инерции в сильном смысле силовой шнур — плоская кривая, а траектория частицы — окружность. Если же траектория движения частицы по инерции не является плоской, то силовой шнур также перестает быть плоской кривой.

Радиус-вектор частицы, находящейся в n – дипольном состоянии, можно представить в виде (ср. с (24)):

$$\vec{r} = \vec{R}_n + \vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \dots + \vec{r}_n \equiv \vec{r}^{(n)}, \quad (27)$$

где \vec{R}_n – радиус-вектор центра вихря частицы, находящегося в точке O_n , $\vec{R}_n = const$. Согласно

(27), на частицу действует сила $\vec{F} = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k$, $\vec{F}_k = m\ddot{\vec{r}}_k$, причем на виртуальную частицу, движение

которой порождает вихрь i , действует сила $\sum_{k=i}^n \vec{F}_k \equiv \vec{F}'_i \neq \vec{F}$, ($2 \leq i \leq n$). При $n=2$ на виртуальную

частицу $i=2$ действует сила $\vec{F}_2 = m\ddot{\vec{r}}_2 \equiv \vec{F}'_2$.

Следует подчеркнуть, что однодипольное состояние частицы с дипольным моментом \vec{d} не эквивалентно двухдипольному состоянию частицы с дипольными моментами \vec{d}_1 и \vec{d}_2 , результирующий дипольный момент которого $\vec{d}_1 + \vec{d}_2 \equiv \vec{D}$ совпадает с \vec{d} . Это видно, в частности, из того обстоятельства, что частица, находящаяся в двухдипольном состоянии, содержит виртуальную частицу, на которую действует сила (это сила \vec{F}'_2 в предыдущем примере). Если же частица находится в однодипольном состоянии, связанное с ней силовое поле содержит лишь силу, действующую на реальную частицу. Значит, силовые поля, порождаемые частицами в одно- и двух- дипольном состояниях, могут значительно отличаться друг от друга.

Рассмотрим такое двухдипольное состояние движения классической частицы, которое образуется при $\vec{r}_1 + \vec{r}_2 \rightarrow 0$. Согласно (25), в этом случае $\vec{F} \rightarrow 0$, $T \rightarrow 0$, $\vec{L} \rightarrow 0$. Очевидно, что это состояние отвечает взаимному уничтожению вихрей, т. е. их **аннигиляции**: главный вихрь, порождаемый движением реальной частицы, аннигилирует с вторичным вихрем, порождаемым движением виртуальной частицы. Физический смысл явления аннигиляции вихрей и его физические следствия будут установлены в следующем разделе при рассмотрении законов сохранения энергии и импульса, описывающих квантовые переходы частицы.

Как видим, состояние криволинейного движения классической частицы по инерции в сильном смысле не определяется однозначно интегралами движения — кинетической энергией и моментом импульса. Важной физической характеристикой движения частицы является число

вихрей, порождаемых частицей при ее движении (это число совпадает с числом механических диполей, описывающих движение).

Предоставив движущейся по инерции классической частице большую свободу перемещения в пространстве, мы установили, таким образом, существование **явления пространственного квантования классической частицы**. Квантовые состояния классических частиц, движущихся по инерции по криволинейным траекториям, представляют собой один вихрь или несколько вихрей, связанных между собой силовым шнуром и образующих устойчивую пространственную структуру. Эти результаты получены без использования каких-либо квантовых гипотез и без привлечения формальной математической схемы квантовой механики. Причинами пространственного квантования классической частицы являются неоднородность и анизотропность пространства при наличии в нем хотя бы одной частицы и открытость классической частицы, движущейся ускоренно по инерции, как физической системы.

3. Квантовые переходы классической частицы и кванты эфирной среды

В предыдущем разделе введено понятие n -дипольного состояния движения классической частицы, перемещающейся по криволинейной траектории по инерции. Указанное состояние частицы мы определили как последовательность связанных между собой вихрей.

Физическая картина квантовых процессов, приводящих к формированию многодипольных состояний классической частицы, движущейся ускоренно по инерции, такова. Ввиду неоднородности и анизотропности пространства, в котором происходит криволинейное движение частицы по инерции, а также вследствие того, что не существует материального носителя, способного удерживать центр вихря неподвижным сколь угодно долго, неизбежно возникает множество многодипольных состояний. Как показано в разделе 2, n -дипольное ($n > 1$) состояние движения частицы представляет собой суперпозицию главного вихря, образуемого при движении классической частицы, и связанных с ним $n - 1$ вторичных вихрей, порождаемых виртуальными частицами — изображениями классической частицы. Совокупность виртуальных частиц вместе с силовым шнуром, связывающим их с реальной частицей, центром вихря и между собой, образует особую физическую среду, которая влияет на поведение классической частицы, изменяя ее физические свойства; эту среду мы называем эфирной средой. Виртуальные частицы представляют собой составную часть квантов (элементарных возбуждений) эфирной среды. **Классическая частица как бы окутывается облаком порождаемых ею же виртуальных частиц** — происходит «одевание» частицы. Возникают связанные состояния классической частицы и некоторого числа квантов эфирной среды — это и есть многодипольные состояния классической частицы, движущейся по инерции по криволинейной траектории. Иными словами, многодипольные состояния — это состояния ускоренного движения по инерции классической частицы, облаченной в шубу из квантов эфирной среды.

Наш следующий шаг, необходимость которого подсказывается самой логикой исследования, должен состоять в том, чтобы уточнить понятие квантов (элементарных возбуждений) эфира, совокупность которых образует среду «обитания» реальных частиц, и детально изучить физические свойства этих квантов, возникающих при образовании многодипольных состояний. Очевидно, что с этой целью необходимо рассмотреть квантовый переход частицы из n -дипольного состояния движения в m -дипольное ($n, m = 1, 2, \dots, n \neq m$).

Основные особенности такого перехода легко установить, исследуя простейший квантовый переход — переход частицы из однодипольного состояния в двухдипольное ($n = 1, m = 2$) следующего вида:

$$\vec{r}' = \vec{r} + \vec{R}_1 \rightarrow \vec{r}'' = \vec{r} + \vec{r}_0 + \vec{R}_2, \quad (28)$$

где \vec{r}' и \vec{r}'' — радиус-векторы (в исходной системе отсчета K) движущейся ускоренно по инерции классической частицы, находящейся, соответственно, в однодипольном и в двухдипольном состояниях; \vec{R}_1 и \vec{R}_2 ($\vec{R}_1, \vec{R}_2 = const, \vec{R}_1 \neq \vec{R}_2$) — радиус-векторы точек O_1 и O_2 , представляющих собой центры вихрей, отвечающих частице, соответственно, в однодипольном и двухдипольном состояниях; \vec{r} — радиус-вектор находящейся в однодипольном состоянии частицы, отсчитанный от точки O_1 ; $\vec{r} + \vec{r}_0$ — радиус-вектор находящейся в двухдипольном со-

стоянии частицы, отсчитанный от точки O_2 ; \vec{r}_0 — радиус-вектор кванта эфирной среды, возникающего в результате квантового перехода (28). Предполагается при этом, что $r, r_0 = const$, $\dot{\phi} = \dot{\phi}_0 \equiv \omega = const$, где (r, ϕ) и (r_0, ϕ_0) — полярные координаты векторов \vec{r} и \vec{r}_0 . Очевидно, что квантовый переход (28) можно записать в эквивалентной форме

$$\vec{r}' \rightarrow \vec{r}'' = \vec{r}' + \vec{r}_0 + \vec{R}_2 - \vec{R}_1. \quad (29)$$

Отметим, что вектор \vec{r}_0 изменяется со временем; равенство $\vec{r}_0 = \vec{R}_1 - \vec{R}_2$ имеет место лишь в начальный момент времени, отвечающий рассматриваемому переходу. Из (28) и (29) видно, что речь идет о квантовом переходе классической частицы из **начального однодипольного состояния** движения в **конечное двухдипольное состояние**, являющееся суперпозицией однодипольного состояния, описываемого радиус-вектором \vec{r} , и виртуальной частицы, описываемой радиус-вектором \vec{r}_0 ; вследствие указанного перехода, центр вихря перемещается в пространстве из точки O_1 в точку O_2 .

Согласно (28) и (29), механический дипольный момент частицы в начальном и конечном состояниях, отвечающих рассматриваемому квантовому переходу, можно записать в виде:

$$\vec{d}' = m\vec{r}, \quad \vec{d}'' = m(\vec{r} + \vec{r}_0). \quad (30)$$

Используя представление радиус-векторов \vec{r} и \vec{r}_0 и соответствующих им векторов скорости с помощью полярных координат (r, ϕ) и (r_0, ϕ_0) ,

$$\begin{aligned} \vec{r} &= r\vec{e}_r, \quad \vec{e}_r = (\cos \phi, \sin \phi), \quad \vec{v} = \dot{\vec{r}} = r\dot{\phi}\vec{e}_\phi = [\dot{\omega}\vec{r}], \quad \vec{\omega} = \dot{\phi}\vec{e}_z, \quad \vec{e}_\phi = (-\sin \phi, \cos \phi), \\ \vec{r}_0 &= r_0\vec{e}_{r_0}, \quad \vec{e}_{r_0} = (\cos \phi_0, \sin \phi_0), \quad \vec{v}_0 = \dot{\vec{r}}_0 = r_0\dot{\phi}_0\vec{e}_{\phi_0} = [\dot{\omega}\vec{r}_0], \quad \vec{e}_{\phi_0} = (-\sin \phi_0, \cos \phi_0), \end{aligned} \quad (31)$$

импульс, кинетическую энергию и собственный момент импульса (момент импульса относительно точки O_1) частицы в начальном состоянии представим в следующей форме:

$$\begin{aligned} \vec{p}' &= m\vec{v} = \vec{p} = m[\dot{\omega}\vec{r}] = \dot{\vec{d}}', \\ T' &= m\vec{v}^2/2 = m\omega^2\vec{r}^2/2 = (\dot{\vec{d}}')^2/2m, \\ \vec{S}' &= [\vec{r}\vec{p}'] = m\vec{r}^2\vec{\omega} = [\vec{r}\dot{\vec{d}}']. \end{aligned} \quad (32)$$

Аналогично запишем физические характеристики частицы в конечном состоянии:

$$\begin{aligned} \vec{p}'' &= m(\vec{v} + \vec{v}_0) = m[\dot{\omega}(\vec{r} + \vec{r}_0)] = \dot{\vec{d}}'', \\ T'' &= m(\vec{v} + \vec{v}_0)^2/2 = m\omega^2(\vec{r} + \vec{r}_0)^2/2 = (\dot{\vec{d}}'')^2/2m, \\ \vec{S}'' &= [(\vec{r} + \vec{r}_0)\vec{p}''] = m(\vec{r} + \vec{r}_0)^2\vec{\omega} = [(\vec{r} + \vec{r}_0)\dot{\vec{d}}'']. \end{aligned} \quad (33)$$

Отметим, что определенные выше величины \vec{S}' и \vec{S}'' имеют смысл собственных моментов импульса частицы в начальном и конечном состояниях, соответственно (эти моменты вычисляются относительно точек O_1 и O_2 , соответственно, — центров вихрей до и после перехода).

Квантовому переходу (28) отвечает следующее изменение импульса частицы:

$$\vec{p}' \rightarrow \vec{p}'' = \vec{p}' + \vec{k},$$

т. е. приращение импульса составляет:

$$\vec{p}'' - \vec{p}' \equiv \vec{k}, \quad \vec{k} = m\dot{\vec{r}}_0 = m[\dot{\omega}\vec{r}_0]. \quad (34)$$

Величину \vec{k} естественно интерпретировать как импульс квазичастицы, которая испускается или поглощается классической частицей, совершающей квантовый переход. Аналогичным образом можно определить и другие физические характеристики квазичастицы, а именно: разности значений физических величин, относящихся к конечному и начальному состояниям, естественно отнести к физическим характеристикам квазичастицы, поглощенной или испущенной классической частицей в результате квантового перехода. Так мы приходим к следующим выражениям для энергии $E(\vec{k})$ и собственного момента импульса $\vec{S}_0(\vec{k})$ кванта эфирной среды

(эфирона), обладающего импульсом \vec{k} :

$$E(\vec{k}) = T'' - T', \quad \vec{S}_0(\vec{k}) = \vec{S}'' - \vec{S}'. \quad (35)$$

На основании соотношений (32)–(34) последние равенства можно преобразовать к следующему виду:

$$\begin{aligned} E(\vec{k}) &= m^{-1}(\vec{p}\vec{k} + \vec{k}^2 / 2), \quad \vec{p}\vec{k} + \vec{k}^2 / 2 = pk \cos \beta + k^2 / 2, \\ \vec{S}_0(\vec{k}) &= 2(\vec{p}\vec{k} + \vec{k}^2 / 2)\vec{\omega} / m\omega^2. \end{aligned} \quad (36)$$

Здесь β — угол между векторами \vec{k} и \vec{p} , $p = |\vec{p}|$, $k = |\vec{k}|$.

По аналогии с равенствами (30) можно ввести радиус-вектор эфирона \vec{r}_0 и механический дипольный момент эфирона \vec{d}_0 , связанные между собой соотношением $\vec{d}_0 = m\vec{r}_0$. Согласно (34), дипольный момент определяет импульс эфирона: $\vec{k} = \vec{d}_0$. Отметим соотношения, вытекающие из (32) и (34):

$$\vec{r}_0 = \alpha[\vec{\omega}\vec{k}], \quad \vec{r} = \alpha[\vec{\omega}\vec{p}], \quad \alpha = -1/m\omega^2, \quad (\vec{r}_0\vec{k}) = 0, \quad (\vec{k}\vec{\omega}) = 0. \quad (37)$$

Как видно из (34) и (36), физические характеристики эфиронов определяются физическими характеристиками (массой, импульсом, угловой скоростью) порождающей их классической частицы.

Используя равенства (37), энергию и момент импульса эфирона (36) можно представить в виде функций радиус-вектора эфирона \vec{r}_0 (при фиксированном значении импульса \vec{p} частицы в начальном состоянии):

$$\begin{aligned} E(\vec{k}) &= m\omega^2(\vec{r}\vec{r}_0 + \vec{r}_0^2 / 2) \equiv \tilde{E}(\vec{r}_0), \quad \vec{r}\vec{r}_0 + \vec{r}_0^2 / 2 = rr_0 \cos \beta + r_0^2 / 2, \\ \vec{S}_0(\vec{k}) &= 2m(\vec{r}\vec{r}_0 + \vec{r}_0^2 / 2)\vec{\omega} \equiv \tilde{S}_0(\vec{r}_0). \end{aligned} \quad (38)$$

Зависимость энергии и момента эфирона от радиус-вектора частицы (см. (38)) указывает на то, что если частица имеет многодипольную структуру, то многодипольным будет и эфирон.

Согласно (36), $E(\vec{k}) = 0$, $\vec{S}_0(\vec{k}) = 0$ при $k = 0$, а также при $k = 2p|\cos \beta| \equiv 2k^*$, $\cos \beta < 0$. Функция $E = E(\vec{k})$, описывающая зависимость энергии эфирона от импульса, имеет минимум при $k = k^*$ и принимает отрицательные значения при $k < 2k^*$, $\cos \beta < 0$, причем

$$E(\vec{k})\Big|_{k=k^*} = -\frac{p^2 \cos^2 \beta}{2m} < 0, \quad \vec{S}_0(\vec{k})\Big|_{k=k^*} = -\frac{p^2 \cos^2 \beta}{m\omega^2} \vec{\omega}. \quad (39)$$

В силу (38) энергия эфирона достигает минимума при $r_0 = r|\cos \beta| \equiv r_0^*$, $\cos \beta < 0$, обращается в нуль при $r_0 = 0$ и при $r_0 = 2r_0^*$ и принимает отрицательные значения при $r_0 < 2r_0^*$, $\cos \beta < 0$.

Согласно (38), при $\vec{r}\vec{r}_0 > 0$ энергия эфирона монотонно возрастает при увеличении импульса эфирона k . Соответственно, длина радиус-вектора $|\vec{r} + \vec{r}_0|$ вихря частицы и энергия частицы в конечном состоянии также монотонно возрастают с увеличением радиуса эфирона r_0 (величина r_0 — это радиус окружности, по которой перемещается виртуальная частица). Это значит, что квантовый переход (28) частицы идет с поглощением энергии эфира частицей и с увеличением области локализации вихря частицы, т. е. **вихрь частицы растягивается**.

Картина существенно меняется при $\vec{r}\vec{r}_0 < 0$ (или, что то же самое, при $\vec{p}\vec{k} < 0$). В этом случае, из-за наличия в энергетическом спектре эфирона области с отрицательной энергией, при увеличении радиуса эфирона от нулевого значения до значения r_0^* , отвечающего минимуму энергии эфирона, радиус вихря частицы $|\vec{r} + \vec{r}_0|$ уменьшается от значения r до значения $r|\sin \beta|$; вместе с ним монотонно уменьшаются величины импульса, энергии и момента вихря. Это значит, что при увеличении величины r_0 от 0 до r_0^* **вихрь эфирона растягивается, а вихрь частицы в конечном состоянии сжимается**.

Отметим, что при $r_0 \rightarrow r_0^*$, $\beta = \pi$ вихрь частицы в конечном состоянии локализуется в

бесконечно малой области; импульс, энергия и момент импульса частицы обращаются в нуль. Следовательно, при $\vec{r}_0 = -\vec{r}$ частица в конечном состоянии отсутствует, т. е. исходная классическая частица (с энергией $\vec{p}^2 / 2m$) полностью превращается в эфирон, центр вихря которого совпадает с точкой, в которую стягивается вихрь частицы; энергия эфирона отрицательна (и равна $-\vec{p}^2 / 2m$). Очевидно, что явление аннигиляции главного и вторичного вихрей, которое упоминалось в предыдущем разделе, сводится к квантовому переходу (28) при $\vec{r}_0 = -\vec{r}$, в результате которого классическая частица превращается в вихрь эфирной среды (происходит полная дематериализация обычного вещества — переход обычного вещества в латентное состояние). Образовавшийся эфирный вихрь представляет собой пространственную сферическую область радиуса r_0^* , заполненную эфирной средой, — эфирный сгусток (мешок), обладающий запасом отрицательной энергии. При возрастании радиуса эфирона от критического значения r_0^* , отвечающего минимуму энергии эфирона, вновь появляется вихрь частицы, его радиус и энергия монотонно возрастают, т. е. происходит обратный процесс — трансформация эфирной среды в обычную материю (т. е. материализация эфирной среды).

Таким образом, в области $r_0 < 2r_0^*$, $r\vec{r}_0 < 0$, в которой энергия эфирона отрицательна, происходят процессы трансформации обычной материи в эфирную среду и обратные процессы. При увеличении радиуса эфирона от значения $r_0 = 0$ до критического значения вихрь частицы сжимается, исчезая в критической точке

$$r_0 = r_0^*, \quad \cos\beta = -1. \quad (40)$$

Это означает, что вещество частицы постепенно превращается в эфир и в критической точке этот процесс завершается полным превращением обычной материи в эфирную среду. При последующем возрастании радиуса эфирона идет обратный процесс — эфирная среда постепенно превращается в обычное вещество классической частицы. В этом процессе отрицательная энергия, запасенная в эфирном мешке, постепенно превращается в кинетическую энергию классической частицы.

Процесс образования эфирного мешка, в котором запасается отрицательная энергия, аналогичен квантовым процессам, приводящим к увеличению дефекта массы атома [6, 7]. Как показано в [6, 7], при учете движения ядра атома возникают особые состояния атома, характеризующиеся аномально высоким дефектом массы, т. е. аномально сильной связью электрона и ядра. Аналогично, при учете движений центра вихря, отвечающего однодипольному состоянию классической частицы, возможна аннигиляция главного и вторичного вихрей частицы с образованием вихря эфирной среды — эфирного мешка, обладающего отрицательной энергией. Эфирные мешки являются резервуарами энергии, возникающими в результате трансформации обычной материи в эфирную среду; они могут играть существенную роль во Вселенной, обеспечивая развитие и самоорганизацию материи.

Следует подчеркнуть, что классическая частица, движущаяся по криволинейной траектории по инерции, является открытой системой. Принято думать, что свойство открытости физической системы может быть обусловлено единственным фактором — ее взаимодействием с окружающими материальными телами. Наши исследования [1, 2] показали, что **в природе существуют открытые системы качественно иного типа**, простейшим примером которых служит материальная точка, находящаяся в состоянии криволинейной инерции. Как видно из полученных нами результатов, такая точечная частица непрерывно испускает и поглощает порции энергии, которые ведут себя подобно обычным частицам, но отличаются от них тем, что их невозможно выделить в свободном состоянии, изолировать от порождающей их классической частицы. Эти порции энергии, эти как бы частицы, которым можно приписать физические свойства обычных частиц, образуют среду обитания классических частиц — эфирную среду, с которой частицы непрерывно обмениваются импульсом, энергией и другими физическими величинами. **Классическая частица, движущаяся ускоренно по инерции, является открытой системой вследствие взаимодействия не с внешними телами, а с окружающей средой, которую сама же порождает в результате криволинейного движения по инерции.**

Классические частицы, таким образом, порождают эфирную среду и, перемещаясь в

ней, непрерывно обмениваются с ней эфиронами. В результате указанных выше квантовых переходов частица перемещается в пространстве как бы окутанная облаком виртуальных образований — эфиронов; в общем случае состоянием движения классической частицы является многодипольное состояние. Важной особенностью эфирной среды является существование в энергетическом спектре эфиронов области с отрицательной энергией, в которой происходят процессы взаимного превращения материи и эфирной среды. При критическом значении импульса эфирона, отвечающем минимуму энергии в спектре эфирона, обычная материя полностью переходит в эфирную среду.

Понятие эфирона естественно уточнить следующим образом. Это квант эфирной среды, состоящий из виртуальной частицы и силового шнура, соединяющего центр вихря, т. е. центр окружности, по которой перемещается виртуальная частица, с виртуальной частицей (как в случае двухдипольного состояния), либо соединяющего две соседние виртуальные частицы (такие эфироны возникают в n -дипольных состояниях классической частицы при $n \geq 3$). Графически эфирон \vec{r}_0 будем изображать пунктирным радиус-вектором \vec{r}_0 , который идет вдоль силового шнура и заканчивается виртуальной частицей. Виртуальные частицы входят в состав шубы реальных частиц, будучи неотделимыми от них. По этой причине виртуальные частицы невозможно наблюдать в свободном состоянии, как обычные частицы. Виртуальные частицы проявляют себя лишь в процессах испускания и поглощения классическими частицами: в результате указанных квантовых процессов частица перескакивает из одного состояния движения в другое; ее поведение и физические свойства существенно изменяются.

Отметим, что радиус-вектор \vec{r} , определяющий начальное состояние классической частицы (см. переход (28)) может относиться к n -дипольному состоянию. В этом случае переход (28) будет описывать квантовый процесс, в котором одежда частицы приобретает дополнительный эфирон и частица переходит в $(n + 1)$ -дипольное состояние. Квантовый переход (28) описывает, таким образом, процесс «одевания» классической частицы (частица поглощает эфирон, который становится частью «одежды» частицы).

В заключение раздела отметим, что введенное нами понятие квантового перехода классической частицы существенно отличается от представлений о квантовых процессах, лежащих в основе квантовой механики. Поведение микрочастицы в квантовой механике описывается в терминах амплитуд вероятности, которые выражаются в виде скалярных произведений волновых функций микрочастицы. В представленном же здесь подходе речь идет о классической частице, поведение которой описывается не на языке волновой функции, а на языке радиус-вектора точки на траектории, по которой движется частица. По этой причине здесь невозможно сформулировать непротиворечивым способом понятие вероятности квантового перехода частицы. Вывод о существовании особого рода квантовых переходов классической частицы, движущейся ускоренно по инерции, следует из анализа законов сохранения энергии, импульса и момента классической частицы. Из законов сохранения видно, что при переходе частицы из одного состояния криволинейной инерции в другое возникают кванты энергии, совокупность которых и образует физическую среду.

4. Движение открытой системы n классических частиц

Рассмотрим движение открытой системы, состоящей из n классических частиц с массами m_1, m_2, \dots в некоторой инерциальной системе отсчета K . По определению, принятому в механике, на частицу с массой m_i , движущуюся по траектории $\vec{r}_i = \vec{r}_i(t)$, действует сила

$$\vec{F}_i = m_i \ddot{\vec{r}}_i. \quad (41)$$

Как отмечалось нами ранее, в общем случае произвольного движения частицы сила (41) состоит из двух составляющих:

$$\vec{F}_i \equiv \vec{F}_i^{(in)} + \vec{F}_i^{(ext)}, \quad (42)$$

где $\vec{F}_i^{(in)}$ — сила инерции, т. е. сила, обусловленная неоднородностью и неизотропностью пространства, и $\vec{F}_i^{(ext)}$ — внешняя сила. Для простоты ограничимся движением системы частиц в отсутствие внешних полей.

Обозначим через \vec{R} радиус-вектор центра масс рассматриваемой системы частиц,

$$\vec{R} = m^{-1} \sum_i m_i \vec{r}_i, \quad m = \sum_i m_i, \quad (43)$$

и введем в рассмотрение систему центра масс C . Радиус-векторы частиц \vec{r}'_i в системе отсчета C определяются из соотношений

$$\vec{r}_i = \vec{R} + \vec{r}'_i. \quad (44)$$

В силу (43) и (44) радиус-вектор \vec{r}'_i можно представить в следующей форме:

$$\vec{r}'_i = m^{-1} \sum_k m_k \vec{r}_{ik}, \quad (45)$$

где $\vec{r}_{ik} = \vec{r}_i - \vec{r}_k = \vec{r}'_i - \vec{r}'_k$. Отметим, что суммирование в формулах (43) и (45), а также в других формулах данного раздела проводится по всем частицам рассматриваемой системы. Подстановка (44) в (43) приводит к равенству $m^{-1} \sum_i m_i \vec{r}'_i = 0$, левая часть которого имеет смысл радиус-вектора центра масс в системе отсчета C . Следовательно, центр масс совпадает с началом координат системы отсчета C и радиус-векторы частиц в системе центра масс, \vec{r}'_i , линейно зависят:

$$\sum_i m_i \vec{r}'_i = 0. \quad (46)$$

На частицу i в системе отсчета C действует сила $m_i \ddot{\vec{r}}'_i \equiv \vec{F}'_i$, которую на основании равенства (45) можно записать в виде:

$$\vec{F}'_i = \frac{m_i}{m} \sum_k m_k \ddot{\vec{r}}_{ik}. \quad (47)$$

Как видно из формулы (44), силы \vec{F}'_i и \vec{F}_i , действующие на частицу i в системах отсчета C и K , связаны между собой равенством

$$\vec{F}'_i = \vec{F}_i - m_i \ddot{\vec{R}}, \quad (48)$$

которое является следствием того, что система отсчета C движется относительно K с ускорением $\ddot{\vec{R}}$. Сила \vec{F}'_i (47) представляет собой векторную сумму сил, действующих на частицу i со стороны всех остальных частиц рассматриваемой системы: $\vec{F}'_i = \sum_k \vec{F}'_{ik}$, где

$$\vec{F}'_{ik} = \frac{m_i m_k}{m} \ddot{\vec{r}}_{ik}. \quad (49)$$

Величина \vec{F}'_{ik} (49) является силой, действующей в системе отсчета C на частицу i со стороны частицы k . Сила \vec{F}'_{ik} удовлетворяет соотношению: $\vec{F}'_{ik} = -\vec{F}'_{ki}$, которое выражает собой равенство действия противодействию.

Обозначим через \vec{F} и \vec{P} результирующую всех сил, действующих на частицы, и результирующий импульс в системе отсчета K :

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i, \quad \vec{P} = \sum_i m_i \dot{\vec{r}}_i. \quad (50)$$

Используя равенства (41) и (44), приходим к соотношениям:

$$\vec{F} = \sum_i m_i \ddot{\vec{r}}'_i + m \ddot{\vec{R}} = m \ddot{\vec{R}}, \quad \vec{P} = \sum_i m_i \dot{\vec{r}}'_i + m \dot{\vec{R}} = m \dot{\vec{R}}. \quad (51)$$

При выводе последних соотношений учтены равенства

$$\sum_i m_i \ddot{\vec{r}}'_i \equiv \vec{F}' = 0, \quad \sum_i m_i \dot{\vec{r}}'_i \equiv \vec{P}' = 0, \quad (52)$$

вытекающие из (46). В последних соотношениях величины \vec{F}' и \vec{P}' представляют собой, соответственно, результирующую всех сил, действующих на рассматриваемую систему, и результирующий импульс в системе центра масс C . Согласно первому из соотношений (51), центр

масс ведет себя в системе отсчета K как точечная частица с массой m , на которую действует сила $\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$.

Ранее мы рассматривали замкнутые системы частиц, т. е. такие системы, в которых $\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i = 0$. Центр масс таких систем покоится или движется равномерно и прямолинейно (в системе отсчета K). Наш следующий шаг состоит в изучении открытых систем. Центр масс таких систем движется с ускорением.

В качестве примера открытой системы рассмотрим систему двух частиц с массами m_1 и m_2 . Согласно (45), (47) и (49),

$$\vec{r}'_1 = \frac{m_2}{m} \vec{r} = \frac{\mu}{m_1} \vec{r}, \quad \vec{r}'_2 = -\frac{m_1}{m} \vec{r} = -\frac{\mu}{m_2} \vec{r}, \quad \vec{F}'_1 = \vec{F}'_{12} = \mu \ddot{\vec{r}}, \quad \vec{F}'_2 = \vec{F}'_{21} = -\mu \ddot{\vec{r}}, \quad (53)$$

где $\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2 = \vec{r}'_1 - \vec{r}'_2$, $\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ — приведенная масса системы двух частиц, $m = m_1 + m_2$.

Учитывая формулы (44) и (53), радиус-векторы \vec{r}_i можно выразить через \vec{r} и \vec{R} :

$$\vec{r}_1 = \vec{R} + \frac{\mu}{m_1} \vec{r}, \quad \vec{r}_2 = \vec{R} - \frac{\mu}{m_2} \vec{r}, \quad \vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2. \quad (54)$$

Как видно из (53), в соответствии с общей теорией выполняются равенства $m_1 \vec{r}'_1 + m_2 \vec{r}'_2 = 0$, $\vec{F}'_{21} = -\vec{F}'_{12}$. При этом, в силу (48) и (51), $\ddot{\vec{R}} = \vec{F} / m$, $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, $\vec{F}_i = \vec{F}'_i + m_i \ddot{\vec{R}} / m$, $i=1,2$.

Следует подчеркнуть, что в ньютоновской схеме классической механики сила \vec{F} , входящая в уравнение движения $m \ddot{\vec{R}} = \vec{F}$, где \vec{R} — радиус-вектор центра масс тела, представляет собой результирующую внешних сил, действующих на тело массой m . Из этого уравнения следует, что в отсутствие внешних сил центр масс тела может двигаться лишь равномерно и прямолинейно. В рамках механики Ньютона возникает, таким образом, принципиальный запрет на движения, в которых центр масс тела движется ускоренно в отсутствие внешних сил. **Расширение ньютоновской схемы путем включения в теорию криволинейных движений тел по инерции позволяет снять этот запрет** благодаря тому, что теперь сила \vec{F} содержит, помимо внешних сил $\vec{F}_i^{(ext)}$, силы инерции $\vec{F}_i^{(in)}$, действующие на тело, движущееся ускоренно по инерции (см. (42)). В отсутствие внешних сил результирующая сила $\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i^{(in)}$ может отличаться от нуля.

5. Элементарные возбуждения эфирной среды в двухчастичной системе

Обратимся к рассмотрению **двухчастичных систем**, находящихся в состоянии криволинейного движения по инерции. Чтобы установить физические характеристики эфиронов, порождаемых двухчастичными системами, рассмотрим систему двух частиц с массами m_1 и m_2 , радиус-векторы которых \vec{r}_i в системе отсчета K представим в виде:

$$\vec{r}_i = \vec{R}_0 + \vec{r}'_i, \quad i=1,2, \quad (55)$$

где \vec{R}_0 — радиус-вектор точки O_1 , которая является центром вихрей частиц, $\vec{R}_0 = const$; \vec{r}'_i — радиус-вектор частицы i , отсчитанный от точки O_1 ; полагаем для определенности, что $m_1 \ll m_2$. Используем следующие представления для радиус-вектора и вектора скорости частицы i :

$$\begin{aligned} \vec{r}'_i &= \tilde{r}'_i \vec{e}_{\tilde{r}'_i}, \quad \vec{e}_{\tilde{r}'_i} = (\cos \phi_i, \sin \phi_i), \quad \dot{\vec{r}}'_i = \dot{\phi}_i \vec{e}_{\phi_i}, \quad \vec{e}_{\phi_i} = (-\sin \phi_i, \cos \phi_i), \\ \vec{v}'_i &= \dot{\vec{r}}'_i = \dot{\tilde{r}}'_i \vec{e}_{\tilde{r}'_i} + \tilde{r}'_i \dot{\vec{e}}_{\tilde{r}'_i} = \dot{\tilde{r}}'_i \vec{e}_{\tilde{r}'_i} + [\dot{\phi}_i \vec{r}'_i], \quad \vec{\omega}_i = \dot{\phi}_i \vec{e}_z. \end{aligned} \quad (56)$$

Обозначим через \vec{R} радиус-вектор центра масс S рассматриваемой системы частиц, а

через \vec{r}'_i — радиус-вектор частицы i в системе центра масс:

$$\vec{R} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2} = \vec{R}_0 + \vec{R}, \quad \vec{R} = \frac{m_1 \vec{r}'_1 + m_2 \vec{r}'_2}{m_1 + m_2}, \quad \vec{r}'_i = \vec{R} + \vec{r}'_i, \quad i=1,2. \quad (57)$$

Здесь \vec{R} — радиус-вектор центра масс C , отсчитанный от центра вихрей частиц O_1 . Из (55) и (57) выводим:

$$\vec{r}'_i = \vec{r}_i - \vec{R}, \quad \vec{r}'_1 = \frac{\mu}{m_1} \vec{r}, \quad \vec{r}'_2 = -\frac{\mu}{m_2} \vec{r}, \quad \vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2 = \vec{r}'_1 - \vec{r}'_2 = \vec{r}'_1 - \vec{r}'_2, \quad (58)$$

где \vec{r} — относительный радиус-вектор двух частиц. Вследствие (55) и (58), имеют место равенства

$$\vec{r}_1 = \vec{R} + \frac{\mu}{m_1} \vec{r} = \vec{R}_0 + \vec{r}'_1, \quad \vec{r}_2 = \vec{R} - \frac{\mu}{m_2} \vec{r} = \vec{R}_0 + \vec{r}'_2. \quad (59)$$

Согласно (57) и (59),

$$\vec{r}'_1 = \vec{R} + \frac{\mu}{m_1} \vec{r}, \quad \vec{r}'_2 = \vec{R} - \frac{\mu}{m_2} \vec{r}. \quad (60)$$

В силу (57)

$$\vec{F}_i = m_i \ddot{\vec{R}} + \vec{F}'_i, \quad (61)$$

где $\vec{F}_i = m_i \ddot{\vec{r}}_i$, $\vec{F}'_i = m_i \ddot{\vec{r}}'_i$; \vec{F}_i и \vec{F}'_i — силы, действующие на частицу i в исходной системе отсчета K и в системе центра масс C , соответственно. Из (61) следуют соотношения (ср. с (49)):

$$\vec{F}'_i = \sum_{k=1,2} \vec{F}'_{ik}, \quad \vec{F}'_{ik} = \frac{m_i m_k}{m} \ddot{\vec{r}}_{ik}, \quad \vec{r}'_{ik} = \vec{r}'_i - \vec{r}'_k. \quad (62)$$

Здесь \vec{F}'_{ik} — сила, действующая на частицу i со стороны частицы k в системе центра масс C .

Имеют место равенства: $\vec{F}'_1 = \vec{F}'_{12}$, $\vec{F}'_2 = \vec{F}'_{21} = -\vec{F}'_1$, $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m \ddot{\vec{R}}$.

Поведение системы частиц определяется дипольными моментами $\vec{d}_i = m_i \vec{r}'_i$. Импульс, кинетическая энергия и момент импульса частицы i относительно центра вихря даются формулами:

$$\begin{aligned} \vec{p}_i &= m_i \dot{\vec{r}}'_i = \dot{\vec{d}}_i = m_i (\dot{\vec{r}}_i \vec{e}_{\vec{r}_i} + [\vec{\omega}_i \vec{r}'_i]) = m_i \dot{\vec{r}}_i \vec{e}_{\vec{r}_i} + [\vec{\omega}_i \vec{d}_i], \\ \vec{p}_1 &= m_1 \dot{\vec{R}} + \mu \dot{\vec{r}}, \quad \vec{p}_2 = m_2 \dot{\vec{R}} - \mu \dot{\vec{r}}, \\ T_i &= \frac{\vec{p}_i^2}{2m_i} = \frac{m_i}{2} (\dot{\vec{r}}_i^2 + \vec{\omega}_i^2 \vec{r}_i'^2), \quad \vec{L}_i = [\vec{r}'_i, \vec{p}_i] = m_i \vec{r}_i'^2 \vec{\omega}_i. \end{aligned} \quad (63)$$

Как видно из (60) и (63), зная величины \vec{r} и \vec{R} , можно определить величины \vec{r}'_i и \vec{p}_i .

Учитывая (55)–(60), полную кинетическую энергию системы преобразуем к виду:

$$T = \sum_{i=1,2} T_i = \sum_{\alpha=\mu,m} T_\alpha, \quad T_i = \frac{1}{2} m_i \dot{\vec{v}}_i^2, \quad T_\mu = \frac{1}{2} \mu \dot{\vec{r}}^2, \quad T_m = \frac{1}{2} m \dot{\vec{R}}^2. \quad (64)$$

Результирующий момент импульса системы частиц относительно точки O_1 можно записать в виде:

$$\vec{L} = \sum_{i=1,2} \vec{L}_i = \sum_{\alpha=\mu,m} \vec{L}_\alpha, \quad \vec{L}_i = [\vec{r}'_i, \vec{p}_i], \quad \vec{L}_\mu = [\vec{r}, \vec{p}_\mu], \quad \vec{L}_m = [\vec{R}, \vec{p}_m], \quad (65)$$

где $\vec{p}_\mu = \mu \dot{\vec{r}}$, $\vec{p}_m = m \dot{\vec{R}}$. Нетрудно убедиться в том, что орбитальный \vec{L}_0 и собственный \vec{S} моменты импульса системы частиц, определяемые формулами

$$\vec{L}_0 = m [\vec{R}, \dot{\vec{R}}], \quad \vec{S} = \sum_i \vec{S}'_i, \quad (66)$$

где $\vec{p}'_i = m_i \dot{\vec{r}}'_i$, $\vec{S}'_i = [\vec{r}'_i, \vec{p}'_i] = (\mu^2/m_i)[\vec{r}, \dot{\vec{r}}]$ — собственный момент импульса частицы с массой m_i , совпадают с величинами \vec{L}_m и \vec{L}_μ , соответственно.

Рассмотрим такое движение системы двух частиц, которое описывается радиус-векторами \vec{r} , \vec{R} и векторами скорости $\vec{v} = \dot{\vec{r}}$, $\vec{V} = \dot{\vec{R}}$,

$$\begin{aligned} \vec{r} = r\vec{e}_r, \quad \vec{v} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\phi}\vec{e}_\phi, \quad \vec{e}_r = (\cos\phi, \sin\phi), \quad \vec{e}_\phi = (-\sin\phi, \cos\phi), \\ \vec{R} = \tilde{R}\vec{e}_R, \quad \vec{V} = \dot{\tilde{R}}\vec{e}_R + \tilde{R}\dot{\Phi}\vec{e}_\Phi, \quad \vec{e}_R = (\cos\Phi, \sin\Phi), \quad \vec{e}_\Phi = (-\sin\Phi, \cos\Phi), \end{aligned} \quad (67)$$

где

$$r = const, \quad \tilde{R} = const, \quad \dot{\phi} \equiv \omega = const, \quad \dot{\Phi} \equiv \Omega = const. \quad (68)$$

Из соотношений (64) и (65) следует, что рассматриваемую систему частиц с массами m_1 и m_2 можно представить как совокупность частиц с массами μ и m , которые описываются радиус-векторами \vec{r} , \vec{R} и векторами импульсов \vec{p}_μ , \vec{p}_m и на которые действуют силы $\vec{F}_\mu = \mu\ddot{\vec{r}}$ и $\vec{F}_m = m\ddot{\vec{R}}$. В самом деле, используя соотношения (60), полную работу, совершаемую силами, действующими на частицы, можно представить в виде:

$$dA = \sum_i \vec{F}_i d\vec{r}_i = m_1 \ddot{\vec{r}}_1 d\vec{r}_1 + m_2 \ddot{\vec{r}}_2 d\vec{r}_2 = \mu \ddot{\vec{r}} d\vec{r} + m \ddot{\vec{R}} d\vec{R}.$$

В силу (64), (67) и (68) кинетические энергии T_m и T_μ сохраняются: $T_m = m\tilde{R}^2\Omega^2/2$, $T_\mu = \mu r^2\omega^2/2$, а также сохраняются орбитальный и собственный моменты импульса: $\vec{L}_0 = m\tilde{R}^2\vec{\Omega}$, $\vec{S} = \mu r^2\vec{\omega}$, $\vec{\Omega} = \Omega\vec{e}_z$, $\vec{\omega} = \omega\vec{e}_z$.

Принимая во внимание, что согласно (67) вращательные компоненты векторов \vec{v} и \vec{V} определяются формулами

$$\vec{v}_\perp = r\dot{\phi}\vec{e}_\phi = [\vec{\omega}\vec{r}], \quad \vec{V}_\perp = \tilde{R}\dot{\Phi}\vec{e}_\Phi = [\vec{\Omega}\vec{R}], \quad (69)$$

вращательную компоненту работы представим следующим образом:

$$dA_\perp = \mu \ddot{\vec{r}} d\vec{r}_\perp + m \ddot{\vec{R}} d\vec{R}_\perp = (\vec{F}_\mu [\vec{\omega}\vec{r}])dt + (\vec{F}_m [\vec{\Omega}\vec{R}])dt = \left(\vec{\omega} \frac{d}{dt} \vec{L}_\mu \right) dt + \left(\vec{\Omega} \frac{d}{dt} \vec{L}_m \right) dt, \quad (70)$$

где величины \vec{L}_μ и \vec{L}_m определены формулами (65). Ввиду того, что $\vec{\omega}\vec{L}_\mu = \mu r^2\omega^2 = const$, $\vec{\Omega}\vec{L}_m = m\tilde{R}^2\Omega^2 = const$, выполняется равенство $dA_\perp = 0$. Как видим, для системы двух классических частиц, с массами μ и m , оба условия криволинейного движения по инерции в сильном смысле формально выполняются.

Отметим, что вращательная компонента работы, совершаемой силами, действующими на исходные частицы с массами m_1 и m_2 , определяется формулой

$$\sum_i \vec{F}_i \vec{v}_{i\perp} dt = \sum_i (\vec{F}_i [\vec{\omega}_i \vec{r}_i]) dt = \sum_i \left(\vec{\omega}_i \frac{d\vec{L}_i}{dt} \right) dt \equiv dA'_\perp, \quad \vec{L}_i = [\vec{r}_i, \vec{p}_i] = m_i \vec{r}_i^2 \vec{\omega}_i, \quad (71)$$

совершенно аналогичной формуле (70). Следует подчеркнуть, однако, что между величинами dA_\perp и dA'_\perp имеется существенное физическое различие, причем, как будет показано далее, в рассматриваемой здесь задаче $dA_\perp \neq dA'_\perp$. Упомянутое выше физическое различие проистекает оттого, что формула (71) дает выражение для работы, совершаемой при перемещении реальных частиц, а именно: при вращении частиц с массами m_1 , m_2 вокруг центра вихря O_1 (радиус-векторы \vec{r}_i частиц отсчитываются от точки O_1). Формула же (70) выражает работу при перемещении фиктивных частиц с массами μ , m , которые отнюдь не вращаются вокруг какой-либо одной точки (радиус-векторы частиц \vec{r} и \vec{R} не имеют общей начальной точки отсчета).

Таким образом, перед нами система двух частиц, с дипольными моментами

$$\vec{d}_\mu = \mu \vec{r}, \quad \vec{d}_m = m \vec{R}, \quad (72)$$

находящаяся в состоянии криволинейной инерции в сильном смысле. По отношению к ней можно повторить рассуждения, приведенные в начале раздела. Физические характеристики частиц (импульсы, кинетические энергии и моменты) определяются соотношениями

$$\begin{aligned} \vec{p}_\mu &= \mu[\vec{\omega}\vec{r}] = \dot{\vec{d}}_\mu, & \vec{p}_m &= m[\vec{\Omega}\vec{R}] = \dot{\vec{d}}_m, \\ T_\mu &= \frac{\mu}{2}\vec{v}^2 = \frac{\mu}{2}\omega^2\vec{r}^2, & T_m &= \frac{m}{2}\vec{R}^2 = \frac{m}{2}\Omega^2\vec{R}^2, \\ \vec{L}_\mu &= [\vec{r}\vec{p}_\mu] = \mu\vec{r}^2\vec{\omega}, & \vec{L}_m &= [\vec{R}\vec{p}_m] = m\vec{R}^2\vec{\Omega}. \end{aligned} \quad (73)$$

Обозначив через \vec{r}_0 и \vec{R}_0 радиус-векторы эфиронов, порождаемых частицами μ и m , рассмотрим следующий квантовый переход двухчастичной системы из однодипольного состояния частиц в двухдипольное:

$$\vec{r} \rightarrow \vec{r}' = \vec{r} + \vec{r}_0, \quad \vec{R} \rightarrow \vec{R}' = \vec{R} + \vec{R}_0. \quad (74)$$

Указанный переход приводит к следующим изменениям физических величин:

$$\begin{aligned} \vec{p}_\mu &\rightarrow \vec{p}'_\mu = \mu[\vec{\omega}\vec{r}'] = \vec{p}_\mu + \mu[\vec{\omega}\vec{r}_0], & \vec{p}_m &\rightarrow \vec{p}'_m = m[\vec{\Omega}\vec{R}'] = \vec{p}_m + m[\vec{\Omega}\vec{R}_0], \\ T_\mu &\rightarrow T'_\mu = \frac{\mu}{2}\omega^2\vec{r}'^2, & T_m &\rightarrow T'_m = \frac{m}{2}\Omega^2\vec{R}'^2, \\ \vec{L}_\mu &\rightarrow \vec{L}'_\mu = \mu\vec{r}'^2\vec{\omega}, & \vec{L}_m &\rightarrow \vec{L}'_m = m\vec{R}'^2\vec{\Omega}. \end{aligned} \quad (75)$$

Подчеркнем, что угловые скорости эфиронов с радиус-векторами \vec{r}_0 и \vec{R}_0 совпадают с угловыми скоростями порождающих эфироны частиц с радиус-векторами \vec{r} и \vec{R} , соответственно.

Как и в случае одной классической частицы, разности значений физических величин, относящихся к конечному и начальному состояниям двухчастичной системы, мы приписываем физическим характеристикам эфиронов. В силу (75) импульсы эфиронов \vec{k}_μ и \vec{k}_m связаны с их радиус-векторами равенствами:

$$\vec{k}_\mu = \mu[\vec{\omega}\vec{r}_0], \quad \vec{k}_m = m[\vec{\Omega}\vec{R}_0]. \quad (76)$$

Обратные соотношения имеют вид (см.(37)):

$$\begin{aligned} \vec{r}_0 &= \alpha_\mu[\vec{\omega}\vec{k}_\mu], & \alpha_\mu &= -1/\mu\omega^2, & (\vec{r}_0\vec{k}_\mu) &= 0, \\ \vec{R}_0 &= \alpha_m[\vec{\Omega}\vec{k}_m], & \alpha_m &= -1/m\Omega^2, & (\vec{R}_0\vec{k}_m) &= 0. \end{aligned} \quad (76a)$$

Энергия и момент импульса эфиронов даются формулами (ср. с (36)):

$$\begin{aligned} E_\mu &= \mu^{-1}(\vec{p}_\mu\vec{k}_\mu + \vec{k}_\mu^2/2), & E_m &= m^{-1}(\vec{p}_m\vec{k}_m + \vec{k}_m^2/2), \\ \vec{L}_{\mu 0} &= \frac{2\vec{\omega}}{\mu\omega^2}(\vec{p}_\mu\vec{k}_\mu + \vec{k}_\mu^2/2), & \vec{L}_{m 0} &= \frac{2\vec{\Omega}}{m\Omega^2}(\vec{p}_m\vec{k}_m + \vec{k}_m^2/2). \end{aligned} \quad (77)$$

Формулы (60) позволяют определить радиус-векторы исходных частиц m_1 и m_2 по радиус-векторам фиктивных частиц, а формулы (63) — физические характеристики исходных частиц в начальном и конечном состояниях. Переходу (74) отвечает переход

$$\begin{aligned} \vec{r}_1 &= \vec{R} + \frac{\mu}{m_1}\vec{r} \rightarrow \vec{r}'_1 = \vec{R}' + \frac{\mu}{m_1}\vec{r}' = \vec{r}_1 + \vec{R}_0 + \frac{\mu}{m_1}\vec{r}_0 = \vec{r}_1 + \vec{r}_{10}, \\ \vec{r}_2 &= \vec{R} - \frac{\mu}{m_2}\vec{r} \rightarrow \vec{r}'_2 = \vec{R}' - \frac{\mu}{m_2}\vec{r}' = \vec{r}_2 + \vec{R}_0 - \frac{\mu}{m_2}\vec{r}_0 = \vec{r}_2 + \vec{r}_{20}, \end{aligned} \quad (78)$$

где \vec{r}_{10} и \vec{r}_{20} - радиус-векторы эфиронов исходных частиц,

$$\vec{r}_{10} = \vec{R}_0 + \frac{\mu}{m_1}\vec{r}_0, \quad \vec{r}_{20} = \vec{R}_0 - \frac{\mu}{m_2}\vec{r}_0. \quad (79)$$

Отметим, что равенства (79), относящиеся к эфиронам, совершенно аналогичны равенствам (60), относящимся к частицам, порождающим эфироны.

Согласно (63), импульсы начального и конечного состояний имеют вид:

$$\begin{aligned}\vec{p}_1 &= m_1 \dot{\vec{R}} + \mu \dot{\vec{r}} \rightarrow \vec{p}'_1 = m_1 \dot{\vec{R}}' + \mu \dot{\vec{r}}' = \vec{p}_1 + m_1 \dot{\vec{R}}_0 + \mu \dot{\vec{r}}_0, \\ \vec{p}_2 &= m_2 \dot{\vec{R}} - \mu \dot{\vec{r}} \rightarrow \vec{p}'_2 = m_2 \dot{\vec{R}}' - \mu \dot{\vec{r}}' = \vec{p}_2 + m_2 \dot{\vec{R}}_0 - \mu \dot{\vec{r}}_0.\end{aligned}\tag{80}$$

Отсюда получаем следующие выражения для импульсов $\vec{k}_i = \vec{p}'_i - \vec{p}_i$ эфиронов исходных частиц:

$$\vec{k}_1 = m_1 \dot{\vec{R}}_0 + \mu \dot{\vec{r}}_0 = m_1 [\dot{\vec{\Omega}} \vec{R}_0] + \mu [\dot{\vec{\omega}} \vec{r}_0], \quad \vec{k}_2 = m_2 \dot{\vec{R}}_0 - \mu \dot{\vec{r}}_0 = m_2 [\dot{\vec{\Omega}} \vec{R}_0] - \mu [\dot{\vec{\omega}} \vec{r}_0].\tag{81}$$

Используя (76), импульсы \vec{k}_i , $i=1,2$, можно выразить через импульсы \vec{k}_μ, \vec{k}_m эфиронов фиктивных частиц:

$$\vec{k}_1 = \frac{m_1}{m} \vec{k}_m + \vec{k}_\mu, \quad \vec{k}_2 = \frac{m_2}{m} \vec{k}_m - \vec{k}_\mu.\tag{82}$$

Аналогично с помощью (63) определяем начальные и конечные значения кинетической энергии и момента импульса:

$$T_i = \vec{p}_i^2 / 2m_i \rightarrow T'_i = \vec{p}'_i^2 / 2m_i, \quad \vec{L}_i = [\vec{r}_i, \vec{p}_i] \rightarrow \vec{L}'_i = [\vec{r}'_i, \vec{p}'_i] = m_i (\vec{r}'_i)^2 \vec{\omega}'_i,$$

а также энергию (E_i) и момент импульса (\vec{L}_{i0}) эфиронов исходных частиц:

$$E_i = T'_i - T_i, \quad \vec{L}_{i0} = \vec{L}'_i - \vec{L}_i.$$

Если $\vec{r}_i = \tilde{r}_i \vec{e}_{\tilde{r}_i}$ и $\vec{r}'_i = \tilde{r}'_i \vec{e}_{\tilde{r}'_i}$ (см.(A.1) и (A.9)), т. е. $\tilde{r}_i, \tilde{\phi}_i$ и $\tilde{r}'_i, \tilde{\phi}'_i$ — полярные координаты векторов \vec{r}_i и \vec{r}'_i , то имеет место представление

$$\vec{L}_{i0} = m_i (\vec{r}'_i)^2 \vec{\omega}'_i - m_i (\vec{r}_i)^2 \vec{\omega}_i, \quad \vec{\omega}'_i = \dot{\tilde{\phi}}'_i \vec{e}_z, \quad \vec{\omega}_i = \dot{\tilde{\phi}}_i \vec{e}_z.\tag{83}$$

Используя обозначения (см. соотношения (74) и (78)) $\vec{r}_i = \vec{R} + \alpha_i \vec{r}$, $\vec{r}'_i = \vec{R}' + \alpha_i \vec{r}'$, $\alpha_1 = \mu/m_1$, $\alpha_2 = -\mu/m_2$, с помощью соотношений (A.10) Приложения находим:

$$\begin{aligned}\vec{L}_{i0} &= m_i \left[\left((\vec{R} + \vec{R}_0)^2 - \vec{R}^2 \right) \vec{\Omega} + \alpha_i^2 \left((\vec{r} + \vec{r}_0)^2 - \vec{r}^2 \right) \vec{\omega} + \alpha_i \left((\vec{R} + \vec{R}_0)(\vec{r} + \vec{r}_0) - \vec{R}\vec{r} \right) (\vec{\Omega} + \vec{\omega}) \right], \\ \sum_i \vec{L}_{i0} &= m \left((\vec{R} + \vec{R}_0)^2 - \vec{R}^2 \right) \vec{\Omega} + \mu \left((\vec{r} + \vec{r}_0)^2 - \vec{r}^2 \right) \vec{\omega}.\end{aligned}\tag{84}$$

Учитывая (80)-(82), находим (ср. с (36) и (77)):

$$\begin{aligned}E_i &= \frac{1}{2m_i} [(\vec{p}_i + \vec{k}_i)^2 - \vec{p}_i^2] = m_i^{-1} (\vec{p}_i \vec{k}_i + \vec{k}_i^2 / 2), \\ \vec{L}_{i0} &= [\vec{r}_i, \vec{k}_i] + [\vec{r}_{i0}, \vec{p}_i] + [\vec{r}_{i0}, \vec{k}_i].\end{aligned}\tag{85}$$

Отметим, что последнее равенство в точности совпадает с (84) для \vec{L}_{i0} .

Используя равенства (60) и (63), вычислим кинетические энергии T_i частиц с массами m_1 и m_2 :

$$\begin{aligned}T_1 &= \frac{m_1}{2} \Omega^2 \tilde{R}^2 + \frac{\mu^2}{2m_1} \omega^2 r^2 + \mu \tilde{R} r \Omega \omega \cos(\Phi - \phi), \\ T_2 &= \frac{m_2}{2} \Omega^2 \tilde{R}^2 + \frac{\mu^2}{2m_2} \omega^2 r^2 - \mu \tilde{R} r \Omega \omega \cos(\Phi - \phi).\end{aligned}\tag{86}$$

Из приведенных соотношений видно, что $T_1 + T_2 = const$ при любых соотношениях между угловыми скоростями Ω и ω , но $T_1 = const$ и $T_2 = const$ лишь при $\Omega = \omega$. Значит, при $\Omega \neq \omega$ происходит непрерывно перераспределение энергии между частицами m_1 и m_2 .

Рассмотрим второе условие движения по инерции частиц с массами m_1 и m_2 : $dA'_1 = 0$

(см. (71)). Учитывая (A.10), получаем (полагаем, что выполняются равенства (68)):

$$\frac{d\vec{L}_i}{dt} = -m_i \vec{e}_z \alpha_i r \tilde{R} (\dot{\Phi}^2 - \dot{\phi}^2) \sin(\Phi - \phi).$$

Вновь используя (A.10), выводим:

$$\sum_i \bar{\omega}_i \frac{d\vec{L}_i}{dt} = -\sum_i m_i \alpha_i r \tilde{R} (\dot{\Phi}^2 - \dot{\phi}^2) \sin(\Phi - \phi) \frac{1}{\tilde{r}_i^2} (\tilde{R}^2 \dot{\Phi} + (\alpha_i r)^2 \dot{\phi} + \alpha_i r \tilde{R} (\dot{\Phi} + \dot{\phi}) \cos(\Phi - \phi)).$$

Несложные преобразования дают:

$$\sum_i \bar{\omega}_i \frac{d\vec{L}_i}{dt} = \frac{\mu}{\tilde{r}_1^2 \tilde{r}_2^2} r^2 \tilde{R}^2 (\dot{\Phi}^2 - \dot{\phi}^2) (\Phi - \phi) \sin(\Phi - \phi) [r \tilde{R} (\alpha_1 + \alpha_2) + (\tilde{R}^2 + \alpha_1 \alpha_2 r^2) \cos(\Phi - \phi)]. \quad (87)$$

Из последней формулы следует, что условие $dA'_1 = 0$ выполняется лишь при $\dot{\Phi} = \dot{\phi}$ (т. е. при $\Omega = \omega$, см. (68)).

Как видно из приведенных соотношений, особенность поведения рассматриваемой двухчастичной системы состоит в том, что если фиктивные частицы с массами μ и m движутся по инерции в сильном смысле при произвольных значениях угловых скоростей Ω и ω , то исходные частицы m_1 и m_2 движутся по инерции в сильном смысле лишь при $\Omega = \omega$; при $\Omega \neq \omega$ имеет место криволинейная инерция в слабом смысле.

Полученные выше результаты относятся к системе двух частиц, в которой выполняются соотношения (68). Эти результаты интересно сравнить с движением двухчастичной системы, каждая из частиц которой движется по криволинейной траектории по инерции в сильном смысле независимо от другой, т. е. выполняются условия

$$\tilde{r}_i = const, \quad \dot{\phi}_i = \omega_i = const. \quad (88)$$

В этом случае, согласно (63), (64) и (71),

$$T = \sum_i m_i \tilde{r}_i^2 \omega_i^2 / 2 = const, \quad dA'_1 = d \sum_i (\bar{\omega}_i \vec{L}_i) = 2dT = 0.$$

Используя (64), (57) и (58), получаем:

$$\begin{aligned} T_m &= (1/2m)(m_1^2 \tilde{r}_1^2 \omega_1^2 + m_2^2 \tilde{r}_2^2 \omega_2^2 + 2m_1 m_2 \omega_1 \omega_2 \tilde{r}_1 \tilde{r}_2 \cos(\phi_1 - \phi_2)), \\ T_\mu &= (\mu/2)(\tilde{r}_1^2 \omega_1^2 + \tilde{r}_2^2 \omega_2^2 - 2\omega_1 \omega_2 \tilde{r}_1 \tilde{r}_2 \cos(\phi_1 - \phi_2)), \quad T_m + T_\mu = T. \end{aligned} \quad (89)$$

Как видно из приведенных соотношений, каждая из величин T_m и T_μ изменяется со временем (при $\omega_1 \neq \omega_2$), но в выражении для полной кинетической энергии системы указанные зависимости от времени взаимно компенсируются. Движение характеризуется тем, что кинетическая энергия и момент импульса каждой частицы сохраняются во времени, но непрерывно происходит перекачка энергии от фиктивной частицы с массой μ (и радиус-вектором \vec{r}) к другой фиктивной частице — частице с массой m (и радиус-вектором \vec{R}), т. е. происходит перераспределение энергии между относительным движением частиц и движением центра масс системы.

Отметим также равенства (см. (65)):

$$\begin{aligned} \vec{L}_\mu &= \mu[\vec{r}, \dot{\vec{r}}] = \mu(\tilde{r}_1^2 \dot{\phi}_1 + \tilde{r}_2^2 \dot{\phi}_2 - \tilde{r}_1 \tilde{r}_2 (\dot{\phi}_1 + \dot{\phi}_2) \cos(\phi_2 - \phi_1)) \vec{e}_z, \\ \vec{L}_m &= m[\vec{R}, \dot{\vec{R}}] = \left(\frac{m_1^2}{m} \tilde{r}_1^2 \dot{\phi}_1 + \frac{m_2^2}{m} \tilde{r}_2^2 \dot{\phi}_2 + \mu \tilde{r}_1 \tilde{r}_2 (\dot{\phi}_1 + \dot{\phi}_2) \cos(\phi_2 - \phi_1) \right) \vec{e}_z, \end{aligned} \quad (90)$$

из которых видно, что при условии (88) происходит перераспределение момента импульса между фиктивными подсистемами с массами μ и m , но результирующий момент во времени сохраняется: $\vec{L} = \vec{L}_\mu + \vec{L}_m = const$.

Таким образом, при выполнении условий (88) и условия $\omega_1 \neq \omega_2$ состояние движения двухчастичной системы имеет следующую особенность. Хотя каждая из частиц системы движется ускоренно по инерции в сильном смысле, центр масс системы не находится в состоянии криволинейного движения по инерции. В системе частиц непрерывно происходит перераспре-

деление энергии и момента импульса между относительным движением частиц и движением центра масс. Эта особенность поведения системы обусловлена тем, что при $\omega_1 \neq \omega_2$ расстояние между частицами изменяется со временем, как это следует из равенства $r = |\vec{r}_1 - \vec{r}_2| = \sqrt{\tilde{r}_1^2 + \tilde{r}_2^2 - 2\tilde{r}_1\tilde{r}_2 \cos(\phi_1 - \phi_2)}$.

Как видно из рассмотренного выше примера двухчастичной системы, при движении частиц тела по инерции по криволинейным траекториям центр масс тела вовсе не обязан двигаться ускоренно по инерции.

Физическую картину движения частиц m_1 и m_2 при выполнении условий (68) можно описать следующим образом.

Частицы m_1 и m_2 движутся по концентрическим окружностям с центром в точке центра масс C с радиусами $\mu r/m_1$ и $\mu r/m_2$ (см. (58)). Точка C равномерно движется по окружности радиуса \tilde{R} с центром в точке O_1 с угловой скоростью Ω .

В то же время частицы m_1 и m_2 движутся по замкнутым траекториям вокруг точки O_1 ; расстояния частиц до точки O_1 , \tilde{r}_1 и \tilde{r}_2 , изменяются со временем периодически с частотой $\Omega - \omega$, хотя расстояние между частицами сохраняется постоянным и равным $r = |\vec{r}_1 - \vec{r}_2|$. При $\Omega = \omega$ траектории частиц превращаются в концентрические окружности с центром в точке O_1 и вращение частиц становится равномерным.

Рассматриваемая нами система двух частиц представляет собой совокупность трех механических диполей с дипольными моментами $\vec{d}_1 = m_1\vec{r}_1'$, $\vec{d}_2 = m_2\vec{r}_2'$ и $\vec{d}_3 = (m_1 + m_2)\vec{R}$. В силу (58) дипольные моменты \vec{d}_1 и \vec{d}_2 связаны между собой равенством: $\vec{d}_1 = -\vec{d}_2 = \mu\vec{r}$. Начала векторов \vec{d}_1 и \vec{d}_2 совпадают с центром масс C , который является стоком полей сил $\vec{F}_1' = m_1\ddot{\vec{r}}_1'$ и $\vec{F}_2' = m_2\ddot{\vec{r}}_2'$, действующих на частицы в системе центра масс. Диполи с дипольными моментами \vec{d}_1 и \vec{d}_2 будем называть **сопряженными**. Диполь с дипольным моментом \vec{d}_3 характеризуется тем, что точка C служит источником поля силы $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m\ddot{\vec{R}}$ (см.(61)) и в формулу для дипольного момента входит полная масса частиц m . Все три диполя образуют связанную систему; связь между ними осуществляется в точке C , которая, с одной стороны, является стоком полей сил \vec{F}_1' и \vec{F}_2' , а с другой — источником поля силы \vec{F} (при этом $\vec{F}_1' = -\vec{F}_2' = \mu\ddot{\vec{r}}$, $\vec{F} \neq 0$).

Дипольные моменты определяют импульсы частиц и действующие на частицы силы:

$$\vec{p}_i = \dot{\vec{d}}_i + (m_i/m)\dot{\vec{d}}_3, \quad \vec{F}_i = \ddot{\vec{d}}_i + (m_i/m)\ddot{\vec{d}}_3, \quad i=1,2. \quad (91)$$

Из последних равенств вытекают следующие выражения для векторов результирующих импульса и силы: $\vec{P} = \dot{\vec{d}}_3$, $\vec{F} = \ddot{\vec{d}}_3$.

Следует подчеркнуть, что исследуемая здесь система двух частиц при выполнении условий (68) вращается по инерции как целое относительно точки O_1 . Значит, в некотором смысле, точка O_1 играет роль центра масс этой вращающейся системы. Получается так, как если бы в точке O_1 была локализована частица с массой $m_1 + m_2 = m$ (назовем такую частицу **виртуальной**). Но в силу неоднородности и неизотропности пространства никакая частица не может покоиться бесконечно долго в фиксированной точке пространства. Стремясь перемещаться без расходования собственной энергии, т. е. по инерции, она неизбежно сбрасывает оковы. В результате возникает новый вихрь, создаваемый движением виртуальной частицы с массой m в точке O_1 по окружности с центром в какой-то точке O_2 . Этот процесс продолжается: точка O_2 становится точкой локализации **новой виртуальной частицы** массы m и т. д. Образуется цепочка вихрей, связанных между собой силовой нитью, проходящей через исходную частицу и центры вихрей, — **силовой шнур**. Возникает пространственная структура, подобная той, которая рассматривалась в разделе 2 в случае многодипольного одночастичного

состояния. Отличие от одночастичного случая состоит лишь в том, что теперь роль главного вихря играют сопряженные вихри \vec{d}_1 и \vec{d}_2 , возникающие при вращении частиц m_1 и m_2 вокруг центра масс системы C .

6. Поведение двухчастичной системы с учетом квантов эфирной среды.

Как получить бальмеровский спектр атома

Рассмотрим более подробно поведение системы двух частиц с учетом элементарных возбуждений эфирной среды, исследованных в предыдущем разделе. Нас интересуют элементарные возбуждения, возникающие в квантовых процессах вида (74): $\vec{r} \rightarrow \vec{r}' = \vec{r} + \vec{r}_0$, $\vec{R} \rightarrow \vec{R}' = \vec{R} + \vec{R}_0$, где \vec{r}_0 и \vec{R}_0 — радиус-векторы возбуждений эфирной среды, порождаемых μ - и m -частицами. В дальнейшем величины \vec{r}_0 и \vec{R}_0 будем называть радиус-векторами μ - и m -эфиронов, соответственно.

Согласно (73), (75) и (76), в указанных квантовых процессах импульсы частиц изменяются следующим образом:

$$\begin{aligned} \vec{p}_\mu = \mu[\vec{\omega}\vec{r}] \rightarrow \vec{p}'_\mu = \vec{p}_\mu + \vec{k}_\mu, \quad \vec{k}_\mu = \mu[\vec{\omega}\vec{r}_0], \\ \vec{p}_m = m[\vec{\Omega}\vec{R}] \rightarrow \vec{p}'_m = \vec{p}_m + \vec{k}_m, \quad \vec{k}_m = m[\vec{\Omega}\vec{R}_0], \end{aligned} \quad (92)$$

где \vec{k}_μ и \vec{k}_m — импульсы μ - и m -эфиронов. Энергия и момент импульса эфиронов выражаются соотношениями (77).

На языке исходных частиц с массами m_1 и m_2 , радиус-векторы и импульсы частиц в квантовых процессах (74) изменяются следующим образом (см. (76)-(81)):

$$\vec{r}_i \rightarrow \vec{r}'_i = \vec{r}_i + \vec{r}_{i0}, \quad \vec{p}_i \rightarrow \vec{p}'_i = \vec{p}_i + \vec{k}_i, \quad \vec{p}_i = m_i \dot{\vec{r}}_i, \quad \vec{k}_i = m_i \dot{\vec{r}}_{i0} \quad i=1,2, \quad (93)$$

где $\vec{r}_1 = \vec{R} + \frac{\mu}{m_1} \vec{r}$, $\vec{r}_2 = \vec{R} - \frac{\mu}{m_2} \vec{r}$, $\vec{r}_{10} = \vec{R}_0 + \frac{\mu}{m_1} \vec{r}_0$, $\vec{r}_{20} = \vec{R}_0 - \frac{\mu}{m_2} \vec{r}_0$; \vec{r}_{i0} и \vec{k}_i — радиус-вектор и импульс эфирона, отвечающего частице с массой m_i . Вычислим результирующие импульсы частиц в начальном и конечном состояниях и эфиронов, т. е. величины: $\vec{P} = \sum_i \vec{p}_i$, $\vec{P}' = \sum_i \vec{p}'_i$ и $\vec{K} = \sum_i \vec{k}_i$. Несложные вычисления с учетом равенств (93) дают:

$$\vec{P} = m[\vec{\Omega}, \vec{R}], \quad \vec{P}' = m[\vec{\Omega}, (\vec{R} + \vec{R}_0)], \quad \vec{K} = m[\vec{\Omega}, \vec{R}_0]. \quad (94)$$

Энергию m_i -эфирона E_i вычислим по формуле (85). Чтобы выразить величину E_i через радиус-векторы \vec{r}_0 и \vec{R}_0 эфиронов, используем равенства

$$\vec{k}_i^2 = m_i^2 (\vec{\Omega}\vec{R}_0 + \alpha_i \vec{\omega}\vec{r}_0)^2, \quad \vec{p}_i \vec{k}_i = m_i^2 (\vec{\Omega}\vec{R} + \alpha_i \vec{\omega}\vec{r})(\vec{\Omega}\vec{R}_0 + \alpha_i \vec{\omega}\vec{r}_0), \quad \alpha_1 = \frac{\mu}{m_1}, \quad \alpha_2 = -\frac{\mu}{m_2}, \quad (95)$$

которые легко получить с помощью соотношений (93). Учитывая последние равенства, а также соотношения (84) и (85), результирующие энергию и момент импульса эфиронов можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} \sum_i E_i = \mu \vec{\omega}^2 (\vec{r}\vec{r}_0 + \vec{r}_0^2 / 2) + m \Omega^2 (\vec{R}\vec{R}_0 + \vec{R}_0^2 / 2) \equiv E_0, \\ \sum_i \vec{L}_{i0} = 2\mu (\vec{r}\vec{r}_0 + \vec{r}_0^2 / 2) \vec{\omega} + 2m (\vec{R}\vec{R}_0 + \vec{R}_0^2 / 2) \vec{\Omega} \equiv \vec{L}'_0. \end{aligned} \quad (96)$$

Проанализируем полученные выше результаты в отдельных частных случаях.

Рассмотрим **замкнутую систему двух частиц**, центр масс которой покоится (см. (67), (68)):

$$\vec{R} = const, \quad \text{т. е. } \vec{\Omega} = 0. \quad (97)$$

Согласно (92), в этом случае $\vec{p}'_m = 0$, $T'_m = 0$, $\vec{R}'_0 = 0$, $\vec{k}'_m = 0$. (см. (74)-(76)). Эти равенства

означают, что в замкнутой системе двух частиц, находящейся в состоянии криволинейной инерции, элементарные возбуждения эфира возникают, как и должно быть, лишь за счет относительного движения частиц. В силу (94) результирующий импульс частиц как в начальном, так и в конечном состоянии равен нулю: $\vec{P} = 0$, $\vec{P}' = 0$. Обращается в нуль также и результирующий импульс эфиронов: $\vec{K} = 0$, т. е. в рассматриваемом процессе импульсы m_1 -эфиронов и m_2 -эфиронов взаимно компенсируются. Однако результирующие энергия и момент эфиронов отличны от нуля и определяются формулами (96), в которых нужно положить $\Omega = 0$.

Величина E_0 достигает наименьшего значения при следующем критическом значении радиуса μ -эфилона:

$$r_0 = r |\cos \beta| \equiv r_0^*, \quad (98)$$

где $\cos \beta = \vec{r}_0 / r r_0 < 0$. При этом $\min E_0 = -(\mu \omega^2 r^2 / 2) \cos^2 \beta$. Энергия двухчастичной системы в конечном состоянии, отвечающем рассматриваемому квантовому переходу, составляет: $T' = T + E_0$, где $T = \mu \omega^2 r^2 / 2$ — энергия начального состояния. Следовательно, в результате квантового перехода в области $E_0 < 0$ энергия системы двух частиц в конечном состоянии уменьшается по сравнению с энергией в начальном состоянии, достигая минимума, равного

$$\min T' = (\mu \omega^2 r^2 / 2) \sin^2 \beta, \quad (99)$$

при $r_0 = r_0^*$. Согласно (99), при $\beta \rightarrow \pi$ замкнутая система двух частиц полностью переходит в эфирную среду, т. е. дематериализуется.

Подчеркнем, что рассмотренная здесь замкнутая двухчастичная система состоит из двух открытых одночастичных подсистем, каждая из которых находится в состоянии криволинейного движения по инерции.

В случае **открытой системы двух частиц** (т. е. при $\vec{R} \neq 0$, $\Omega \neq 0$), результирующие импульсы частиц и эфиронов, согласно (94), отличаются от нуля. При этом, если центр масс системы находится неизменно в однодипольном состоянии движения по инерции (т. е. $\vec{R}_0 = 0$), а в относительном движении частиц системы непрерывно происходят квантовые переходы из однодипольных состояний в двухдипольные и обратно (т. е. $\vec{r}_0 \neq 0$), то в силу (94) и (96) результирующие импульс, энергия и момент эфиронов имеют такие же значения, как и в случае замкнутой системы двух частиц. Если же квантовые переходы из однодипольных состояний в двухдипольные и обратно имеют место как в движении центра масс, так и в относительном движении частиц, то физические характеристики открытой двухчастичной системы могут заметно отличаться от характеристик замкнутой системы, как это видно из равенств (94) и (96).

Результирующая энергия эфиронов E_0 (96) достигает минимального значения, если одновременно выполняются равенства:

$$r_0 = r_0^*, \quad \vec{R}_0 = \vec{R}_0^*,$$

где r_0^* — введенное выше (см. (98)) критическое значение радиуса μ -эфилона, $\vec{R}_0^* = \vec{R} |\cos \beta'|$ — критическое значение радиуса m -эфилона, $\cos \beta' = \vec{R} \vec{R}_0 / \vec{R} \vec{R}_0 < 0$. При $\beta, \beta' \rightarrow \pi$ происходит дематериализация всей открытой двухчастичной системы. Если же $\beta \rightarrow \pi$, но величина β' заметно отличается от π , то дематериализуется только та часть системы, которая связана с относительным движением частиц.

Как разъяснялось ранее, возникновение эфирной среды обусловлено пространственным квантованием состояний ускоренного движения классических частиц по инерции, т. е. существованием n -дипольных состояний движения частиц ($n = 1, 2, \dots$). Возникает вопрос, имеется ли связь открытого нами явления пространственного квантования с квантованием энергии атомных частиц, которое рассматривается в стандартной квантовой механике. Чтобы ответить на этот вопрос и установить связь числа диполей (вихрей) n с главным квантовым числом электрона в атоме, обратимся к бальмеровскому спектру атома водорода.

Согласно экспериментальным данным, известным задолго до появления боровской тео-

рии атома, частоты $\omega_{nn'}$, спектральных линий в атоме водорода можно записать в виде разности величин T_n , получивших название спектральных термов:

$$\omega_{nn'} = T_{n'} - T_n, \quad (100)$$

где $T_n = R / n^2$, R — постоянная Ридберга, n и n' ($n, n' = 1, 2, \dots$) — квантовые числа состояний электрона, между которыми совершается переход. Принято считать, что частоты $\omega_{nn'}$ связаны с энергиями E_n и $E_{n'}$ начального и конечного состояний электрона ($E_n > E_{n'}$) правилом частот Бора:

$$\omega_{nn'} = \frac{E_n - E_{n'}}{\hbar}. \quad (101)$$

Согласно общепринятым представлениям, получившим обоснование в квантовой механике, уровни энергии E_n , отвечающие связанным стационарным состояниям электрона в атоме, лежат в кулоновской потенциальной яме, образуемой ядром атома. Положение уровней энергии электрона в атоме водорода описывается формулой

$$E_n = -\frac{I_0}{n^2}, \quad (102)$$

где $I_0 = \hbar R$ — энергия ионизации атома водорода, $n = 1, 2, \dots$ — главное квантовое число. В силу (102) энергия квантового перехода $n \rightarrow n'$, $n > n'$, дается равенством

$$E_n - E_{n'} = I_0 \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (103)$$

которое представляет собой известную формулу Бальмера и находится в согласии с соотношениями (100) и (101).

Попытаемся описать с помощью криволинейных движений по инерции квантовые переходы классических частиц, приводящие к бальмеровскому спектру атомов.

Рассмотрим замкнутую систему двух частиц с массами m_1 и m_2 . Согласно (58), в системе центра масс радиус-векторы частиц можно записать в виде: $\vec{r}'_1 = \frac{\mu}{m_1} \vec{r}$, $\vec{r}'_2 = -\frac{\mu}{m_2} \vec{r}$, где

\vec{r} — радиус-вектор относительного движения частиц, μ — приведенная масса. При выполнении условий криволинейного движения системы по инерции $r = const$, $\dot{\phi} = \omega = const$ (см. (68)) результирующая кинетическая энергия двухчастичной системы составляет:

$$T = \mu r^2 \omega^2 / 2 = const. \quad (104)$$

Дипольные моменты частиц, составляющих систему, имеют вид: $\vec{d}'_1 = m_1 \vec{r}'_1 = \mu \vec{r}$ и $\vec{d}'_2 = m_2 \vec{r}'_2 = -\mu \vec{r} = -\vec{d}'_1$. Относительное движение частиц можно описать дипольным моментом $\vec{d} = \mu \vec{r}$, совпадающим с дипольным моментом фиктивной частицы массой μ и с радиус-вектором \vec{r} . Кинетическая энергия такой частицы в точности совпадают с величиной (104), относящейся к системе двух частиц.

Обозначим через T_n кинетическую энергию двухчастичной системы, которая находится в состоянии вращательной инерции с расстоянием r_n между частицами:

$$T_n = \mu r_n^2 \omega^2 / 2. \quad (105)$$

Приращение энергии частицы при переходе из состояния с r_n в состояние с r_{n+1} ,

$$r_{n+1} = r_n + \Delta_n, \quad \Delta_n > 0, \quad (106)$$

составляет:

$$T_{n+1} - T_n = \mu \omega^2 (r_{n+1}^2 - r_n^2) / 2. \quad (107)$$

Отождествляя величину T_n с величиной энергии частицы E_n и используя формулу (103), можем записать:

$$T_{n+1} - T_n = I_0 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2} \right). \quad (108)$$

Далее полагаем $T_1 = \mu r_1^2 \omega^2 / 2 = I_0$ (это равенство фиксирует начало отсчета энергии) и исключаем величину $T_{n+1} - T_n$ из соотношений (107) и (108):

$$r_1^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2} \right) = (r_n + \Delta_n)^2 - r_n^2. \quad (109)$$

Равенство (109) при $n=1$ дает:

$$r_1^2 \left(1 - \frac{1}{2^2} \right) = (r_1 + \Delta_1)^2 - r_1^2; \quad (r_1 + \Delta_1)^2 = r_1^2 \left(2 - \frac{1}{2^2} \right); \quad \Delta_1 = r_1 \left(\sqrt{2 - \frac{1}{2^2}} - 1 \right). \quad (110)$$

При $n=2$ из (106), (109) и (110) выводим аналогичным образом:

$$\begin{aligned} r_2 = r_1 + \Delta_1 = r_1 \sqrt{2 - \frac{1}{2^2}}; \quad r_1^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) &= (r_2 + \Delta_2)^2 - r_2^2; \\ (r_2 + \Delta_2)^2 = r_1^2 \left(2 - \frac{1}{3^2} \right); \quad \Delta_2 = r_1 \left(\sqrt{2 - \frac{1}{3^2}} - \sqrt{2 - \frac{1}{2^2}} \right). \end{aligned} \quad (111)$$

Продолжая вычисления при $n=3, 4, \dots$, приходим к общим формулам:

$$r_n = r_1 \sqrt{2 - \frac{1}{n^2}}; \quad \Delta_n = r_1 \left(\sqrt{2 - \frac{1}{(n+1)^2}} - \sqrt{2 - \frac{1}{n^2}} \right), \quad n=1, 2, \dots \quad (112)$$

С возрастанием квантового числа n расстояние между частицами возрастает и вместе с ним возрастает энергия состояния частицы. Мы имеем последовательность квантовых состояний частицы с энергиями, монотонно возрастающими с увеличением квантового числа n и лежащими в интервале $(I_0, 2I_0)$:

$$T_1, T_2, \dots, T_n, \dots = I_0, I_0 \left(2 - \frac{1}{2^2} \right), \dots, I_0 \left(2 - \frac{1}{n^2} \right), \dots \quad (113)$$

Квантовый переход $T_n \rightarrow T_{n+1}$, приводящий к увеличению энергии частицы, представляет собой поглощение частицей кванта энергии с частотой ω' , которая определяется равенством $\hbar\omega' = I_0 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2} \right)$. Обратный переход $T_{n+1} \rightarrow T_n$ отвечает испусканию частицей кванта энергии той же частоты.

Отметим, что переход от состояния частицы с r_1 к состоянию с $r_2 = r_1 + \Delta_1$ означает переход от однодипольного состояния с дипольным моментом $d_1 = \mu r_1$ к двухдипольному состоянию с дипольными моментами μr_1 и $\mu \Delta_1$. Поэтому, на основании приведенных рассуждений, можно заключить, что **число диполей в n -дипольном состоянии движения классической частицы аналогично главному квантовому числу n электрона в атоме водорода**. Иными словами, **величина n , входящая в формулу Бальмера (103), представляет собой число вихрей в пространственной конфигурации классической частицы, движущейся ускоренно по инерции**.

Полученные результаты позволяют утверждать, что физический механизм испускания или поглощения классической частицей кванта энергии состоит в удалении из частицы какого-либо диполя или прибавлении к частице нового диполя. В общем случае возбуждение частицы состоит в добавлении к исходному состоянию либо удалении из исходного состояния некоторого числа вихрей, описываемых дипольными моментами. Диполь является, таким образом, важнейшим структурным элементом пространственной конфигурации частицы, находящейся в состоянии криволинейного движения по инерции. Каждый диполь представляет собой вихрь, обладающий энергией, импульсом и моментом. Физические свойства частицы зависят от взаимной ориентации вихрей.

Энергия вихря совпадает с кинетической энергией вращения. Эта величина положительна и изменяется непрерывно. Следовательно, классические частицы, движущиеся ускоренно по инерции, имеют непрерывный спектр энергии. Возникает вопрос: **почему из всей совокупности вихрей в квантовые процессы вовлекаются лишь некоторые, такие, которые дают бальмеровский спектр?** Ответ состоит в том, что **в физических процессах участвуют лишь те вихревые образования, которые обеспечивают выполнение законов сохранения, а также условий криволинейной инерции.** Наиболее устойчивыми оказываются лишь избранные пространственные конфигурации физической системы, переходы между которыми, согласующиеся с законами сохранения, и дают определенные спектральные линии. В результате возникает **иллюзия того, что система микрочастиц имеет дискретный набор уровней энергии** и что происходят квантовые скачки частиц с одного уровня на другой.

Следует подчеркнуть, что существующая ныне квантовая теория электромагнитного излучения и, в частности, теория атомных спектров основаны на следующей физической картине. Наличие четких линий в спектрах испускания атомов обусловлено тем, что **энергетический спектр электронов в атомах имеет дискретный характер.** Квантовые переходы (квантовые перескоки) электрона с одного уровня энергии на другой под действием возмущения сопровождаются испусканием или поглощением фотонов. Эти процессы и приводят к возникновению четких спектральных линий. Существование же дискретного спектра энергии электронов в атомах является всеобщим, универсальным явлением в природе, которое обязано своим происхождением кулоновскому взаимодействию электрона с атомным ядром. Кулоновское поле атомных ядер имеет форму потенциальных ям, в которых электроны локализируются, занимая строго определенные уровни энергии (в случае атома водорода энергии уровней даются формулой (102)).

Самый существенный момент в описанной выше физической картине состоит в представлении о том, что дискретные уровни энергии электронов в атомах возникают вследствие существования потенциальных ям, образуемых кулоновскими полями ядер атомов. Принято считать, что именно потенциальные ямы ответственны за финитное движение частиц в атомах, и именно они определяют особенности спектров испускания и поглощения атомами электромагнитных волн.

Отметим, что существующая ныне теория гравитационного взаимодействия имеет феноменологический характер. Ньютоновская теория гравитации основана на гипотезе, что каждое тело, обладающее массой, порождает в окружающем пространстве силовое поле, благодаря которому потенциальная энергия тела имеет форму потенциальной ямы и между любыми двумя телами возникает сила притяжения. Исследование физической природы гравитации [1-3] показывает, однако, что причиной гравитации являются криволинейные движения частиц по инерции. Согласно результатам работы [4], при выполнении определенных условий классические частицы могут отталкиваться друг от друга, т. е. возможна антигравитация, и характером взаимодействия частиц можно управлять.

Аналогия между законом кулоновского взаимодействия электрически заряженных частиц и законом всемирного тяготения наводит на мысль, что закон Кулона также является приближенным, феноменологическим, как и закон всемирного тяготения. Отсюда можно заключить, в частности, что отнюдь не наличие потенциальных ям, образуемых ядрами атомов, ответственно за появление дискретного спектра энергии атомных электронов и спектральных линий в спектрах испускания атомов (из-за отсутствия в природе кулоновских потенциальных ям). Причиной квантовых переходов в атомах могут быть только криволинейные движения частиц по инерции, которые приводят к образованию локализованных в пространстве устойчивых состояний частиц, аналогичных связанным состояниям частиц, фигурирующим в общепринятом подходе, основанном на использовании закона Кулона.

Необходимо также принимать во внимание, что согласно результатам предыдущего раздела классическая частица, движущаяся ускоренно по инерции, может испускать и поглощать кванты энергии, отличающиеся от фотонов. Речь идет о квантовых переходах, которые сопровождаются испусканием и поглощением эфиронов, входящих в «одежду» классической частицы.

Полученные результаты указывают на то, что известные экспериментальные данные по

атомным спектрам вещества, как и все физические взаимодействия, включая гравитацию и электромагнетизм, можно объяснить и описать на основе классической теории, на языке вихрей, связанных с ускоренным движением частиц по инерции. С этой целью необходимо уточнить понятие электрического заряда частицы, связав величину и знак заряда с параметрами криволинейного движения частицы по инерции, а также выделить ветвь элементарных возбуждений эфирной среды, отвечающих квантам электромагнитных волн (фотонам). **Решение этих задач будет эквивалентно построению электродинамики открытых систем, которая должна прийти на смену электродинамике Максвелла.**

Очевидно, что для уточнения физической природы кванта энергии, поглощаемого или испускаемого классической частицей, нужно обратиться к криволинейным движениям по инерции в слабом смысле и исследовать их связь с электрическими зарядами частиц и состояниями эфирной среды.

7. Заключение. Основные результаты и выводы

В настоящей работе исследованы физические особенности криволинейного движения классических частиц по инерции, ответственные за превращение абстрактного геометрического пространства, в котором происходит движение материи, в физическое пространство, наделенное в некотором смысле вихревой структурой.

Построена механика открытых систем, обобщающая и существенно расширяющая классическую механику путем включения криволинейных движений классических частиц по инерции в теоретическую схему. Необходимость выхода за рамки ньютоновской схемы механики диктуется тем, что в природе действует универсальный и всеобщий механизм открытости (неизолированности) физических систем, выпавший из поля зрения стандартного подхода.

Детальный анализ криволинейных движений по инерции позволил **раскрыть физическую сущность вращательного движения**. Она состоит в том, что **материальные тела, движущиеся по инерции по криволинейным траекториям, представляют собой открытые системы, которые порождают в окружающем пространстве особую физическую среду — эфирную среду, обладающую квантовой структурой**. Эфирная среда непрерывно обменивается квантами энергии и импульса (эфиронами) с классическими частицами и, вследствие этого, служит не только ареной, на которой происходит движение частиц, но и становится активным участником физических процессов, изменяя физические свойства и поведение частиц и связывая их с окружающим миром.

Физическая картина процессов, происходящих при криволинейном движении классической частицы по инерции и приводящих к формированию эфирной среды, такова. При указанном движении частицы, пространство пронизывается силовыми полями — полями сил инерции. Состояние частицы и состояние окружения, образуемого в результате суперпозиции силовых полей, непрерывно изменяются со временем, т. е. происходит взаимодействие между частицей и порождаемым ею окружением (эфирной средой). Из анализа динамического равновесия, возникающего при взаимодействии частицы и среды, видно, что при указанном взаимодействии происходит обмен энергией и импульсом между частицей и ее окружением. В каждом акте взаимодействия выполняются законы сохранения энергии и импульса, определяющие величину порций энергии и импульса (квантов), которыми обмениваются компоненты системы. В результате и образуется физическая среда, обладающая квантовой структурой, — **квантованная эфирная среда**.

Найдены физические характеристики элементарных возбуждений эфирной среды — эфиронов и, в частности, получен их энергетический спектр. Показано, что существует область спектра энергии, в которой энергия эфиронов принимает отрицательные значения. Эта область отвечает процессам трансформации обычного вещества в эфирную среду и обратным процессам — трансформации эфирной среды в обычное вещество. Упомянутые выше прямой и обратный процессы естественно назвать дематериализацией вещества и материализацией эфирной среды, соответственно. Точке минимума в спектре энергии эфиронов (назовем ее **критической точкой**) отвечает полное превращение обычного вещества в эфирную среду, в результате которого образуется эфирный мешок, обладающий отрицательной энергией.

Существование в природе универсального механизма открытости физической системы

делает еще более актуальной проблему создания активных тепловых машин [6-8], **производящих избыточную энергию**, т. е. преобразующих энергию окружающей среды, непригодную для практического использования, в активную форму. Явление материализации эфирной среды, существование которого предсказано в данной работе, может служить одним из примеров трансформации энергии окружающей среды из пассивной формы в активную.

Следует подчеркнуть, что превращение классической частицы в эфирную среду (эфирный мешок) ни в коем случае не означает исчезновения материи. Как следует из полученных результатов, эфирная среда порождается классическими частицами, т. е. эфирная среда — это вторичное понятие по отношению к материи классических частиц и, значит, эфирная среда материальна. Об эфирной среде можно говорить как об особой форме материи — **эфирной материи**. Речь идет о превращении обычного вещества, сгустками которого являются точечные классические частицы, в особую форму материи, в которой вещество находится в латентном (скрытом) состоянии.

Как известно, «серьезная» физическая наука решительно отвергает саму возможность дематериализации вещества и материализации эфира, считая названные выше явления мистикой, не имеющей отношения к физической реальности. Между тем, на основании содержащегося в данной работе анализа квантовых состояний и квантовых переходов классической частицы, можно с уверенностью утверждать, что **трансформация классической частицы в эфирную среду и обратный процесс — это рядовые физические процессы, происходящие в окружающем мире на каждом шагу.**

Фактически, указанные процессы представляют собой обобщения в область механики известных из квантовой электродинамики процессов аннигиляции пар частица-античастица с образованием фотонов и обратных процессов — процессов рождения пар частица-античастица квантами электромагнитного излучения. Если принять во внимание, что фотоны — лишь одна из ветвей элементарных возбуждений эфира, то становится ясно, что указанные квантовоэлектродинамические процессы должны иметь аналоги в механике. Такими аналогами и являются процессы материализации эфирной среды и дематериализации вещества, существование которых предсказывается в данной работе.

Отметим, что основанием для отрицания «серьезной» наукой существования в природе материализации эфира, дематериализации вещества, антигравитации и других явлений служит ньютоновская схема механики. Как показано в [2-4, 9], **механика Ньютона, как метод исследования природы, представляет собой крайне узкий, односторонний подход к описанию физических явлений и процессов.** Она учитывает лишь движения материи, совокупность которых является **множеством меры нуль** по отношению к множеству движений, осуществляющихся в природе. Из всех видов движений материальных тел по инерции **в механике Ньютона рассматриваются лишь поступательные движения, которые не играют в природе определяющей роли.** Исключив из рассмотрения криволинейные движения по инерции, классическая механика оказалась неспособной дать адекватную реальности физическую картину мира и, в частности, раскрыть физическую природу гравитации. Как отмечает Р. Фейнман, «... со времени Ньютона и до наших дней никто не мог описать механизм, скрытый за законом тяготения» [10]. Здесь уместно напомнить, что истинная причина гравитации была понята еще два века назад **на основе глубокого проникновения в диалектику движений материи.** По мысли Г. Гегеля, «притягивание представляет собой неподходящее выражение, правильнее сказать, что планеты сами стремятся к Солнцу» ([11], с. 105). Гениальная догадка Г. Гегеля получила обоснование на физическом уровне строгости, принятом в современной теоретической физике, в работах [1-3], в которых показано, что гравитация является следствием криволинейного движения материальных тел по инерции.

Вывод, который следует из анализа состояния современной физики [12], состоит в том, что научные исследования опираются ныне на классическую механику и ее релятивистские обобщения, которые игнорируют законы диалектики. Это обстоятельство является главной причиной кризиса физики, выход из которого может обеспечить лишь возврат к диалектике и неукоснительное следование ее законам. В настоящее время большинство физиков не замечают кризиса естествознания, испытывая полное благодушие в отношении имеющихся достижений науки и техники. Атмосфера благодушия, наблюдающаяся ныне среди представителей физиче-

ской науки, сродни той, какая царил в среде физиков в конце XIX века: успехи в области электродинамики и статистической физики дали тогда основание для большинства полагать, что все глобальные проблемы науки решены и что на светлом небосклоне физики имеются лишь два темных облачка. Чего стоило это мнение большинства, показали последующие события: прошло полтора-два десятилетия — и в физике грянула революция. Здесь уместно вспомнить слова П. А. М. Дирака: «It is a complacency which blocks further progress» [13] (такое благодушие и тормозит дальнейший прогресс).

Глубокий анализ современного состояния науки и техники, принадлежащий В. П. Казначееву и А. В. Трофимову [14, 15], выявляет опасные тенденции, состоящие в «... **ускоренном развитии технологий, приводящих к механическому, химическому, биологическому уничтожению всего живого на Земле. Эти опасные технологии прогрессируют довольно быстро и увлекают за собой значительное количество капитала и интеллекта людей**». Анализируя состояние экологии на Земле, авторы [16] вынуждены поставить вопрос, **не перешло ли развитие нынешней цивилизации в нисходящую фазу эволюции**. По существу, технократические воздействия на планете Земля направлены не на развитие цивилизации, а на ее саморазрушение, причем **этот процесс все более ускоряется**, как это ни парадоксально, благодаря деятельности государственных учреждений науки, культуры, академических структур и т. д.

Об истинности этих утверждений свидетельствует, например, состояние энергетической проблемы, которая ныне решается, в основном, путем сжигания минерального топлива и радиоактивного загрязнения планеты. Еще Д. И. Менделеев призывал к поиску иных источников энергии, не наносящих вреда окружающей среде. Таким источником может быть сама окружающая среда. Проблема состоит в том, чтобы найти способы превращения энергии окружающей среды из формы, непригодной для практического использования, в активную форму. К сожалению, исследования по преобразованию энергии среды в активную форму (Н. Тесла, К. Э. Циолковский, П. К. Ощепков и др.) были заблокированы «серьезной наукой» и объявлены лженаукой, и человечество к концу века оказалось на грани экологической катастрофы.

В работах [6, 7] предсказан эффект увеличения дефекта массы атома за счет возбуждения в электронной подсистеме атома квантовых переходов, связанных с движением атомного ядра. Использование этого эффекта позволяет построить активную тепловую машину, производящую избыточную энергию. Установление истинной сущности вращательного движения указывает, что возможен еще один источник избыточной энергии — эфирная среда, порождаемая вследствие вращательного движения материальных тел.

Как отмечается в [14, 15], в последние годы в исследовательских центрах Петербурга, Москвы, Новосибирска и др. городов все более интенсивно обсуждается проблема физической природы неравномерного эфира. Оказалось, например, что если эфирное пространство модулировать фотонными потоками, усиливая неоднородность эфира, то изменяется информационная емкость вещества некоторых соединений. Согласно [15], процессы материализации эфира и дематериализации вещества могут иметь колоссальное практическое значение. В частности, «... **изучение процессов материализации эфира приведет к появлению новых энергоносителей**». Использование эфирного пространства позволит «**получить новую форму глобальной планетарной связи**». «**По существу, мы подходим к управлению восходящей эволюции интеллектуального пространства планеты**». Авторы [17] подчеркивают, что важнейшая задача науки состоит в том, чтобы «**углубиться в моделирование и конструирование наиболее тонких процессов эфиродинамики и их взаимодействий с атомами и полями, включая, по видимому, и гравитацию**».

Добавим, что к числу **сверхзадач, стоящих перед современной наукой, относится создание активных тепловых машин, управление гравитацией, разработка антигравитационных двигателей, использующих ускоренные движения по инерции, создание средств и систем сверхсветовой коммуникации** [12]. Установление в настоящей работе физической природы вращательного движения и раскрытие тайны происхождения эфирной среды означает, что завершается создание теоретической базы для проведения исследований, которые устранят опасные тенденции в нынешнем развитии науки и техники и приблизят наступление качественно новой фазы восходящей эволюции цивилизации.

Многолетние астрономические наблюдения показывают [18–20], что положение Солнца и специфические солнечно-планетные конфигурации могут существенно влиять на протекание некоторых физических процессов, происходящих на Земле. Так, более 70 лет назад японский профессор М. Таката открыл эффект «реакции восхода Солнца» [18], который состоит в том, что скорость ферментации альбумина скачкообразно изменяется на 20% за 6–8 минут до того момента, когда Солнце пересекает математический горизонт для места проведения эксперимента. В моменты солнечных и лунных затмений, а также при покрытии Солнца Венерой и Меркурием изменяются показания крутильных весов. Указанные явления, кажущиеся совершенно удивительными, невозможно объяснить, исходя из общепринятых физических представлений. Как подчеркивает А. Ф. Пугач [20], «еще более непостижимо то, что в некоторых случаях крутильные весы реагируют на астрономическое событие с опережением, достигающим десяти минут».

Представленная в настоящей работе теория позволяет дать простое качественное объяснение упомянутых феноменов. Из наших результатов следует, что любые два небесных тела, вращающихся друг относительно друга, связаны между собой силовым (эфирным) шнуром, представляющим собой область, заполненную эфирной материей. Упомянутые феномены обусловлены возмущениями эфирной среды, возникающими при пересечении (или при наложении друг на друга) эфирных шнуров, связывающих две пары тел (например, пары Солнце-Земля и Земля-Луна). Эффект опережения реакции крутильных весов на астрономическое событие обусловлен тем, что сильное возмущение эфирной среды в области пересечения эфирных шнуров может произойти задолго до наступления самого видимого события.

Автор благодарит Третьяка О. В. за доброжелательную критику и замечания, способствовавшие прояснению физического содержания работы, и Прокофьева В. П. за интерес к работе, просмотр рукописи статьи, полезные советы и обсуждения.

Приложение

Задача

Вычислить полярные координаты векторов

$$\vec{r}_i = \vec{R} + \alpha_i \vec{r} \quad \text{и} \quad \vec{r}'_i = \vec{R}' + \alpha_i \vec{r}', \quad (\text{A.1})$$

где

$$\begin{aligned} \vec{R}' &= \vec{R} + \vec{R}_0, \quad \vec{r}' = \vec{r} + \vec{r}_0, \quad \alpha_i = \text{const}, \\ \vec{r}_i &= r_i \vec{e}_{r_i}, \quad \vec{e}_{r_i} = (\cos \phi_i, \sin \phi_i), \quad \dot{\vec{e}}_{r_i} = \dot{\phi}_i \vec{e}_{\phi_i}, \quad \vec{e}_{\phi_i} = (-\sin \phi_i, \cos \phi_i), \\ \vec{v}_i &= \dot{\vec{r}}_i = \dot{r}_i \vec{e}_{r_i} + r_i \dot{\vec{e}}_{r_i} = \dot{r}_i \vec{e}_{r_i} + [\vec{\omega}_i \vec{r}_i], \quad \vec{\omega}_i = \dot{\phi}_i \vec{e}_z, \\ \vec{r} &= r \vec{e}_r, \quad \vec{v} = \dot{r} \vec{e}_r + r \dot{\vec{e}}_r, \quad \vec{e}_r = (\cos \phi, \sin \phi), \\ \vec{e}_\phi &= (-\sin \phi, \cos \phi), \quad r \dot{\vec{e}}_r = [\vec{\omega} \vec{r}], \quad \vec{\omega} = \dot{\phi} \vec{e}_z, \\ \vec{R} &= R \vec{e}_R, \quad \vec{V} = \dot{R} \vec{e}_R + R \dot{\vec{e}}_R, \quad \vec{e}_R = (\cos \Phi, \sin \Phi), \\ \vec{e}_\Phi &= (-\sin \Phi, \cos \Phi), \quad R \dot{\vec{e}}_R = [\vec{\Omega} \vec{R}], \quad \vec{\Omega} = \dot{\Phi} \vec{e}_z, \\ \vec{r}_0 &= r_0 \vec{e}_{r_0}, \quad \vec{e}_{r_0} = (\cos \phi_0, \sin \phi_0), \quad \vec{R}_0 = R_0 \vec{e}_{R_0}, \quad \vec{e}_{R_0} = (\cos \Phi_0, \sin \Phi_0). \end{aligned} \quad (\text{A.1a})$$

При этом предполагается, что $r, R, r_0, R_0 = \text{const}$, а также

$$\Phi - \Phi_0 = \Gamma = \text{const}, \quad \phi - \phi_0 = \gamma = \text{const}, \quad \dot{\Phi} = \dot{\Phi}_0 = \Omega = \text{const}, \quad \dot{\phi} = \dot{\phi}_0 = \omega = \text{const}. \quad (\text{A.2})$$

Решение

Первое из равенств (A.1) перепишем в следующей форме: $r_i \vec{e}_{r_i} = R \vec{e}_R + \alpha_i r \vec{e}_r$, или в компонентах векторов:

$$r_i \cos \phi_i = R \cos \Phi + \alpha_i r \cos \phi, \quad r_i \sin \phi_i = R \sin \Phi + \alpha_i r \sin \phi.$$

С помощью последних равенств легко выводим искомые полярные координаты r_i, ϕ_i :

$$\begin{aligned} \vec{r}_i &= r_i (\cos \phi_i, \sin \phi_i), \quad r_i = \sqrt{R^2 + (\alpha_i r)^2 + 2\alpha_i r R \cos(\Phi - \phi)}, \\ \cos \phi_i &= (r_i)^{-1} (R \cos \Phi + \alpha_i r \cos \phi), \quad \sin \phi_i = (r_i)^{-1} (R \sin \Phi + \alpha_i r \sin \phi), \quad (\text{A.3}) \\ \dot{\phi}_i &= r_i^{-2} (R^2 \dot{\Phi} + (\alpha_i r)^2 \dot{\phi} + \alpha_i r R (\dot{\Phi} + \dot{\phi}) \cos(\Phi - \phi)) \equiv \omega_i. \end{aligned}$$

Из (A.3) видно, что при $\Phi - \phi = const$, $\dot{\Phi} = \dot{\phi} \equiv \omega = const$, величина r_i не зависит от времени и $\dot{\phi}_i = \omega_i = \omega$. Иными словами, в указанном случае векторы $\vec{r}_i, \vec{r}, \vec{R}$ изменяются со временем с одинаковой частотой. Если же $\Phi - \phi \neq const$, то величины r_i и $\dot{\phi}_i \equiv \omega_i$ являются функциями времени.

Теперь перейдем ко второму из равенств (A.1), которое можно записать в виде:

$$\vec{r}'_i = (\vec{R} + \vec{R}_0) + \alpha_i (\vec{r} + \vec{r}_0), \quad (\text{A.4})$$

где слагаемые внутри скобок характеризуются одинаковой частотой. Отсюда следует, что $|\vec{R} + \vec{R}_0| = const$, $|\vec{r} + \vec{r}_0| = const$. Значит, имеют место представления:

$$\vec{R} + \vec{R}_0 = |\vec{R} + \vec{R}_0| (\cos(\Phi - \Lambda), \sin(\Phi - \Lambda)), \quad \vec{r} + \vec{r}_0 = |\vec{r} + \vec{r}_0| (\cos(\phi - \lambda), \sin(\phi - \lambda)), \quad (\text{A.5})$$

где $\Lambda = const$, $\lambda = const$. Как видно из (A.4) и (A.5), величины \vec{r}_i и \vec{r}'_i имеют сходную структуру. Вследствие этого, величина \vec{r}'_i может быть получена из выражения (A.3) для \vec{r}_i , если в нем выполнить замену:

$$R \rightarrow |\vec{R} + \vec{R}_0|, \quad r \rightarrow |\vec{r} + \vec{r}_0|, \quad \Phi \rightarrow \Phi - \Lambda, \quad \phi \rightarrow \phi - \lambda. \quad (\text{A.6})$$

Чтобы найти постоянную Λ , воспользуемся исходными данными и запишем первое из равенств (A.5) в виде (см. (A.2)):

$$R \cos \Phi + R_0 \cos(\Phi - \Gamma) = |\vec{R} + \vec{R}_0| \cos(\Phi - \Lambda), \quad R \sin \Phi + R_0 \sin(\Phi - \Gamma) = |\vec{R} + \vec{R}_0| \sin(\Phi - \Lambda).$$

Приравнявая друг другу коэффициенты при $\cos \Phi$ и $\sin \Phi$ в обеих частях двух последних равенств, после несложных преобразований получаем:

$$\cos \Lambda = \frac{R + R_0 \cos \Gamma}{|\vec{R} + \vec{R}_0|}, \quad \sin \Lambda = \frac{R_0 \sin \Gamma}{|\vec{R} + \vec{R}_0|}, \quad |\vec{R} + \vec{R}_0| = \sqrt{R^2 + R_0^2 + 2RR_0 \cos \Gamma}. \quad (\text{A.7})$$

Аналогичным образом из второго из равенств (A.5) находим:

$$\cos \lambda = \frac{r + r_0 \cos \gamma}{|\vec{r} + \vec{r}_0|}, \quad \sin \lambda = \frac{r_0 \sin \gamma}{|\vec{r} + \vec{r}_0|}, \quad |\vec{r} + \vec{r}_0| = \sqrt{r^2 + r_0^2 + 2rr_0 \cos \gamma}. \quad (\text{A.8})$$

Выполняя теперь замену (A.6) в соотношениях (A.3), получаем искомое выражение для вектора \vec{r}'_i в полярных координатах r'_i, ϕ'_i :

$$\begin{aligned} \vec{r}'_i &= r'_i (\cos \phi'_i, \sin \phi'_i), \quad r'_i = \sqrt{|\vec{R} + \vec{R}_0|^2 + \alpha_i^2 |\vec{r} + \vec{r}_0|^2 + 2\alpha_i |\vec{R} + \vec{R}_0| |\vec{r} + \vec{r}_0| \cos(\Phi - \phi - \Lambda + \lambda)}, \\ \cos \phi'_i &= (r'_i)^{-1} (|\vec{R} + \vec{R}_0| \cos(\Phi - \Lambda) + \alpha_i |\vec{r} + \vec{r}_0| \cos(\phi - \lambda)), \\ \sin \phi'_i &= (r'_i)^{-1} (|\vec{R} + \vec{R}_0| \sin(\Phi - \Lambda) + \alpha_i |\vec{r} + \vec{r}_0| \sin(\phi - \lambda)), \\ \dot{\phi}'_i &= (r'_i)^{-2} (|\vec{R} + \vec{R}_0|^2 \dot{\Phi} + \alpha_i^2 |\vec{r} + \vec{r}_0|^2 \dot{\phi} + \alpha_i |\vec{R} + \vec{R}_0| |\vec{r} + \vec{r}_0| (\dot{\Phi} + \dot{\phi}) \cos(\Phi - \phi - \Lambda + \lambda)) \equiv \omega'_i. \end{aligned} \quad (\text{A.9})$$

Из (A.9) вытекает следующее выражение для вектора скорости $\vec{v}'_i = \dot{\vec{r}}'_i$:

$$\vec{v}'_i = r'_i \dot{\phi}'_i \vec{e}'_{\phi'_i} + r'_i \phi'_i \dot{e}'_{\phi'_i} = r'_i \dot{e}'_{r'_i} + [\dot{\omega}'_i, \vec{r}'_i].$$

Отметим следующие равенства, вытекающие из (A.3) и (A.9):

$$\begin{aligned} \vec{r}_i^2 \dot{\phi}_i &= \vec{R}^2 \dot{\Phi} + \alpha_i^2 r^2 \dot{\phi} + \alpha_i r \vec{R} (\dot{\Phi} + \dot{\phi}), \\ \vec{r}_i'^2 \dot{\phi}'_i &= (\vec{R} + \vec{R}_0)^2 \dot{\Phi} + \alpha_i^2 (\vec{r} + \vec{r}_0)^2 \dot{\phi} + \alpha_i (\vec{r} + \vec{r}_0) (\vec{R} + \vec{R}_0) (\dot{\Phi} + \dot{\phi}). \end{aligned} \quad (\text{A.10})$$

Л и т е р а т у р а :

1. Олейник В. П. и Прокофьев В. П. Вращательная инерция и ее физические следствия. Что такое гравитация? // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2008. — т.8, №2(30). — С.23-56.
2. Олейник В. П. Новый подход к проблеме движения: ускоренные движения по инерции. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2009. — т.9, №3(35). — С.24-56.
3. Олейник В. П. О физической природе гравитации. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2010. — т.10, №3(39). — С. 24-55.
4. Олейник В. П., Третьяк О. В. Проблема инерции и антигравитация. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — т.11, №1(41). — С. 24-52.
5. Лорентц Г. А. Теории и модели эфира. — М.-Л.: Объединенное научно-техническое издательство НКТП СССР, 1936.
6. Олейник В. П., Прокофьев В. П. Энергетическая проблема. Атом как неиссякаемый источник экологически чистой энергии. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика, т.7, №2(26), с. 28-59, 2007.
7. Oleinik V. P. and Prokofjev V. P. Energy Problem. Atom as an Inexhaustible Source of Ecologically Pure Energy. // Mold. J. Phys. Sci.- 2008.- V.7, №4. — P.25-34.
8. Прокофьев В. П., Олейник В. П. Кавитационные теплогенераторы. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — т.11, №3(43). — С. 24-33.
9. Олейник В. П. и Третьяк О. В. Проблемы инерции, гравитация и электромагнетизм. Тезисы доклада. 11-я Гамовская летняя астрономическая конференция—школа «Астрономия на стыке наук: космофизика, космология и гравитация, астрофизика, радиоастрономия и астробиология», Программа и тезисы докладов, 22-28 августа 2011 года, Украина, Одесса, с.24-25.
10. Фейнман Р. Характер физических законов. — М., «Наука». 1987. С.33-34.
11. Гегель Г. Философия природы. Энциклопедия философских наук. Т. 2. — М., Мысль, 1975.
12. Олейник В. П. Фундаментальные проблемы физики: сверхсветовая коммуникация, активные тепловые машины, безопорное движение. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2008. — т.8, №4(32). — С.48-57.
13. Dirac P. A. M. The relativistic electron wave equation. Presented at the European Conference on Particle Physics, Budapest, 4-9 July, 1977.
14. Казначеев В. П., Трофимов А. В. Очерки о природе живого вещества и интеллекта на планете Земля. — Новосибирск: «Наука», 2004. — 312 с.
15. Казначеев В. П., Трофимов А. В. О принципах эволюции и информационных потоках интеллекта в XXI в. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — т.11, №3(43). — С. 5-15.
16. Казначеев В. П., Поляков Я. В., Акулов А. И., Мингазов И. Ф. Проблемы «Сфинкса XXI века». — Новосибирск: «Наука», 2000. — 230 с.
17. Казначеев В. П., Трофимов А. В. Об опасности генетического дефолта в эволюции биосферы и человеческого разума. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — т.11, №4(44). — С. 18-22.
18. Takata M. Uber eine neue biologisch wirksame komponente der Sonnen-strahlung. Beitrag zu einer experimentellen Grundlage der Heliobiologie. // Arch. Meteorol., Geophys. Und Bioklimatol. B, 1941, Bd. 2, №2, s.486-489.
19. Pugach A. F., Olenici D. Observations of Correlated Behavior of Two Light Torsion Balances and a Paraconical Pendulum in Separate Locations during the Solar Eclipse of January 26th, 2009 // *Advances in Astronomy*, Volume 2012 (2012), Article ID 263818, 6 pages.
20. Пугач А. Ф. Наблюдения астрономических феноменов с помощью крутильных весов.// Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2009. — т.9, №2(34). — С. 30-51.

Статья поступила в редакцию 30.03.2012 г.

Oleinik V. P.

On the physical nature of rotational motion
Quantum picture of classical particles' motion

The physical nature of rotational motion of material bodies is uncovered. The following results are obtained:

1. When classical particle moves on a curvilinear trajectory by inertia, an interaction of the particle with surrounding space is generated. As a consequence the particle turns to an open non-local system occupying the whole space: it consists of an area of basic localization the linear dimensions of which are determined by the

radius of curvature of particle trajectory, and a tail extending from the area of basic localization to infinity.

2. There are quantum states of classical particle, representing a superposition of states of the classical particle and its images — virtual particles. The particle and its images are bound together by a power cord to form a stable spatial structure, which is similar to the excited states of quantum particle considered in standard quantum mechanics.
3. The physical mechanism of interaction between classical particle and space lies in the fact that when the particle moves on a curvilinear trajectory by inertia, a specific **physical medium — an ethereal medium having quantum structure is generated**. It is important to note that the ethereal medium is not introduced into the theory as a hypothetical medium, which is arbitrarily endowed with some physical properties to suit the researcher; it appears with necessity as a consequence of the particle motion by inertia and all its properties are defined by this motion.
4. The particle is enveloped by a cloud of virtual particles forming the quantized ethereal medium. The interaction of particle with the surrounding space is carried out through the exchange of the energy and momentum quanta between the particle and the ethereal medium. The physical characteristics of elementary excitations of the ethereal medium (etherons) are defined. The region of the energy spectrum of etherons corresponding to the processes of transformation of classical particles in the ethereal medium and to the reverse process — the transformation of the ethereal medium in ordinary matter is found.
5. In the energy spectrum of etherons, there is a critical point at which the complete transformation of the classical particle in the ethereal medium takes place. The dematerialization of classical particle does not at all mean that the matter disappears, it represents the conversion of ordinary matter in the latent (hidden) state — an ethereal matter. The processes of materialization of ethereal medium and dematerialization of matter are natural analogues and generalizations of the quantum-electrodynamical processes of annihilation of particle-antiparticle pairs with the formation of photons and the reverse processes — the processes of particle-antiparticle pairs' creation by electromagnetic quanta in the field of mechanics.

In this work, in fact, the formulation of mechanics of open systems is given. It introduces the fundamentally new physical notions of the motion of material bodies by inertia into classical mechanics. The need for a radical revision of Newtonian mechanics is due to the existence of such physical features of rotational motion investigated here which dropped so far out of sight of researchers.

A simple qualitative explanation of some observable astronomical phenomena, whose nature cannot be understood in the framework of conventional physical concepts, is given. The case in point is that the position of the Sun and specific solar-planetary configurations can significantly affect the course of some of the physical processes occurring on the Earth.

The understanding of the physical nature of rotational motion and the disclosure of secrets of the origin of the ethereal medium open up broad prospects for the creation of qualitatively new, non-polluting energy sources, communication systems and transport, using quantum processes of mutual transformation of ethereal medium and substance.

Keywords: physical nature of rotational motion, ethereal medium, ethereal medium quantum, virtual particle, power (ethereal) cord, ethereal matter, ethereal medium materialization, substance dematerialization, open system, active thermal machine.

Николенко А. Д.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПАРАДОКСА ЗЕНОНА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

e-mail: alniko@ukr.net

Рассматриваются причины возникновения корпускулярно-волнового дуализма у частиц. Показано, что сформулировать классическую механику как непротиворечивую аксиоматическую теорию невозможно. Доказательство основывается на парадоксе Зенона, который строго следует из классического определения механического движения. В рамках классической механики вследствие аддитивности интервалов движения этот парадокс неразрешим. Предложенное решение парадокса заключается в том, что утверждение парадокса Зенона может быть применено только к части интервала движения, в которой движение аддитивно, а для преодоления оставшейся неаддитивной части интервала необходимы средства, выходящие за пределы классической механики. Эти средства дает квантовая механика, движение в которой неаддитивно. Сделан вывод, что любое непрерывное механическое движение возможно в результате обладания материальными частицами волновыми свойствами и оно является наиболее наглядным проявлением эффектов квантовой механики в макромире. Обладание волновыми свойствами является неизбежной необходимостью для обеспечения подвижности таких частиц и состоящих из них материальных тел. Показано, что парадокс Зенона содержит исключения: при определенных скоростях частиц он не действует.

Ключевые слова: природа физического движения; парадокс Зенона; классическая механика; квантовая механика; волновые свойства частиц; корпускулярно-волновой дуализм.

За пять столетий до нашей эры древнегреческий философ Зенон из Элея, ученик Парменида, порастил своих современников своими парадоксальными рассуждениями — апориями. Именно начиная с Парменида и Зенона Элейского возник научный метод, заключающийся в утверждении некоторого высказывания и его доказательстве. Раньше научные идеи доносились до любопытствующего общества в форме песнопений. К сожалению и сейчас некоторые «исследователи» предпочитают изрекать придуманные ими «истины», не особо утруждая себя доказательствами. Хорошо, что дело еще не дошло до песнопений.

Идея выстраивания логических рассуждений и утверждений, подкрепляемых доказательствами, привела к одной из самых первых революции в науке. Можно даже сказать, что она собственно науку в современном понимании и породила.

Второй потрясающей результат апорий Зенона — это то, что строго доказанное утверждение совершенно не соответствовало тому, что мы видим, что дано нам в ощущениях. Первые доказанный факт противоречил реальности! Судя по всему, это было первое проявление, «выход в свет» квантовой механики, несущей в себе свои знаменитые парадоксы.

До нас дошли лишь немногие из апорий Зенона. Далее мы будем использовать только одну из них — о черепахе и бесконечно догоняющем ее быстроногим Ахиллесе, именуя ее «парадоксом Зенона».

К концу XIX века классическая механика практически полностью сформировалась и возникла иллюзия завершенности физической науки, прекрасной в своей целостности и всеобщности. Некоторые «шероховатости», вроде проблем с эфиром и апориями Зенона, либо игнорировались, либо ждали своих экспериментальных уточнений. Однако эти уточнения, вместо того, чтобы подтвердить торжество классической теории, неожиданно породили релятивистскую механику, которая перевернула представления о пространстве и времени и значительно ограничила сферу господства классических воззрений.

Второй сокрушительный удар по классической механике был нанесен в первой половине XX века возникновением квантовой механики, еще больше урезавшей область применения механики Ньютона. В 1924 году Луи Виктор Пьер Раймон, 7-й герцог Брольи (Луи де

Бройль), высказал идею о двойственной природе микрочастиц — корпускулярно-волновом дуализме, которая принципиально изменила представления об облике микромира. Эйнштейн в письме к Борну, рекомендуя ему прочитать статью де Бройля «Исследования по квантовой теории», писал: «Прочтите ее! Хотя и кажется, что ее писал сумасшедший, написана она солидно». Несмотря на свою экстравагантность, идея двойственной природы микрочастиц получила экспериментальное подтверждение. Деваться было некуда, и волновые свойства микрочастиц пришлось признать. Для их объяснения было введено описание микрочастиц с помощью векторов состояния, подчиняющихся принципу суперпозиции, и введена их статистическая (вероятностная) интерпретация. Таким образом удалось формально избежать противоречия между представлениями микрообъекта как частицы и как волны, и построить стройную квантовую теорию микромира.

Однако парадоксальная двойственность природы микрочастиц вызывает определенные опасения, что мы еще не совсем понимаем физическую сущность этой двойственности, хотя с формальной стороны у нас проблем нет.

Знаменитый средневековый философ Уильям Оккам ввел в научный обиход весьма полезную вещь, получившую название «бритвы Оккама». Она представляет собой научный принцип, который можно выразить так: «Не следует умножать сущности сверх необходимого». Другими словами, Природа всегда предельно экономна при построении нашего мира. Однако в нашем случае мы видим ее странное расточительство — микрочастицам была дарована двойственность. Но есть ли в этом необходимость? Еще можно понять орбитальный электрон — ему волновые свойства безусловно необходимы для того, чтобы он при обращении вокруг ядра не терял энергию. Но такой необходимости нет, например, для нейтрона в атомном ядре. Между тем он тоже получил свою порцию волновых свойств. Зачем? Почему Природа не сохранила простые и очевидные принципы классической механики для частиц, а так запутала их свойства?

К принципу Оккама можно подойти с другой стороны и обобщить следующим образом: «Природа предельно экономна, и любое явление она всегда строит наиболее простым из всех возможных способов. Если же нам кажется, что то или иное явление могло бы быть проще, чем оно реализовано в Природе, это значит только одно — мы просто еще не нашли причину, которая делает наш вариант невозможным».

Эйнштейн на одном из семинаров в Принстоне как-то заметил: «Господь Бог изощрен, но не злонамерен». Это дает нам надежду все-таки отыскать причину, почему такую простую и удобную теорию, как классическая механика, невозможно применять во всех случаях жизни.

Де Бройль, обнаруживший волновые свойства частиц, выдвинул идею, что этими свойствами обладают все микрочастицы, обладающие ненулевым импульсом. Другими словами, волновыми свойствами каждая частица обладает независимо от своих индивидуальных характеристик, и с другой стороны, волновые свойства частиц неизбежно проявляются при их движении (наличии ненулевого импульса).

Таким образом, мы приходим к идее, что волновые свойства совершенно необходимы частицам при их движении. Их всеобщность для всех частиц подводит к тому, что они связаны с самой природой движения. Почему? И здесь стоит вспомнить о парадоксе Зенона, который выявил противоречие в самой сущности классических представлений о движении.

Рассмотрим определение движения в рамках классической механики (для упрощения будем рассматривать одномерное движение).

Определение 1. *Под механическим движением материальной частицы понимается такое изменение ее положения в пространстве, при котором участок движения S между начальной $x_0(t_0)$ и конечной $x_k(t_k)$ точками может быть разбит на совокупность смежных интервалов движения Δx_i , и за интервал времени $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ частица изменяет свое пространственное положение на величину интервала движения $\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$.*

Под смежными мы будем понимать интервалы, граничные точки которых представляют собой конец и начало соседних интервалов, либо начальную или конечную точки движения соответственно. В предельном переходе интервалы Δx_i и Δt_i переходят в соответствующие дифференциалы dx и dt .

Отметим неотъемлемые особенности движения, непосредственно вытекающие из дан-

ного определения.

- I. Аддитивность интервалов движения. Из определения 1 следует, что участок движения S от точки $x_0(t_0)$ до конечной точки $x_k(t_k)$ может быть представлен в следующем виде (условие аддитивности):

$$S = x_k(t_k) - x_0(t_0) = \sum_{i=1}^k \Delta x_i = \int_{x_0}^{x_k} dx = \sum_{j=1}^n \int_{x_{j-1}}^{x_j} dx, j = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

- II. Свойство аддитивности движения позволяет точно определить положение (координату) x_m движущейся частицы:

$$x_m = x_0 + \sum_{i=1}^m \Delta x_i; \quad x_m = x_0 + \int_{x_0}^{x_m} dx. \quad (2)$$

Вследствие свойства аддитивности движение может быть представлено упорядоченной последовательностью фиксированных положений частицы в пространстве $x_0, x_1, x_2, \dots, x_i, x_{i+1}, \dots, x_k$, соотнесенной с упорядоченной последовательностью ее положений во времени $t_0, t_1, t_2, \dots, t_i, t_{i+1}, \dots, t_k$. При бесконечном увеличении числа промежуточных точек эта последовательность переходит, в общем случае, в непрерывную кривую — траекторию движения.

В рамках классической механики имеют место следующие свойства движения:

1. Если два свободно движущихся физических тела (материальные частицы) не испытывают между собой взаимодействий, то до момента столкновения их движение никак не зависит друг от друга.
2. Движение физических тел (частиц) никак не зависит от наблюдателя, регистрирующего такое движение.
3. Из свойства 2 следует, что движение физических тел (частиц) никак не зависит от того, каким способом наблюдатель разбивает аддитивное движение на смежные интервалы Δx_i при регистрации их движения. Т. е. разбиение на интервалы Δx_i может быть произвольным.

Из определения 1 и упомянутых выше свойств механического движения непосредственно следует теорема.

Теорема. *Непрерывное механическое движение в рамках классической механики невозможно.*

Доказательство. Допустим, что в системе отсчета K из начальной точки $x_0(t_0=0) = 0$ прямолинейно движется свободная материальная частица α_A с постоянной скоростью v_A . Принимая во внимание свойство 1, введем еще одно допущение: из точки x_1 , отстоящей от начала координат на расстоянии $s_1 = x_1 - x_0$, в момент $t_0=0$ начинает движение вспомогательная частица α_T с постоянной скоростью v_T . Движение обеих частиц осуществляется в лабораторной системе отсчета K по прямой Ox в одном и том же направлении. Пусть теперь наблюдатель в системе отсчета K будет регистрировать положения обеих частиц в процессе их непрерывного движения. Из свойств 2 и 3 следует, что это никак не скажется на движении этих частиц.

Положим, что наблюдатель выбрал следующий способ разбиения движения на интервалы. Когда в процессе движения α_A окажется в положении x_1 , наблюдатель отмечает соответствующий момент времени как t_1 и положение частицы α_T как x_2 . Далее аналогично: при прохождении частицей α_A точки x_i он отмечает соответствующий момент времени как t_i , а положение частицы α_T как x_{i+1} . Возможность такого разбиения на интервалы открывается перед наблюдателем вследствие аддитивности движения и свойства 3.

Положение частицы α_A на $i-1$ этапе (и пройденный ею путь) в соответствующий момент времени t_{i-1} в силу аддитивности движения определяется соотношением:

$$x_{i-1} = \sum_{j=1}^{j=i-1} \Delta x_j. \quad (3)$$

Соответственно положение частицы α_T в этот момент времени равно:

$$x_i = \sum_{j=1}^{j=i} \Delta x_j. \quad (4)$$

Расстояние s_i между частицами в момент времени t_{i-1} определяется соотношением:

$$s_i = \Delta x_i = x_i - x_{i-1} = \sum_{j=1}^{i-1} \Delta x_j - \sum_{j=1}^{i-2} \Delta x_j. \quad (5)$$

При выполнении соотношения (5) можно записать рекуррентную формулу для вычисления расстояния между частицами. Для этого учтем, что частица α_A преодолевает расстояние s_i к положению x_i за тот же период времени $(t_i - t_{i-1})$, за который медленная частица α_T удаляется от этого положения на расстояние s_{i+1} . Расстояние $s_{i+1} = v_T(t_{i+1} - t_i)$. Но с другой стороны $(t_{i+1} - t_i) = s_i/v_A$. Здесь $v_T > 0$ и $v_A > 0$ — скорости частиц α_T и α_A соответственно. Отсюда следует:

$$s_{i+1} = s_i v_T/v_A. \quad (6)$$

Для того, чтобы быстрая частица α_A догнала медленную частицу α_T , расстояние s_{i+1} между ними должно сократиться в точности до нуля. Однако, как видно из (6), при $s_1 > 0$, $v_T \neq 0$ и $v_A \neq \infty$, значение s_{i+1} никогда не будет нулевым, независимо от величины i и соотношения скоростей v_T и v_A . Следовательно, даже если $v_A > v_T$, частица α_A никогда не догонит частицу α_T . Из того же соотношения (6) следует, что частица α_A никогда не сможет не только догнать, но и *перегнать* частицу α_T (что соответствует недостижимым значениям $s_i < 0$). Частица α_A оказывается отделенной своеобразным непреодолимым барьером от частицы α_T .

Другими словами, любая точка, удаленная от начала системы отсчета K на расстояние $R \geq v_A s_1 / (v_A - v_T)$, оказывается недостижимой для частицы α_A . Соответственно, область пространства, лежащая вне сферы радиусом R вокруг точки начала движения, недостижима для частицы α_A . Уменьшая скорость вспомогательной частицы v_T и расстояние s_1 , можно эту сферу стянуть к точке x_0 и за счет этого практически полностью обездвигить частицу α_A .

Значит, введение вспомогательной частицы и использование описанного выше способа разбиения движения на интервалы серьезно влияет на движение частицы α_A , вплоть до полной остановки ее движения. Но это прямо противоречит неотъемлемым свойствам движения в классической механике 1–3. Противоречие снимается только в том случае, если движение отсутствует, что и доказывает теорему.

Нетрудно видеть, что данная теорема будет справедлива для любых видов механического движения как материальных частиц, так и физических тел. В основе ее доказательства лежит парадокс Зенона в форме апории об Ахиллесе, догоняющем черепаху. Сформулируем его в виде **утверждения Z**:

«Ахиллес догоняет черепаху с конечной скоростью, поэтому для перемещения в позицию, которую занимала убегающая черепаха, ему требуется ненулевой промежуток времени Δt . Но за этот промежуток времени Δt движущаяся черепаха неизбежно сдвинется на ненулевой интервал пути s_i , и займет новую позицию, и т. д. Упомянутый промежуток времени Δt (и, соответственно, интервал между Ахиллесом и черепахой s_i) будет равен нулю в единственном случае — при бесконечно большой скорости Ахиллеса. Но это невозможно. Поэтому s_i (расстояние между бегущим Ахиллесом и ползущей черепахой) всегда будет ненулевым, даже если скорость Ахиллеса значительно больше скорости черепахи».

Это утверждение предлагает совершенно естественное разбиение движения на интервалы в рамках классических представлений о движении и работает независимо от значений скоростей Ахиллеса и черепахи или величины интервала на каждом этапе движения, даже если эти интервалы становятся сколь угодно малыми. Данное доказательство удивительно красиво и просто, и при этом и логически, и физически абсолютно безукоризненно (но в рамках классических представлений о движении!).

Утверждение Z базируется на классических представлениях о механическом движении: возможности точной локализации положения объектов во времени и пространстве, понятии пространственных и временных интервалов, их аддитивности, понятии скорости движения, и четко определенного взаимно-однозначного соответствия этих параметров. При конечном числе шагов оно легко подтверждается экспериментально. Следовательно, оно является неотъемлемой частью классической механики.

Однако, несмотря на парадокс Зенона, окружающий мир полон движения. В результате порождается сильнейшая иллюзия того, что «опровержение» парадокса Зенона очень просто и находится где-то совсем рядом. Только оно всегда почему-то обманывает ожидания и ускольза-

ет от исследователей вот уже более 2,5 тысяч лет, несмотря на то, что им занимались практически все великие физики и математики, не говоря уже о бесчисленных рассуждениях на эту тему у писателей и поэтов [1, 2, 3].

Многочисленные «опровержения» парадокса (если не считать манипуляций с терминологией), в основном сводились к тому, что сходящаяся бесконечная последовательность уменьшающихся временных и пространственных интервалов образует в сумме конечную величину. Однако все эти рассуждения не смогли показать, что в результате расстояние между Ахиллесом и черепахой сократится в точности до нуля, что является совершенно необходимым. И тем более они не приводили к доказательству возможности того, что Ахиллес обгонит черепаху. Крупнейший математик XX века Д. Гильберт после тщательного анализа проблематики парадокса Зенона в фундаментальной монографии «Основания математики» [4] отмечал: «Обычно этот парадокс пытаются обойти рассуждением о том, что сумма бесконечного числа этих временных интервалов все-таки сходится, и таким образом дает конечный промежуток времени. Однако эти рассуждения абсолютно не затрагивают один существенно парадоксальный момент, а именно парадокс, заключающийся в том, что некоторая бесконечная последовательность следующих друг за другом событий, завершаемость которой мы не можем себе даже представить (не только фактически, но хотя бы в принципе), на самом деле все-таки должна завершиться».

Р. Курант и Г. Роббинс в монографии [5] отметили, что для разрешения парадокса Зенона необходимо существенно углубить наше понимание физического движения. Морис Клайн, не видя убедительного разрешения парадокса Зенона, отметил проблемы с познаваемостью движения в классической механике [6].

Особенностью всех «опровержений» парадокса является то, что они никак не могут поколебать его базу — утверждение Z , затрагивая лишь его следствия, и, таким образом, утрачивают доказательную силу.

Типичная схема ложного «опровержения» парадокса:

- a) вводится утверждение F : «Чтобы Ахиллес догнал черепаху, он должен сделать бесконечное число шагов за конечное время»;
- b) полагается, что утверждение F является следствием утверждения Z
- c) далее тем или иным способом опровергается утверждение F ;
- d) поскольку утверждение F опровергнуто, считается, что и утверждение Z также опровергнуто.

Хорошо видно, что происходит подмена понятий: истинное утверждение Z подменяется ложным утверждением F . Но утверждение F никак не следует из утверждения Z , поскольку утверждение Z описывает реальный физический процесс и в силу этого не может содержать бесконечности, а утверждение F такие бесконечности содержит. Авторы таких «опровержений» сами создают новое ложное утверждение F , которое затем с успехом «опровергают».

По своей сути утверждение F представляет собой подмену интервалов s_i их пределом $\lim_{i \rightarrow \infty} s_i = 0$. Такая подмена очень популярна при попытках опровергнуть парадокс Зенона. При этом ссылаются на возможность применения к данной ситуации исчисления бесконечно малых величин и их пределов. Но в данном случае это неверно. Допустим, нам нужно вычислить некоторую физическую величину путем взятия интеграла. Когда мы выполняем операцию взятия интеграла, то заменяем сумму бесконечно малых подынтегральных выражений их пределом. И в результате получаем конечную искомую величину (если интеграл сходится). Ключевая особенность этой операции заключается в том, что мы выполняем *математическую* операцию, используя при этом бесконечности, и в результате получаем *конечную физическую* величину, которая таких бесконечностей уже не содержит. Операция взятия интеграла никак не связана с физическими процессами, представляет собой определённую математическую абстракцию и поэтому использование в ней бесконечностей допустимо.

В ситуации с парадоксом Зенона использование бесконечностей недопустимо, так как сближение Зенона и черепахи уже является физическим (а не математическим) процессом. Проиллюстрируем эту ситуацию следующим *иллюстративным примером* 1. Допустим вполне возможную ситуацию, в которой некий солидный банк установил вознаграждение Ахиллесу

за то, что он догонит черепаху (кроме того, что он в результате получит вкусный черепаховый суп). Сумма вознаграждения будет определяться в зависимости от числа шагов Ахиллеса i , которые рассчитываются согласно утверждению Z . Возникает вопрос — получит ли Ахиллес вознаграждение и окажется ли при этом банк банкротом? Действительно, чтобы получить деньги, Ахиллес должен представить в Банк счет с точным расчетом требуемой суммы. Если принять утверждение F , то при расчете будет использована замена s_i пределом $\lim_{i \rightarrow \infty} s_i = 0$. Другими словами, Ахиллес вместо точного расчета требуемых сумм представит в банк их предел! Вряд ли найдется банк, который согласится оплатить такой счет.

В этом примере хорошо видна абсурдность замены интервалов s_i их пределом $\lim_{i \rightarrow \infty} s_i = 0$, и, соответственно, ложность утверждения F .

Наиболее серьезной попыткой опровержения парадокса является утверждение, что последовательность интервалов s_i заведомо выбрана так, что она в любом случае сходится, независимо от свойств движения, и поэтому с ее помощью исследовать процесс движения некорректно. Однако и это утверждение не выдерживает критики.

Допустим, что парадокс Зенона неверен. Тогда в конце движения должен существовать хотя бы один интервал, на котором Ахиллес во время бега не пробежал бы точки, которые занимала ранее черепаха. Но поскольку по условию они бегут друг за другом по одной прямой, это невозможно. Поэтому парадокс Зенона выполняется в любом случае, так как способ разбиения на участки выбирается не произвольно, а отражает особенности взаимного положения Ахиллеса и черепахи при их сближении, которые неизбежно проявляются в процессе их движения. Другими словами, не существует завершающего участка в конце движения (определяемого законами классической механики), на котором Ахиллес и черепаха дружно бы «перескочили» в одну и ту же точку встречи, минуя логику Зенона. И никакими математическими ухищрениями этот факт опровергнуть невозможно.

Итак, к настоящему времени удовлетворительного опровержения парадокса Зенона в рамках классической механики не найдено. Поскольку за две с половиной тысячи лет в парадоксе Зенона ошибок не удалось обнаружить, остается полагать, что они отражают некие фундаментальные проблемы в самом понятии движения в классической механике. Классическая механика наиболее полно отвечает нашему чувственному восприятию окружающего мира. Вместе с тем вопреки порождаемому ею парадоксу Зенона в наблюдаемом мире непрерывное механическое движение все-таки существует. Это хорошо отражено в студенческом анекдоте: «Ахиллес был учеником Зенона и твердо знал, что стрела никогда не достигает своей цели. Это и подвело его во время Троянской войны».

Существование парадокса Зенона неизбежно приводит к вопросу, который поставил Д. Гильберт в [4]: действительно ли мы располагаем доказательством непротиворечивости теории движения? В основе классической механики лежит постулат «Механическое движение возможно». Этот постулат был принят без доказательства, так как окружающий мир полон реальным движением физических тел, что создавало ощущение его непротиворечивости. В то же время из этого постулата средствами классической механики можно строго вывести два прямо противоположных, но при этом истинных утверждения:

1. [Постулат «Механическое движение возможно»] \rightarrow [Скорость Ахиллеса v_A больше скорости черепахи v_T , т. е. $v_A > v_T$] \rightarrow [следовательно, Ахиллес догонит черепаху за время $t_g = s_1 / (v_A - v_T)$];
2. [Постулат «Механическое движение возможно»] \rightarrow [утверждение Z , $s_i \neq 0$] \rightarrow [следовательно, Ахиллес никогда не догонит черепаху].

Поскольку из данного постулата о движении выводится противоречие, то нельзя говорить о его непротиворечивости в рамках рассматриваемой теории.

Анализ механизма формирования парадокса позволяет следующий вывод.

Утверждение N: *если непрерывное движение может быть разбито на упорядоченную аддитивную последовательность смежных интервалов движения s_i , $i = 0, 1, 2, \dots$, таких, что они могут быть связаны соотношением вида (6), то мы неизбежно придем к противоречию в форме парадокса Зенона.*

Действительно, если движение непрерывно (т. е. $\Delta t = 0$) и аддитивно, оно в силу свойств 1–3 допускает построение бесконечного сходящегося ряда интервалов движения, в том числе с общим членом вида (6). Этот ряд в свою очередь порождает сходящийся временной ряд, приводящий к провалу во времени, что неизбежно влечет за собой парадокс Зенона. Возможность формирования такого ряда является критичным для логики Зенона.

Итак, аддитивность непрерывного движения в классической механике лежит в основе возникновения парадокса Зенона.

Реальное решение парадокса Зенона заключается не в попытке его «опровержения», а в четком определении области его применимости, за пределами которой он теряет силу. Именно ограниченность области его применения и открывает возможность для реального движения физических тел в окружающем нас мире. Д. Гильберт в [4] отметил, что «радикальное решение парадокса» связано с тем, что при неограниченном дроблении движения возникает нечто такое, что едва ли может быть охарактеризовано как движение, подобно тому, как при неограниченном дроблении воды мы получим нечто, что уже не может быть охарактеризовано как вода. Имеется в виду движение в классическом его понимании.

Чтобы в реальности один объект в процессе движения догнал другой объект, нужно, чтобы логика Зенона на определенном этапе перестала работать. Т. е. произошло обрушение классических представлений о движении. Для этого требуется механизм вне рамок классической (и релятивистской) механики, лишаящий движение свойства аддитивности. И такой механизм известен — это проявление волновых свойств физических объектов, описываемых аппаратом квантовой механики [7, 8].

Рассмотрим случай одномерного движения частиц вдоль оси OX . Пусть s_i представляет собой член сходящегося ряда интервалов движения, который может принимать сколь угодно малые, но не нулевые значения. Это может быть расстояние между сближающимися частицами α_A и α_T (апория об Ахиллесе и черепахе). В рамках классической механики по Зенону этот интервал непреодолимый.

Теперь выйдем за рамки классической механики, и будем рассматривать частицу α_A как квантовомеханическую, т. е. обладающую волновыми свойствами, и ей в момент t можно сопоставить волновой пакет шириной L . Нас будет интересовать наблюдаемая X , которая может принимать значение x_1 , т. е. частица будет находиться в состоянии $|x_1\rangle$, или значение x_2 , т. е. частица будет находиться в состоянии $|x_2\rangle$. Будем полагать, что частица в этих состояниях занимает положение в начальной части волнового пакета или в его конечной части соответственно, при этом $L > \Delta x = x_2 - x_1$.

Пусть теперь интервал s_i уменьшился настолько, что в момент t оказался внутри волнового пакета между точками x_1 и x_2 , и $s_i < \Delta x < L$. В соответствии с принципом квантовой суперпозиции частица может находиться в состоянии $|\psi\rangle = c_1|x_1\rangle + c_2|x_2\rangle$, где c_1 и c_2 — коэффициенты. Т. е. в этом случае частица находится сразу в двух квантовых состояниях $|x_1\rangle$ и $|x_2\rangle$. Другими словами, в состоянии суперпозиции частица одновременно находится в точках, лежащих с обеих сторон интервала s_i . В этой ситуации говорить о непреодолимости интервала s_i уже не имеет смысла, он утрачивает свойство барьера и процесс движения разблокируется. Ситуация аналогична эффекту квантового туннелирования, при котором частица проникает через барьер.

Невозможность локализовать движущуюся частицу в рамках волнового пакета приводит к невозможности построения аддитивного ряда интервалов ее движения. В связи с этим можно говорить о принципе неаддитивности движения в квантовой механике. Трактовка этого свойства как особого принципа объясняется его фундаментальными последствиями — благодаря этому принципу открывается возможность для механического движения любых физических тел. Неаддитивность движения является критичным для логики Зенона, так как в этом случае запрещается формирование любых сходящихся рядов, и в результате снимается парадоксальность и противоречивость механического движения.

Механическое движение суть одно и то же физическое явление, как для микрочастиц, так и для макрообъектов. Поэтому если парадоксальность движения для микрочастиц снимается в результате учета их волновых свойств, то и для макрообъектов она должна сниматься аналогичным образом — путем представления их в виде квантовомеханической системы, обладающей соответствующими волновыми свойствами. Отличие заключается только в том, что до

определенной степени приближения движение макрообъектов еще можно считать аддитивным.

Теперь можно более детально рассмотреть движение сближающихся тел в апории об Ахиллесе и черепахи. Утверждение Z справедливо только тогда, когда выполняется аддитивность интервалов движения. Полагая сближение Ахиллеса и черепахи непрерывным, интервал движения можно условно разбить на 2 участка — макроучасток и микроучасток. На первом движении аддитивно (и выполняется утверждение Z), и на втором — при движении уже в микромасштабах между сближающимися объектами, оно утрачивает свойство аддитивности и утверждение Z не выполняется. В такой схеме на втором участке бесконечно малый ненулевой интервал s_i — барьер между Ахиллесом и черепахой утрачивается, парадокс Зенона выходит за пределы своей применимости и уже не блокирует движение. Используя соотношение $s_{i+1} = s_1(v_T/v_A)^i$, можно оценить границы, за пределами которых утверждение Z неприменимо, следующим образом:

$$n > \log_k \frac{l_p}{s_1}, \quad k = v_T/v_A. \quad (7)$$

Здесь s_1 — исходное расстояние между Ахиллесом и черепахой, l_p — планковская длина. Это соотношение означает, что как минимум на n -ом шаге расстояние между сближающимися телами станет меньше планковской длины, законы классической механики и утверждение Зенона будут гарантированно неприменимы, так как аддитивность интервалов движения будет утрачена. Отметим, что n — конечное число, поэтому использование бесконечных последовательностей временных и пространственных интервалов для обсуждения проблемы Зенона некорректно. На микроучастке действуют закономерности квантовой механики. Заметим, что классическая механика представляет собой предельный случай квантовой механики. В результате объединения {классическая механика+квантовая механика} постулат движения становится непротиворечивым (по крайней мере в отношении рассматриваемой проблемы).

Иногда возникает иллюзия, что любой школьник сможет абсолютно точно рассчитать время, которое потребуется Ахиллесу для того, чтобы Ахиллес догнал черепаху. Но для того, чтобы точно указать момент их встречи, нужно точно знать скорости и положения движущихся объектов, причем одновременно. А это невозможно в силу принципа неопределенности Гейзенберга. По своей физической сути парадокс Зенона подводит нас к этому фундаментальному в квантовой механике принципу. Школьник может рассчитать момент встречи только с определенной степенью точности, которая соответствует принципу неопределенности, и никогда не получит результат с абсолютной точностью.

Интересно отметить, что существует квантовомеханический эффект, описанный Л. А. Халфиным в 1958 году [9,10], и получившего название «квантового эффекта Зенона». Как известно, суть этого эффекта заключается в том, что эволюция квантовомеханической системы зависит от частоты событий измерения ее состояния. Если рассматривать эволюцию системы «догоняющий Ахиллес и убегающая черепаха», то она должна привести к состоянию «Ахиллес догнал черепаху». Если же мы начнем проводить периодические измерения состояния этой системы, то ее эволюция кардинально изменится — Ахиллес может уже не догнать черепаху. Другими словами, если банк в иллюстративном примере 1 возьмется контролировать движение Ахиллеса и черепахи для проверки точности составления счета, то в результате процесс может оказаться полностью заблокированным.

В заключение можно прийти к следующим общим выводам.

1. Утверждение Z можно выразить с помощью рекуррентного уравнения (6).
2. Утверждение Z , записанное в виде уравнения (6), точно описывает процесс движения при конечном значении числа шагов n . В этом можно удостовериться прямой подстановкой параметров движения.
3. В реальности s_i достигнет нулевого значения при любых значениях скоростей $v_T < v_A$.
4. Но, с другой стороны, из (6) следует, что $s_i = 0$ только в следующих случаях:
 - a. Скорость Ахиллеса $v_A = \infty$. Но это невозможно, так как содержит бесконечность.
 - b. Число шагов $n = \infty$ (утверждение F). Тогда $\lim_{i \rightarrow \infty} s_i = 0$. Производится подмена значения s_i , получаемого из формулы (6), величиной $\lim_{i \rightarrow \infty} s_i = 0$. Но это невозможно,

так как содержит бесконечность.

с. Утверждение Z применимо только к части интервала движения. Z Тогда число шагов n конечно (соответствует неравенству (7)), а значение $s_i = 0$ реализуется за пределами области применения утверждение Z .

5. Пункты 4a и 4b содержат бесконечности, и поэтому физически нереализуемы. Следовательно, в реальности реализуется оставшийся пункт 4c, не содержащий бесконечностей.

Парадокс Зенона неразрешим в любой механике, движение в которой аддитивно. Решение заключается в том, что утверждение Z может быть применено только к части интервала движения, в которой движение аддитивно, а для преодоления оставшейся неаддитивной части интервала необходимы средства, выходящие за пределы классической механики. Эти средства дает квантовая механика. Таким способом снимается проблема бесконечности, однако неизбежно следует вывод: любой интервал механического движения неизбежно включает в себя микроучасток, движение на котором не может быть описано средствами классической механики. Или, другими словами, невозможно построить интервал движения, который бы полностью описывался исключительно средствами классической механики. Здесь следует принять во внимание, что классическую механику можно рассматривать как предельный случай квантовой механики.

Фундаментальное для любой механики понятие движения представляет собой в конечном итоге квантовомеханическое явление, возникающего как проявление неаддитивности интервалов движения и которому подвержены физические объекты любых масштабов. Т. о. способностью к движению наш мир обязан волновым свойствам физических тел. Исключив эти свойства, мы получим мертвый «мир Парменида» — мир без движения.

Итак, Природе удалось решить проблему преодоления барьера s_i , и решила она ее путем придания частицам волновых свойств. А чтобы не смущать слабый человеческий ум, по крайней мере на начальных этапах его развития, она упрятала эту проблему на микроуровень.

Догадка Луи де Бройля о том, что поток движущихся частиц должен обладать волновыми свойствами, хорошо согласуется с изложенным в данной работе подходом: движение возможно только как результат присутствия у движущихся частиц волновых свойств. Если лишить их этих свойств, то поток частиц не сдвинется с места.

Идея де Бройля об универсальности волнового характера движения частиц хорошо объясняется тем, что эти свойства связаны с самим феноменом движения, т. е. их проявление не связано с индивидуальными свойствами самих частиц. Этим и объясняется такая универсальность.

Можно сказать, что волновые свойства тел проявляются в макромире наиболее явно в виде появления возможности их механического движения.

Описанные в данной работе особенности движения неизбежно приводят к тому, что корпускулярно-волновой дуализм является необходимым свойством материальных частиц, составляющих физические тела. Без этого свойства существование физического мира в том виде, в котором мы его наблюдаем, невозможно. Классическая механика и квантовая механика прочно между собой связаны. Эта связь не формальная, а вполне реальная. Мы имеем большое число примеров, когда квантовые явления микромира порождают хорошо наблюдаемые макроявления. В частности квантовое явление сверхтекучести можно свободно наблюдать невооруженным глазом. Кроме того, весь окружающий мир полон видимыми проявлениями квантовых свойств материи: мобильная связь, телевидение, компьютеры, и вообще вся электроника на кристаллах представляет собой реально ощущаемые проявления квантовых процессов, которые реализуются в кристаллах электронных микросхем.

Физический мир един, и не знает разделения на классическую механику, квантовую механику, релятивистскую механику и т. д. Такое разделение показывает всего лишь исторические этапы осознания человечеством отдельных частей всеобщих закономерностей природы. И все более глубокое осознание этих закономерностей единой природы приводит в конечном итоге к их сближению. Показанная в данной работе еще одна важная связь между ключевыми физическими теориями также способствует этому сближению.

Следует отметить, что ситуация с парадоксом Зенона имеет исключения. Рассмотрим пространство R^n , в которое погружено некоторое множество движущихся частиц. Положим те-

перь, что вектора их скоростей v_i имеют следующую особенность — в одном из измерений пространства R^n проекции этих векторов Prv_i всегда однонаправлены и имеют одну и ту же величину. Тогда поле Prv_i будет состоять из коллинеарных одинаковых по модулю векторов. Но в этом случае из уравнения (6) следует, что $s_{i+1} = s_i$ для любых частиц, и парадокс Зенона для них утрачивает смысл. Поэтому необходимости придания частицам волновых свойств нет. Отсюда можно сделать вывод, что движущиеся частицы в рассматриваемом измерении пространства могут не иметь волновых свойств, а компоненты их движения в остальных $(n-1)$ измерениях могут быть связаны с волновыми свойствами частиц. Такая ситуация допустима в пространстве-времени Минковского, в котором временное измерение может отличаться указанными особенностями.

Л и т е р а т у р а :

1. *Аристотель*, Физика, М.: Мысль, 1976.
2. *А. М. Анисов*, Апории Зенона и проблема движения // Труды научно-исследовательского семинара Логического центра Института философии РАН / РАН. Ин-т философии, Обществ. ин-т логики, когнитологии и развития личности. — М.: 2000. — Вып. 14 / Редкол.: А. С. Карпенко (отв. ред.) и др. — Стр. 139—153.
3. *Дж. Уитроу*, Естественная философия времени, М.: УРСС, 2003.
4. *Д. Гильберт, П. Бернайс*, Основания математики, М.: Наука, 1979.
5. *Р. Курант, Г. Роббинс*, Что такое математика, 3-е изд., М.: МЦНМО, 2001.
6. *М. Клайн*, Математика. Утрата определённости, М.: Мир, 1984.
7. *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц*, Квантовая механика, М.: Наука, 1972.
8. *Ю. Ф. Вилесов*, Вестник МГУ, сер. 7 Философия, **6**, 20 (2002).
9. *Л. А. Халфин*, УФН **160**(10), 185 (1990).
10. *Sadurshan E. C. G., Misra B., J. Math. Phys.* **18**,756 (1977).

Статья поступила в редакцию 06.02.2012 г.

Nikolenko O. D.

To the question on application of Zeno's paradox for the studying of the nature of mechanical movement

The nature of the reasons of occurrence of wave-particle dualism at particles are under consideration. It is shown what to formulate to the classical mechanics as the consistent axiomatic theory it is impossible. The proof is based on Zeno's paradoxes that strictly follow from the classical definition of mechanical motion. Impossibility of continuous mechanical motion within the framework of the classical mechanics has been shown. Within the frame of the classical mechanics these paradoxes are unsolvable due to additivity of integrals of motion. The offered decision consists that the statement of Zeno's paradox can be applied to only a part of the motion interval which represents additive motion, and to get over the remaining non-additive part of the interval requires the funds that go beyond classical mechanics. These tools are given by quantum mechanics. A conclusion has been drawn that continuous mechanical motion is possible only as a consequence of wave properties of material particles, and such a motion is the most pictorial manifestation of the quantum mechanical effects in the macrouniverse. The possession wave properties is inevitable necessity for maintenance of mobility of such particles and material bodies consisting of them. It is shown, that Zeno's paradox contains exceptions: at certain speeds of particles it does not operate.

Keywords: Nature of physical motion; Zeno's paradox; classical mechanics; quantum mechanics; wave properties of particles; wave-particle dualism.

Vol. 12 №

1

2012

**P
h**

**Physics
of consciousness
and life,
cosmology
and astrophysics**
