

**И.Р. ВЕНГЕРОВ**

**ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ:  
АРТЕФАКТЫ  
КЛАССИЧЕСКИХ ПАРАДИГМ**



**Автор книги**  
**ВЕНГЕРОВ**  
**ИГОРЬ РУВИМОВИЧ**  
на фотографии вместе с женой  
**ЛЮДМИЛОЙ**  
**ВЛАДИМИРОВНОЙ**  
**АЗАРХ - ВЕНГЕРОВОЙ**  
(Донецк, 1953 - Тель-Авив, 2013),  
чьей памяти посвящается эта книга.

Работал в областях теоретической и прикладной теплофизики, автор около ста статей, десяти препринтов и пяти монографий, доктор технических наук по специальности "Математическое моделирование и методы вычислений". Настоящая монография продолжает и обобщает книгу автора "Хроноартефакты термодинамики".

ДОНЕЦКАЯ НАРОДНАЯ РЕСПУБЛИКА

**ВЕНГЕРОВ И.Р.**

**ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ:  
АРТЕФАКТЫ КЛАССИЧЕСКИХ  
ПАРАДИГМ**

*Монография*

Донецк

ООО «НПП «Фолиант»

2021

УДК 530.1  
ББК 22.311  
В29  
ISBN 978-5-6045982-2-1

*Рекомендовано к печати Учёным советом физического факультета ДонНУ  
(протокол № 7 от 19 марта 2021г.)*

**Рецензенты:**

Доктор физико-математических наук, профессор М.А. Белоголовский;

Доктор физико-математических наук Ю.Д. Заворотнев.

**Венгеров И.Р.**

В29 Пространство и время: артефакты классических парадигм: Монография /  
И.Р. Венгеров. – Донецк: ООО «НПП «Фолиант», 2021. – 265 с.

ISBN 978-5-6045982-2-1

Эта книга – продолжение и обобщение монографии автора «Хроноартефакты термодинамики», в которой были выявлены и устранены артефакты (ошибочные результаты), связанные с понятием «время». Основой был новый подход – Боргартоника – набор принципов и методов, использующих понятия: макроточка, диссипатор, цепочки диссипаторов, дискретные хроношкалы, хроногенез и др. В этой книге рассмотрены артефакты пространства и времени в механике, электродинамике, термодинамике и специальной теории относительности. Обнаруженные артефакты классифицированы, а методологические «подсказки» (суждения философов, физиков и математиков) кластеризованы. Предложено обобщение Боргартоники–Протофизика (термин М. Бунге).

**В Протофизике исключаются понятия – физические фикции:**

1. Отрицание существования, в классе инерциальных систем, абсолютной (связанной с неподвижным вакуумом); 2. Отрицание преобразований Галилея; 3. Методы вывода преобразований Лорентца, использующие физические фикции: точечное событие, мировая линия, четырёхмерный интервал, световые часы, световой вектор, относительная и абсолютная одновременность; 4. Все (кроме электродинамических) следствия из преобразований Лорентца, содержащие  $\gamma$ -фактор; 5. Формулы, являющиеся следствием преобразований Лорентца: обратные преобразования Лорентца, формула сложения скоростей др.; 6. Симметрия времени.

**В Протофизике предлагаются:** 1. Аксиомы протофизики – а) все физические величины – конечны; б) существует квант действия (половина постоянной Планка); в) формулы Планка и Де Бройля, для равномерного прямолинейного движения и волнового движения являются фундаментальными законами фи-

зики. 2. Принципы протофизики – а) ультрарелятивистский принцип хроногенеза; б) принцип бифакторизации аддитивных шкал; в) принцип континуализации дискретных цепочек. 3. Методы протофизики – а) метод минимизации факторизаций; б) генетический метод. На основе протофизики были устранены фундаментальные и структурные артефакты Пространства и Времени. Книга рекомендуется для студентов, преподавателей и научных работников.

### SUMMARY

This book is a continuation and generalization of the author's monograph "Chrono-artifacts of thermodynamics", in which artifacts (erroneous results) associated with the concept of "time" were identified and eliminated. The basis was a new approach - Borgartonica - a set of principles and methods using the concepts: macropoint, dissipator, chains of dissipators, discrete chronoscales, chronogenesis, etc. This book examines artifacts of space and time in mechanics, electrodynamics, thermodynamics, and special theory of relativity. The discovered artifacts are classified, and methodological "clues" (judgments of philosophers, physicists and mathematicians) are clustered. A generalization of Borgartonica - Protophysics (M. Bunge's term) is proposed. **In Protophysics, the following concepts - physical fictions are excluded:** 1. Denial of the existence of an absolute (associated with a fixed vacuum) system in the class of inertial systems; 2. Denial of Galileo's transformations; 3. Methods of the derivation of Lorentz transformations based on physical fictions: a point event, a world line, the four-dimensional interval, light clocks, the light vector, relative and absolute simultaneity; 4. All (except for electrodynamic) consequences from the Lorentz transformations containing the  $\gamma$  factor; 5. Formulas - consequences of Lorentz transformations: inverse Lorentz transformations, addition of velocities, etc.; 6. Symmetry (reversal) of time. **We propose:** 1. Axioms of protophysics - a) all physical quantities are finite; b) there is a quantum of action (half of Planck's constant); c) the formulas by Planck and De Broglie for uniform rectilinear motion and wave motion are fundamental laws of physics. 2. Principles of protophysics - a) the ultrarelativistic principle of chronogenesis; b) the principle of bifactorization of additive scales; c) the principle of continualization of discrete chains. 3. Methods of protophysics - a) method of minimizing factorizations; b) the genetic method.

On the basis of protophysics, fundamental and structural artifacts of Space and Time have been eliminated. The book can be useful for students, teachers and researchers - physicists, mathematicians and philosophers with a penchant for non-standard thinking.

ISBN 978-5-6045982-2-1



УДК 530.1

ББК 22.311

ISBN 978-5-6045982-2-1

© И.П. Венгеров, 2021

© ООО «НПП «Фолиант», 2021

## ПАМЯТИ ЛЮДМИЛЫ ПОСВЯЩАЮ

*В родстве со всем, что есть, уверясь,  
И знаясь с будущим в быту,  
Нельзя не впасть к концу, как в ересь,  
В неслыханную простоту.*

*Но мы пощажены не будем,  
Когда её не утаим.*

*Она всего нужнее людям,  
Но сложное понятней им...*

**Б.Л. ПАСТЕРНАК**

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	9
<b>ГЛАВА 1.ВВЕДЕНИЕ</b> .....	11
§1.Терминология.....	11
§2.Пространства и времена.....	13
§3.Аномалии в физике.....	15
<b>РАЗДЕЛ 1. ВЫЯВЛЕНИЕ АРТЕФАКТОВ</b> .....	17
<b>ЧАСТЬ 1. АРТЕФАКТЫ ЯДЕР ПАРАДИГМ</b> .....	17
<b>ГЛАВА 2. МЕХАНИКА</b> .....	17
§4. Механика и физика.....	17
§5. Пространство и время в механике.....	18
§6. Кинематика.....	19
§7. Динамика.....	20
§8. Симметрии.....	20
§9. Вариационные принципы.....	21
§10. Артефакты в механике.....	21
<b>ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И ТЕРМОДИНАМИКА</b> .....	23
§11. Электродинамика и механика.....	23
§12. Электро – и магнитостатика.....	23
§13. Уравнения Максвелла.....	24
§14. Волновые поля.....	25
§15. Квазифинитные поля.....	25
§16.Артефакты.....	25
16.1. Артефакты в электродинамике.....	25
16.2. Артефакты в термодинамике.....	26
<b>ГЛАВА 4. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ</b> .....	27
§17. Возникновение и становление СТО.....	27
17.1. Предпосылки и основы.....	27
17.2. СТО по А. Эйнштейну.....	28
17.3. Последователи А.Эйнштейна.....	32
§18. Современная парадигма СТО.....	36
18.1. Монографии и учебники.....	36
18.2. Умеренные критики СТО.....	40
18.3. Непримириемые критики СТО.....	48
§ 19. Артефакты СТО.....	49

<b>ЧАСТЬ 2. АРТЕФАКТЫ БАЗИСОВ ПАРАДИГМ.....</b>	<b>50</b>
<b>ГЛАВА 5. МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД.....</b>	<b>50</b>
§20. Гидродинамика.....	50
§21. Теория упругости.....	52
§22. Современная механика.....	52
§23. Артефакты.....	54
<b>ГЛАВА 6. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И ТЕРМОДИНАМИКА СПЛОШ- НЫХ СРЕД.....</b>	<b>55</b>
§24. Скин - эффект .....	55
§25. Сложные среды.....	55
§26. Задача Коши.....	57
§27. Парадоксы электродинамики.....	57
§28. Электродинамические артефакты.....	58
§29. Термодинамические артефакты.....	58
<b>ГЛАВА 7. МОДЕЛИ СТО.....</b>	<b>59</b>
§30. Электродинамика движущихся сред.....	59
§31. Релятивистская механика сплошных сред.....	60
§32. Релятивистская термодинамика.....	61
§33. Артефакты.....	62
<b>ЧАСТЬ 3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАДИГМЫ.....</b>	<b>63</b>
<b>ГЛАВА 8. ФИЛОСОФСКИЕ ПАРАДИГМЫ.....</b>	<b>63</b>
§34. Философия физики.....	63
§35. Философские проблемы Пространства и Времени.....	66
§36. Наблюдаемость и измерения.....	67
<b>ГЛАВА 9. ФИЗИКО - МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАДИГМЫ.....</b>	<b>69</b>
§37. Физические понятия.....	69
§38. Физики – методологи.....	73
§39. Аксиоматика в физике.....	78
§40. Дары «данайцев».....	82
<b>ГЛАВА 10. АРТЕФАКТЫ И «ПОДСКАЗКИ».....</b>	<b>85</b>
§41. Проблемы и артефакты.....	85
§42. Кластеризация и использование «подсказок».....	88
§43. Элиминация дихотомий.....	96
<b>РАЗДЕЛ 2. УСТРАНЕНИЕ АРТЕФАКТОВ.....</b>	<b>99</b>
<b>ЧАСТЬ 4. ОСНОВЫ ПРОТОФИЗИКИ.....</b>	<b>99</b>
<b>ГЛАВА 11. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ПРОТОФИЗИКИ.....</b>	<b>99</b>

§44. Основные понятия.....	99
§45. Физикализация геометрии.....	110
§46. Трёхмерные преобразования Галилея и Лорентца.....	114
<b>ГЛАВА 12. УЛЬТРАРЕЛЯТИВИСТСКИЙ ПРИНЦИП ХРОНОГЕНЕЗА...</b>	<b>116</b>
§47. Мысленные эксперименты.....	117
§48. Континуальные хроношкалы.....	121
§49. Дискретные хроношкалы.....	125
<b>ЧАСТЬ 5. ЛИКВИДАЦИЯ АРТЕФАКТОВ.....</b>	<b>129</b>
<b>ГЛАВА 13. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АРТЕФАКТЫ.....</b>	<b>129</b>
§50. Симметрия (обращение) времени.....	129
50.1. Механика.....	129
50.2. Термодинамика.....	139
§51. Общефизические артефакты.....	144
51.1. Миражи симметрии времени.....	144
51.2. Преобразования Галилея и Лорентца.....	152
§52. Структурные артефакты.....	155
52.1. Ядро парадигмы СТО.....	155
52.2. Ядро парадигмы термодинамики.....	159
<b>ГЛАВА 14. АРТЕФАКТЫ – ЛАКУНЫ.....</b>	<b>160</b>
§53. Квазифинитные электромагнитные поля.....	160
53.1. Пространственно – неоднородные системы.....	160
53.2. Нестационарные системы.....	161
53.3. Нелинейные системы.....	162
53.4. Квазилокальные системы.....	162
§54. Закон Гука (ретроартефакт).....	163
54.1. Построение дискретных моделей.....	164
54.2. Континуализация N – массовой цепочки.....	166
54.3. Дискретные модели с диссипацией.....	168
54.4. Непрерывные системы с диссипацией.....	169
§55. Парадоксы СТО.....	170
<b>ГЛАВА 15. ЧТО В ИТОГЕ?.....</b>	<b>171</b>
§56. Обнаруженные артефакты и проблемы.....	171
§57. Методология устранения артефактов.....	172
§58. Не устранённые артефакты и нерешённые проблемы.....	174
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>175</b>

<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>176</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ. ВЕРБАЛЬНЫЕ ПАРАДИГМЫ.....</b>	<b>205</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПАРАДИГМЫ.....</b>	<b>206</b>
П1.1. Социум.....	206
П1.2. Искусство, проза.....	211
П1.3. Поэзия.....	214
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. НАУЧНО - ПОПУЛЯРНЫЕ ПАРАДИГМЫ.....</b>	<b>232</b>
П2.1. Физико – математические науки.....	232
П2.2. Естественные науки.....	234
П2.3. Гуманитарные науки.....	236
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПАРАДИГМЫ «МУДРЕЦОВ».....</b>	<b>242</b>
П3.1. Пространство и время.....	242
П3.2. Философия и методология физики.....	249
П3.3. Догматизм и заблуждения в физике.....	257

## ПРЕДИСЛОВИЕ

*Не надо искать старое в новом,  
а надо находить новое в старом.*

**Я.И. Френкель**

*Надо Время осознать, с неизбежностью  
не спорить, то что знал – переузнать,  
то что строил – перестроить.*

**Р.И.Рождественский**

*В моих рассуждениях будет присутствовать лишь  
здравый смысл, к которому я буду обращаться.*

**Г. Р. Кирхгоф**

**Автор.** Автор этой книги – к.ф.-м.н.(по специальности «Теплофизика») и д.т.н. (по специальности «Математическое моделирование и вычислительные методы»). После окончания в 1971-м году физфака Донецкого госуниверситета работал в отраслевом и в академических НИИ, доцентом кафедры «Математическая физика» Донецкого технического университета. Область научных интересов – теоретическая и прикладная теплофизика. Автор около ста статей, десяти препринтов, пяти монографий. **Мотивация.** В монографии [406] впервые системно рассмотрены ранее известные и обнаруженные автором артефакты (ошибочные результаты) в парадигме неравновесной термодинамики. Предложен новый подход – Боргартоника, в рамках которой сформулировано представление о времени как о хроношкале – конструкторе, введены понятия о макроточке, диссипаторе, диссипаторных цепочках – элементах дискретной термодинамики. Предложен принцип бифакторизации аддитивных шкал. Получены конечно – разностные уравнения процессов переноса, континуализация которых дала (в нулевом и в первом приближениях) канонические уравнения Фурье и Кирхгофа. На этой основе устранены многочисленные артефакты ядра, базиса и оболочки парадигмы неравновесной термодинамики, в том числе фундаментальный хроноартефакт – симметричность (обратимость) времени. Хотя эта монография широко представлена в Интернете, а также в 2019г. была переиздана издательством «Ламберт», должного отклика она не получила. Это обстоятельство, а также то, что актуальность и значимость исследований Пространства и Времени несомненны, подвигли автора на написание настоящей книги, являющейся обобщением и продолжением [406]. **Методология.** Никакие «экстраординарные» методы, сложный матаппарат не использовались. Автор сле-

довал здравому смыслу и «подсказкам»: 1.А.–Л. Ле -- Шателье : «...примитесь за детальное исследование самых...простых вопросов. Эти-то, на первый взгляд, простые и ничего в себе не таящие объекты и послужат тем источником, откуда Вы сможете, при умении, извлечь самые ценные и подчас совершенно неожиданные результаты.»; 2.В.Л.Гинзбурга: «...большинство новых физических результатов было получено сравнительно простым способом, а математизация осуществлялась лишь на следующих этапах...в теоретической физике главное всё-же физика, а не математика.»; 3. Р.Фейнмана: «...чаще всего приходится не столько добавлять, сколько отбрасывать. Ваша догадка состоит в сущности в том, что нечто – очень простое.»; 4.Сходным суждениям многих других «мудрецов» (физиков, математиков, философов).

Таким образом, автор не столько изобретал, сколько действовал в режиме КРИ (коллектора рассеянной информации – термин А. и Б. Стругацких).

**Автор посвящает эту книгу памяти жены – Людмилы Владимировны Азарх – Венгеровой (16.04.1953 – 29.10.2013).**

**Благодарности.** Выражаю глубокую благодарность за моральную поддержку и оказанную при работе над книгой помощь: Троицким Стелле Ароновне и Григорию Ароновичу, Пастернакам Галине Лазаревне и Дмитрию Николаевичу, Белоголовскому Михаилу Александровичу, Ткаченко Юрию Борисовичу, Молчанову Александру Николаевичу, Пащенко Юрию Дмитриевичу, Пащенко Василию Юрьевичу, Коропу Сергею Владимировичу, Михайловичу Борису Михайловичу, Солодкиной Галине, Батман Бэлле.

**Контакты:** Почта – Донецк – 15, бульвар Школьный, д.10, кв.65. Телефоны: 062-337-80-46(дом.), +38-050-998-34-67 (моб.) Электронный адрес (и , то же самое, Скайп): [vengerov.igor@mail.ru](mailto:vengerov.igor@mail.ru)

## ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ

*...исследование свойств независимо существующего внешнего мира было исключительно неудачным... Опыт наших предшественников позволяет заключить, что наука неизбежно пребывает в заблуждении, так как Кеплер, Ньютон или Эйнштейн периодически доказывали, что их предшественники заблуждались.*

**Г.Мак-Витти**

### § 1. Терминология

*Когда я употребляю какое – ни будь слово, Сказал Шалтай -Болтай довольно презрительно, - оно обозначает то, что я хочу чтобы оно обозначало.*

**Л. Кэрролл**

*Мы ...говорим массу слов, вообще лишенных содержания, а отсюда получаем недоразумения.*

**Л. И. Мандельштам**

*Нужна немалая практика только для того, чтобы наловчиться понимать смысл слов.*

**Р. Фейнман**

В приведенных эпиграфах ясно видны главные характеристики функционирования терминов (слов) в физике: 1) субъективность и произвол в выборе “слов”; 2) частое отсутствие четкости и однозначности в высказываниях; 3) существование “правильных” слов (терминов). Вербальные описания физических процессов иногда затемняют их формализованные (математические) описания. Руководствуемся далее высказыванием Л. фон Витгенштейна: “Для большого числа случаев – хотя и не для всех, в которых мы употребляем слово “значение”, оно может быть определено следующим образом: значение слова – это его употребление в языке”. Это значит, что “правильный” термин тот, который используется в существующей парадигме.

**Парадигма** (пример, образец – греческ.) – термин, имеющий два основных значения: 1) научная теория, система понятий, которой выражают существенные черты реальности, принятые в настоящее время научным сообществом; 2) коцептуальная схема, модель постановки и решения научных проблем, “эталон” (образец). Наряду с парадигмой общенаучной, говорят и о част-

ных парадигмах – научных дисциплин, областей, направлений. Употребляемые далее термины составляет три группы: 1) термины текущих парадигм, разъясняемые в [1, 3, 6, 7, 9, 11 -17, 561]; 2) термины, введенные автором (квазифинитные функции, квазилокальные уравнения, макроточка, диссипатор и др. (разъясняются по ходу изложения) ; 3) термины Т. Куна [174]: “нормальная наука”, “экстраординарная наука”, “аномалии” и др.

Под “нормальной наукой” понимают совокупность научных исследований, опирающихся на научные результаты, принятые научным сообществом за основу; можно также считать, что это – исследования, ведущиеся на основе некоторой парадигмы и в ее рамках. Стадия эволюционного (могущего быть весьма медленным) развития нормальной науки может переходить в быструю (“революционную”) трансформацию – модификацию или смену парадигмы – экстраординарную науку. Последняя возникает как реакция на научный кризис – ситуацию, когда в рамках нормальной науки долго не разрешаются научные проблемы и парадоксы и имеются аномалии (отклонения от нормы, “неправильности”).

Аномалии в физико – математических дисциплинах именуют по-разному: “трудностями, проблемами, заблуждениями” [151, 158, 177, 184]; “ошибками”, “парадоксами” [149, 152, 153, 156, 181, 332, 333]; “недоразумениями” [345]; “сюрпризами” [180]; “промахами”, “монстрами” [153]; “мифами” [155, 187]. Обобщенный термин – “артефакт”, был предложен в [406]. К аномалиям (артефактам) относим также “лакуны парадигм” – отсутствие или слабое развитие частных проблем в некоторой парадигме.

Рассматривая структуру парадигм в “горизонтальном разрезе”, Т. Кун касается частных различных парадигм (отдельных разделов и направлений науки). Существует, однако и “вертикальный разрез”, на что указывал еще Г.-А. Лорентц [315], а затем и другие [182, 309, 317, 372]. В [406] была предложена трехслойная структура парадигм: “ядро” (основа), “базис” (основные уравнения и методы их решения) и “оболочка” парадигмы.

Эта структура была использована при анализе парадигм и выявления в них артефактов и лакун в неравновесной термодинамике [406], теплофизике твердых тел [532-535], общей и прикладной теплофизике [407-409, 536, 537].

Употребляются также философские термины: “конструкт” (умственные теоретические построения) и “референт” (реальный предмет и процесс, который описывает конструкт). Термины “пространство” и “время” в физике “размыты” и неоднозначны, хотя и в меньшей степени, чем в вербальных парадигмах (см. Приложения 1-3). Приводим образцы существующего “физического плюрализма”.

**А.Эйнштейн:** “Прежде всего оставим в стороне неясное слово “пространство”, под которым, признаемся, мы ничего определенного не подразумеваем”.

**П. В. Харламов:** “Строго говоря, в понятии “пространство” механика не нуждается”.

**Р. Фейман:** “Следует признать тот факт, что “время” – это одно из понятий, которые определить невозможно, и просто сказать, что это нечто известное нам”.

**И. Р. Пригожин:** “Время – не только существенная компонента нашего внутреннего опыта и ключ к пониманию истории человечества. Время – это ключ к пониманию природы”.

Число подобных высказываний велико, о чем свидетельствуют Приложения 1 – 3. Придерживаясь умеренно консервативной традиции, буду использовать термин “специальная теория относительности” (СТО) и “общая теория относительности” (ОТО).

В ранее проведенном анализе артефактов термодинамики [406] ,были использованы термины: макроточка, диссипатор, диссипаторные цепочки, энтропогенез, хроногенез, принцип бифакторизации аддитивных шкал, квазифинитные поля, квазилокальные уравнения, физически бесконечно малый объём (ФБМО), принцип локального квазиравновесия (ПЛКР), уравнение баланса энтропии (УБЭ), конститутивные уравнения (КУ), фундаментальный кинематический запрет (ФКЗ).

Используются также обозначения: ПГ-преобразования Галилея, ПЛ- преобразования Лорентца, ПЛП- паралорентцовы преобразования, ППП- парагалилеевы преобразования. Ссылка вида [125:12,15] обозначает ссылки на источники [12] и [15] из источника [125].

## **§2.Пространства и времена**

*В пространстве все ясно, в нем как будто уже нет давно волнующих загадок, но время остается для нас полным тайн.*

**А. Чернин**

### **2.1. Парадигмы Пространства и Времени**

Длительный исторический период (вплоть до 20-го века) пространство и время привлекали внимание не физиков, а философов [111, 147]. Существует также точка зрения, что свойства пространства и времени в естественно-научных дисциплинах (геологии, биологии, психологии и др.) и в искусстве (живопись, музыка, проза, поэзия и т. п.) отличны от таковых в физике.

Физическое пространство и время, будучи “конструктами” (мысленными построениями), образуют концептуальную парадигму – систему устоявшихся характеристик, существующих независимо от мнений отдельных людей и фиксируемую в учебниках, монографиях, энциклопедиях. Можно сказать, что концептуальная парадигма является условно объективной (т. е. объективной в данный момент времени).

Представление о пространстве и времени отдельных лиц и социальных групп, литераторов, искусствоведов, художников (социокультурные парадигмы) могут быть произвольными и далекими от физических представлений. Это – перцептуальные парадигмы [97], они субъективны.

В трех Приложениях (под общим заголовком “Вербальные парадигмы”) они излагаются достаточно подробно. Рассмотрены частные парадигмы: 1) социокультурные; 2) научно-популярные; 3) философские (в историческом плане); 4) парадигмы прозы и поэзии и др. Из анализа перцептуальных парадигм следует, что они: 1) антропоморфны; 2) неформальны; 3) сказочно – фантастичны; 4) многочисленны

## **2.2. Концептуальная парадигма (взгляды ученых и философов науки)**

В Приложении 3 приведены высказывания “мудрецов” актуальные на сегодня:

**Д. Бруно:** взгляды на Вселенную созвучны современным представлениям [528];

**М. Бунге, К. Гаусс и Гераклит** солидарны с Дж. Бруно;

**Р. Фейнман, П. Харламов, А. Чернин** считают, что “с пространством все ясно”;

**Я.Аскин** подчеркивает несубстанциональность времени, его связь с происходящими процессами;

**П. Бриджмен** сводит время к операциям, которыми оно измеряется, а **К. де Борега** – к пространству;

**И. Базаров** отмечает актуальность вопроса о необратимости времени;

**И. Кант** указывает на отсутствие определений времени;

**Ж.-Б. Ламарк** утверждает, что запасы времени у Природы не ограничены;

**Г. Рейхенбах** видит философское решение проблемы времени в уравнениях математической физики, а **А. Уайтхед** с ним солидаризуется;

**О. Тоффлер** считает проблему времени головоломной и предсказывает революционный характер ее решения;

**А. Чернин** отвергает универсальность времени, считая его “конкретным физическим свойством данных конкретных физических тел и изменений, с ними происходящих”;

**Л. Эйлер** считает, что существует определение времени без рассмотрения движения, т. к. в противном случае возникает коллизия: время не существует без движения, а движение – без времени;

**А.Эйнштейн** полагает, что объективизация времени достигается применением часов, а различие между прошлым, настоящим и будущим – иллюзорно;

**М. Бунге** констатирует уклонение физиков от ответа на вопрос, что представляет собой пространство – время, и подмену его вопросом о процедурах измерений;

**П.Дирак** сомневается в фундаментальности четырехмерного формализма, с чем согласны также **А. Логунов, Ч. Мизнер, Дж. Уилер**;

**Т. Моро** резко критикует понятие “интервал”;

**А. Пуанкаре** считает, что “свойства времени – это только свойства часов”. Эти, а также и другие известные суждения ученых и философов, свидетельствуют об отсутствии обоснованных однозначных научных представлений о пространстве и времени.

### § 3. Аномалии в физике

*... Подвержены сомнению самые общие понятия, сформировавшиеся в течение многовекового человеческого опыта такие как пространство, время, сила и т.д. Современной физике еще предстоит очиститься от многих предубеждений и многих ложных толкований.*

**Р. В. Поль**

Наличие различного рода аномалий в ходе развития любой науки, закономерно, - считает П. В. Харламов [187]. Он пишет: “Мифы и метафизические представления неизбежны в становлении науки, но при совершенствовании ее их стремятся устранить, преодолевая устоявшиеся представления и догмы”.

Наличие большого количества парадоксов и других аномалий в прикладной математике и механике демонстрируют, в частности, работы [152, 153, 156, 161, 168, 169, 175, 181, 184, 187, 280, 475]. Много аномалий имеется и в термодинамике [143, 151, 158, 180, 331, 389, 406, 467, 500, 558]. Наибольшее число аномалий содержится в электродинамике (куда включаем оптику и СТО): [67, 155, 162, 177, 185, 186, 194, 196, 211, 218, 234, 236, 238, 239, 287, 317, 345, 360, 384, 397, 398, 478, 493, 560].

Природа парадоксов и других аномалий (кроме грубых математических ошибок и софизмов – сознательных квазилогических “ловушек”) сходная: добросовестно заблуждаясь, исследователь “рукотворно” навязывает природе свои субъективные представления.

В [406] было предложено назвать такие аномалии артефактами, а те из них, которые связаны со временем – хроноартефактами. Устраненные к настоящему времени ошибки и парадоксы, “закрытые” лакуны к артефактам не относятся. Артефакт – это “долгоживущая” аномалия, зачастую “маскирующаяся” и таковой не считающаяся. Предложенный в [406] термин “артефакт” является этически нейтральным, в отличие от других (“ошибка”, “зablуждение”, “монстр”), носящих “обвинительный” подтекст. **Целью настоящей монографии является выявление и устранение артефактов в парадигме классической физики, т.е. «заделка трещин» в её фундаменте.**

# РАЗДЕЛ 1. ВЫЯВЛЕНИЕ АРТЕФАКТОВ

*Неуязвимый и непроницаемый Арте –  
факт упрямо хранил свою тайну*

**К.Саймак. Заповедник гоблинов**

## ЧАСТЬ 1. АРТЕФАКТЫ ЯДЕР ПАРАДИГМ

*...Мы должны отличать, с одной стороны,  
общие идеи и гипотезы физического  
характера, а с другой – ряд математи-  
ческих формул и уравнений*

**Г. – А. Лорентц**

### ГЛАВА 2. МЕХАНИКА

#### §4. Механика и физика

Механика – наиболее древний раздел физики [110, 166, 172], она играет в ней ведущую роль [243, 306]. А. Зоммерфельд считал механику “остовом математической физики” [304]. Классическая (ньютонова) механика изучает движения дискретных систем (материальных тел) и движения сплошных сред. Основные понятия и принципы механики «пронизывают все подразделы физической теории» [243]. Поэтому артефакты механики, «прорастающие» в другие физические теории, особенно значимы.

И. Ньютон в основу механики положил три постулата (аксиомы), первой из которых вводится понятие инерциального движения, второй – понятие силы и массы, третья – условие равновесия тел. Этим трем аксиомам предшествуют, вводимые аксиоматически, понятия пространства и времени (которые “абсолютны”, но от чего не зависят, существуют “сами по себе”). Ньютоново пространство и время непрерывны (арифметизированы); пространство – трехмерное и эвклидово, время одномерно и симметрично (т.е.  $-\infty < t < \infty$ ).

Ядро механической парадигмы состоит из статики, кинематики и динамики. Время в статике не используется. Кинематика – симбиоз пространственных (геометрических) понятий и понятия “времени” (вводимого аксиоматически); движения материальных тел она описывает без учета сил, эти движения обуславливающих. Динамика описывает движения с учетом их масс и сил, на

них действующих. Завершает построения ядра механической парадигмы введение понятий импульса, момента импульса, энергии, работы и др., для которых формируются законы сохранения.

Базис механической парадигмы (“механика сплошных сред”) представляет собой симбиоз элементов ядра парадигмы и дополнительных понятий (“гипотеза сплошности”, «определяющие соотношения для сплошной среды» и др.)

## § 5. Пространство и Время в механике

Как верно замечено в [163], пространство (П) и время (В) присутствуют (хотя иногда – неявно) во всех законах физики. Поэтому пополним набор ранее уже приводившихся высказываний о П и В, высказываниями крупных физиков и механиков. Одна группа авторов принимает, по – умолчанию, что П и В – ньютоновы (абсолютные), либо судят о них чисто прагматически [307, 317, 340, 343, 383, 448, 458, 468, 474]. Другие группы используют понятия П и В по – своему, пытаясь “усовершенствовать” И. Ньютона. Авторы первой группы будем называть “прагматиками”, второй – “аналитиками”. Приводим их мнения.

**А. Прагматики : К. Гаусс:** “...число – это продукт нашего разума; пространство – это реальность, лежащая вне нашего разума”. **А. Эйнштейн:** Под словом “пространство” мы ничего определенного не понимаем ... Понятие времени становится объективным благодаря применению часов. **П. Бриджмен:** “Понятие времени определено теми операциями, которыми оно измеряется”. **Р. Фейнман:** “Пространство – это то, что является общим для всех явлений, это реальность, в которую вложена физика... время – это одно из понятий, которые определить невозможно”. **С. Хайкин:** “Поведение основных инструментов отражает свойства пространства и времени. В отсутствие световых сигналов (“световых часов”), комплект инструментов теряет свою полноту”. **Р. Поль:** “...Слово “время” имеет два значения: либо промежуток, либо момент времени...”

**В. Аналитики: А. Уайтхед:** “Все, что нас интересует во времени, заключено в отвлеченных математических свойствах, которые мы ему приписываем”. **А. Пуанкаре:** “Свойства времени – это только свойства часов, подобно тому, как свойства пространства – только свойства измерительных инструментов”. **И. Базаров:** “Вопрос о необратимости времени до сих пор не решен”. **Р. Пенроуз:** “Наши представления о природе времени ждут потрясения, более сильные, чем вызванные теорией относительности”. **А. Чернин:** “Странно, что физическая теория времени до сих пор не возникла на основе анализа причинно–следственного порядка”. **П. Харламов:** “Не приходится говорить о различиях в понимании термина “пространство”, не было и попытки дать ему какое-либо определение; единого общественного понятия “времени у нас нет”.

Т. о., также как и в вербальных парадигмах (см. Приложения 1÷3), в суждениях физиков и математиков отсутствуют ясные однозначные определения  $\Pi$  и  $V$ .

## § 6. Кинематика

Для введения векторов смещения материальной точки, ее скорости и ускорения, необходимо ввести сначала понятие системы отсчета. Затем следует принцип относительности классической механики (принцип Галилея) и преобразования Галилея (ПГ). Последние обычно используют для решения двух задач: 1). Проверка инвариантности уравнения движения Ньютона относительно операции перехода от неподвижной системы отсчета  $K$  к подвижной системе  $K'$ , движущейся относительно системы  $K$  со скоростью  $V$ ; 2). Осуществляется, в ходе анализа конкретной механической модели, пересчет кинетических характеристик, вычисленных (или измеренных) в системе  $K$  к их значению в системе  $K'$ .

### 6.1. Система отсчета

“Каноническое” определение гласит [1]: “Системой отсчета называют совокупность взаимно неподвижных тел или частей одного и того же тела, по отношению к которым рассматривается движение исследуемого тела”. С системой отсчета жестко связывается какая-либо система координат. В механике наиболее употребительны: 1) правая прямоугольная (декартова) система координат; 2) цилиндрическая система; 3) сферическая. **Р. В. Поль** определяет иначе [486]: “Неподвижным твердым телом, с которого мы будем в дальнейшем рассматривать процессы движения, является Земля или пол нашей аудитории ... Мы будем иногда менять свое место наблюдения или систему отсчета”. Фактически здесь утверждается, что: 1). Система отсчета должна быть неподвижной; 2). Невозможна система отсчета без наблюдателя и нет наблюдателя в отсутствие системы отсчета. В комплект инструментов наблюдателя входят линейки (для измерения расстояний и “световые часы” (для определения времени) [500]. В последних предполагается постоянство скорости света во всех направлениях. В механике часто используют “привилегированные” – инерционные системы отсчета. Предполагается, что таких систем – континуум [304]; все они движутся друг относительно друга с постоянными скоростями и прямолинейно [148]. Одно и то же движение будет выглядеть в этих системах по-разному, но время  $t$ - одинаково для всех.

### 6.2. Классический принцип относительности

Классический принцип относительности (принцип Галилея) авторы [466] понимают так: “Пусть произошло некоторое событие  $M$  в некоторой точке пространства и в некоторой момент времени. Это событие может наблюдаться из инерциальных систем отсчета (в  $S_1$  и в  $S_2$ ). Для пересчета координат события  $X_1$

( в системе  $S_1$ ) к координате этого же события  $X_2$  в системе  $S_2$  при её равномерном прямолинейном движении вдоль оси  $Ox$  со скоростью  $V$  относительно  $S_1$ , имеется очевидная совокупность формул:

$$X_1 = X_2 + Vt; Y_1 = Y_2; Z_1 = Z_2; t_1 = t_2 = t, \quad (2.1)$$

именуемых преобразованиями Галилея (ПГ). Обратными ПГ называют формулы, следующие из (2.1):

$$X_2 = X_1 - Vt, Y_2 = Y_1, Z_2 = Z_1, t_2 = t_1 = t. \quad (2.2)$$

После того, как (2.1.) и (2.2) введены прямые и обратные ПГ, сам принцип Галилея формируется так: “Все законы механики, во всех инерциальных системах, для которых справедливы ПГ (2.1) и ( 2.2), выглядят одинаково; все процессы также протекают одинаково”. При этом при ПГ значения координат изменяются и при подстановке чисел уравнения будут другие “[317]. ПГ могут быть обобщены на трехмерный случай [317].

## § 7. Динамика

Динамика базируется на втором законе Ньютона:

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}, \quad \mathbf{p} = m\mathbf{V}, \quad \mathbf{V} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}, \quad (2.3)$$

где  $F$ ,  $p$ ,  $m$ – соответственно сила, действующая на частицу, ее импульс и масса. Уравнение (2.3) – обыкновенное дифференциальное уравнение 2-го порядка и постановка задач механики требует наличия двух начальных условий. Типичные задачи динамики материальной точки рассмотрены в [304, 307, 469, 480, 487]. Развитие механики включало в себя: 1) Обобщение на случай систем из  $N$  частиц; 2). Переход из декартовых координат к обобщенным; 3).Разработку различных “механик” (т. е. различных способов модификации (2.3) и методов решения полученных уравнений). К числу последних можно отнести: 1). Лагранжев подход; 2). Метод Гамильтона; 3). Уравнение Гамильтона – Якоби и др. Представления о пространстве и времени во всех “постньютоновых” механиках совпадают с таковыми у Ньютона. Динамика твердых тел базируется на специальной кинематике[304, 307, 353, 469]; существенную роль играют т. н. “эйлеровы углы”. Пространство и время в динамике твердых тел – ньютоновы (по умолчанию).

## §8. Симметрии

Свойства симметрии (инвариантности) пространства и времени в классической механике: 1) однородность пространства; 2) изотропность пространства; 3) однородность времени; 4). изотропность времени. Три первых свойства и следствия из них исследованы Э. Нетер [474], а изотропия времени заключается в возможности его “обращения”, т. е. замены в уравнениях движения знака  $t$ .

## § 9. Экстремальные принципы

Эти принципы в механике многочисленны [163, 304, 307, 458, 469, 474]. Наиболее распространены из них те, в которых вводится функция действия  $S$ , вариация которой для действительного движения обращается в ноль [304]. Кратко рассмотрим их [304, 307, 474].

**Лейбниц** предложил принцип, в котором элементарное действие  $dS = mvvdt$ . **Мопертюи** полагал, что  $dS = mvds = 2Tdt$ . **Гамильтон** предложил принцип наименьшего действия (нулевой вариации действия), из которого для случая свободного движения частицы следует принцип наименьшего времени Ферма. Таким образом, все экстремальные принципы связаны между собой и употребительны с одинаковой достоверностью.

## §10. Артефакты

Поскольку артефакты в механике “наследуются” другими разделами физики, в которых механические понятия в той или иной мере используются, посмотрим еще раз на содержание §§4÷9 более пристально, чтобы выявить их. В отличие от многих авторов, утверждающих что ньютонова механика и ее основные понятия, такие как абсолютное пространство и абсолютное время – ошибочны, а физика начинается со специальной теории относительности А. Эйнштейна (СТО), я считаю классическую механику вполне самостоятельной наукой, первым приближением более общей теории, основные черты которой прояснятся после “домашней уборки” (м. Бунге) – ликвидации артефактов. Из них такие, как допустимость бесконечных скоростей и распространения силовых взаимодействий, возможность неограниченного роста величин (появление сингулярностей) – давно известны. Положение о симметрии времени вызывает сомнения лишь у немногих физиков, а большинство их придерживаются этой, как было показано в [406], ошибочной парадигмы.

**К. Гаусс** ошибочно признает пространство реальностью, т.е. референтом. **А. Эйнштейн** утверждает, что время – понятие, объективизируемое посредством применения часов. **П.Бриджмен** фетишизирует процедуры измерений как основы эмпирического определения времени. **С. Хайкин** переоценивает роль “световых часов” в измерениях. **А.Уайтхед** сводит физику к математике, заявляя, что свойства времени – это его математические свойства.

**А. Кинематика.** При рассмотрении ПГ предполагается одномерность движения подвижной системы. При этом всегда рассматривается движение  $K'$  слева -- направо, т.е. вдоль положительной части оси  $Ox$  – **артефакт – лакуна**.

**Прямое и обратное ПГ** . Представляется, что получение обратных ПГ из прямых – ошибочно. Это – артефакт обратных ПГ. Понятие “событие”, как точ-

ка в четырехмерном континууме – **артефакт**. Понятия “мгновений скорости” и “мгновенного ускорения” - **артефакты**.

**В. Динамика.** Во многих источниках, при рассмотрении движений частиц с переменной массой, уравнение Ньютона записывается в виде, содержащем в левой части производную по времени от массы. Это -артефакт, поскольку **первичное выражение для импульса имеет вид  $dP = mdV$** . Артефакты экстремальных принципов таковы: 1).артефакт– лакуна: отсутствие связей между экстремальными принципами для макроскопических систем (т.е. классических) и в микрофизике; 2). Артефакт наличия многих принципов, вместо одного, обобщенного.

## ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

*Теория Максвелла-это уравнения Максвелла*  
**Г.Герц**

### §11. Электродинамика и механика

Электрические и магнитные поля обусловлены заряженными частицами и их движением, а последнее происходит под воздействием этих полей. Как известно, А. Эйнштейн критиковал Г. - А. Лоренца, в теории которого поля описывались уравнениями в частных производных – уравнениями Максвелла, а движение заряженных частиц определилось обыкновенными дифференциальными уравнениями 2-го порядка – уравнениями движения И. Ньютона с силой Лоренца. Эйнштейн считал, что электрон – “чужак” в электродинамике. Структурная общность электродинамики и механики наглядно представлена таблицей 17.1 на стр. 69 в [345]. Там приведены аналоги величин: смещение частицы – ее заряд; скорость ее – величина электрического тока; масса частицы – коэффициент индукции; кинетическая энергия частицы – магнитная энергия; сила – разность потенциалов. В [344] отмечается также идентичность многих уравнений механики и электродинамики: уравнения Лапласа и Пуассона, законы гравитации и Кулона и др. Аналогия Лагранжа в механике с теорией квазистационарных токов была установлена еще Максвеллом [499].

Фундаментальные понятия механики – пространство и время в электродинамике сохраняются, ни каким специальным именно для нее способом не вводятся, но везде используются [7, 162, 212, 261, 305, 311, 312, 315, 317, 344]. Отсюда следует, что все аномалии (артефакты) механики присущи и электродинамике.

Рассмотрим далее, на предмет выявления возможных артефактов, основные разделы электродинамики.

### §12. Электро – и магнитостатика

#### 12.1. Электростатика

Можно выделить подпункты: А. Электростатическое поле в вакууме; В. Электростатика проводников и диэлектриков [1, 9, 305, 467]. Все формулы в п. п. А и В не содержат времени, а пространство, в явной или скрытой форме, всегда присутствует.

**А.Электростатическое поле в вакууме.** Основными являются закон Кулона, уравнения Лапласа и Пуассона, понятия потенциала и напряженности поля. С их помощью решено много задач электростатики [71,305,417,472].

**В.Электростатика проводников и диэлектриков.** В проводящей среде плотность тока  $j$  связана с напряжённостью линейной зависимостью. Электрическое поле в проводнике отсутствует, т.к. для электростатики характерно, что  $j = 0$ . Для диэлектриков ключевую роль играет вектор электрической индукции (поляризации).

Задачи определения электрических полей в диэлектриках рассмотрены в [7,305, 417, 472].

## 12.2. Магнитостатика

Важную роль в магнитостатике играют: А. Силы Лоренца; В. Закон полного тока; С. Закон Био – Савара.

## §13. Уравнения Максвелла.

### 13.1. Уравнения Максвелла – Лорентца для вакуума.

Эти уравнения обобщают эмпирические закономерности электродинамики [71, 162, 305, 315, 472, 481, 496].

В 20 – м веке эта система уравнений неоднократно подвергалась проверкам и попыткам модификации, однако в итоге осталась неизменной [345]. При адаптации этой системы уравнений к описанию электромагнитных полей в сплошной среде, роль точки в вакууме играет т. н. “физически бесконечно малый объем” (ФБМО) сплошной среды, имеющий геометрический объем  $V_0$ , а характерное время эволюции поля в этом объеме –  $\tau$ . Переход к системе уравнений Максвелла для сплошной среды заключается в усреднении по  $V_0$  и по  $\tau$ . Эта система уравнений Максвелла для сплошной среды замкнутая и при наличии краевых условий дает однозначные решения.

### 13.2. Электромагнитные потенциалы

В практике решения электродинамических задач часто вводят скалярную функцию  $\varphi$  и векторную  $\vec{A}$ , соответственно, скалярный и векторный потенциалы. Используется аналогия с электростатикой. В итоге приходят к уравнению для потенциала  $\varphi$  :

$$D\varphi = \frac{4\pi\rho}{\varepsilon}, \quad D = \frac{4\pi\mu\sigma}{c^2} \partial_t + \frac{\varepsilon\mu}{c^2} \partial_t^2 - \Delta \quad (3.1)$$

и к аналогичному уравнению для векторного потенциала  $A$ . Такого же вида уравнения следуют и для напряжённостей электрического и магнитного полей. Это- телеграфные (кирхгофовы) уравнения.

## §14. Волновые поля

Линейные волновые уравнения описывают распространение волн с постоянной скоростью: в вакууме это скорость света  $c = 3 \cdot 10^8$  м/сек, в среде –  $c/n$ , где  $n$  – коэффициент преломления. Используются различные приближенные уравнения [305, 472, 481], соответствующие стационарным, квазистационарным и быстропеременным электромагнитным полям.

## §15. Квазифинитные поля

Электромагнитные волны распространяются с постоянной скоростью, поэтому для любого конечного времени  $t < \infty$ , расстояние, пройденные волной конечно. Такие поля можно именовать финитными. Поля  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ , описываемые уравнениями Максвелла для сред, в которых можно пренебречь током смещения по сравнению с током проводимости, описываются уравнением типа диффузии [305, 311, 472]:

$$\Delta \mathbf{H} - \frac{4\pi\mu\sigma}{c^2} \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} = 0. \quad (3.2)$$

Эти поля, как и поля, описываемые телеграфными уравнениями, отличает бесконечная скорость распространения [406] (известный парадокс). Этот парадокс устраняется введением понятия квазифинитных полей, которые для всякого конечного  $t < \infty$  имеют эффективную конечную протяженность, определенную принятыми условиями локализации полей [406].

Это обстоятельство, однако, сейчас игнорируется и при решении любых (т.е. даже и не волновых) уравнений Максвелла, “ищут” волновые решения [311, 972, 480]. Работ по моделированию квазифинитных полей (использование уравнений типа диффузии и кирхгофовых) мало, - налицо их “дефицит”-лакуна в парадигме.

## §16. Артефакты

### 16.1 Артефакты ядра электродинамики

Как уже отмечалось, к артефактам ядра электродинамики можно отнести и все артефакты ядра механики (в силу механико – электродинамического “симбиоза”). Артефакты электро- и магнитостатики, аналогичные механическим ретроартефактам (законы всемирного тяготения, Гука и др.): законы Кулона, Био – Савара и др. Очевидна аналогия законов Гука и Ома: механические и электрические напряжения (причины) вызывают относительные удлинения и электрический ток (следствия) и описывают состояния, а не процессы, прошедшие до момента наблюдения состояний. **Ликвидация этих ретроартефактов заключается в выводе этих законов как результатов процессов.**

При переходе от уравнений Максвелла – Лорентца (микроуравнений для вакуума) к уравнениям Максвелла для сплошной среды (макроуравнения) осу-

шествуется усреднение первых уравнений по  $V_0$  (Ф Б М О) и  $\tau$  (некоторое “собственное время”  $V_0$ ). Это усреднения провозглашаются, но фактически не осуществляется, т. к.  $V_0$  и  $\tau$  не определены. Затем осуществляется предельные переходы  $V_0 \rightarrow 0$ ,  $\tau \rightarrow 0$ , чем и обусловлено континуальное (полевое) описание процессов. **Это артефакт ФБМО, устраняется он переходом и конечно – разностным моделям с  $V_0, \tau \neq 0$ .**

Доминирование в электродинамике “волновой” идеологии и повсеместный поток волновых решений даже при использовании эволюционных уравнений (типа диффузии или кирхгофовых) представляют собой лауну парадигмы – артефакт дефицита квазифинитности.

### 16.2. Артефакты ядра термодинамики

Проведенный в [406] анализ позволил выявить в ядре термодинамики: Артефакт континуального описания- лауну дефицита конечно-разностных методов; хроноартефакт-наличие уравнений переноса, в которых присутствуют производные по времени от термостатических параметров; артефакт ФБМО-усреднение по нему провозглашается, но не выполняется; артефакт-лауна: нет определения понятия неравновесной температуры; артефакт понятия «обращение времени», используемого при доказательстве теоремы Онзагера; артефакт УБЭ, всегда в конкретных моделях сводящегося к уравнению теплопереноса. Артефакт вариационного принципа Онзагера – Махлупа: подинтегральная функция тождественно равна нулю.

## ГЛАВА 4. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

*Хотя специальную теорию относительности часто объявляют наукой о пространстве и времени, это не совсем верно: пространство и время не играют в ней более значительную роль, чем в дорелятивистской физике; эта теория не говорит ничего нового о том, что представляют собой пространство и время, помимо того, что рассказывает об их метрических свойствах.*

**М.Бунге**

### §17. Возникновение и становление СТО

*Теория относительности была создана выдающимися учеными Лорентцом, Пуанкаре, Эйнштейном и Минковским... Эти гиганты фактически завершили теорию, а то, что было после них, это изложение, порою правильное, порою неправильное, но почти всегда – неглубокое.*

**А.Логунов**

#### 17.1. Предпосылки и основы.

К концу 19-го и в начале 20-го веков в центре внимания физики были проблемы эфира. Истории этих обширных и длительных исследований посвящено много публикаций [23, 26, 33, 162, 166, 172, 189, 201, 202, 209, 210, 384, 507, 564, 565, 567] историков и методологов науки, а также учебников, научно-популярной и мемуарной литературы [148, 159, 182, 243, 255, 261, 288, 294, 317, 319, 370, 379, 383, 366, 403, 480, 496].

Кратко резюмируя содержание приведенных источников, можно констатировать:

– К моменту появления работы А.Эйнштейна (1905г.) [352], тематика оптики и электродинамики была весьма актуальной. Активно исследовались проблемы: «Эфир и материя», «Эфир и свет», «Скорость света в подвижных системах отсчета», «Электродинамика движущихся тел».

– Основой этих исследований служили труды Галилея, Рёмера, Физо, Фуко, Бредли, Юнга, Френеля, Допплера, Максвелла, Маха, Герца, Фойгта, Лармора, Фитцджеральда, Мейкельсона, Морли, Трутопа, Нобля, Лорентца, Пуанкаре.

– Датой появления СТО считается 1905г., когда А.Эйнштейн суммировал в [352] результаты предшественников (почему-то не сославшись ни на кого из них) и сформулировал структуру теории: вывод преобразований Лорентца и

следствий из них (механических, оптических, электродинамических). Были даны новые представления о понятиях одновременности, времени и эфира (который был отброшен).

– Если по аналогии с определением электродинамики Г.Герцем, дать определение СТО, то получим: Теория относительности А.Эйнштейна – это преобразования Лорентца, вклад в формулировку которых внесли Фойгт, Фицджеральд, Лармор, Лорентц и математически обработали Пуанкаре и Минковский.

– В основу СТО А.Эйнштейн положил два постулата: 1). Принцип относительности – эквивалентность всех инерциальных систем; 2). Принцип постоянства скорости света во всех инерциальных системах и независимость её от скорости источника света.

Анализ работ А.Эйнштейна по СТО [352, 357, 359, 362, 364, 366, 384] показывает, что некоторые из понятий и формулировок трактуются по-разному. В [384], в частности приводятся две формулировки принципа относительности: 1). «Если мы относим физические системы к такой координатной системе  $K$ , в которой законы природы по возможности **более просты**, то существует бесконечно много других координатных систем, движущихся равномерно и прямолинейно относительно системы  $K$ , в которых эти законы не изменяются»; 2). «Пусть некоторая **физическая система  $\Sigma$  изолирована от других физических систем** и относится к такой системе  $K$ , в которой законы природы относительно просты. Тогда существует бесконечно много координатных систем, относительно которых эти законы неизменны». А.Эйнштейн полагает, что данным опытов соответствует только вторая формулировка.

Принцип постоянства скорости света (2-ой постулат СТО) в [384] формулируется так: «Существует система отсчета  $K$ , в которой любой луч света **распространяется в вакууме** с универсальной скоростью  $c$  независимо от состояния движения источника света». Постоянство скорости  $c$  следует из уравнений Максвелла – Лорентца (УМЛ). Однако, если в системе  $K$  луч движется со скоростью  $c$ , то с точки зрения подвижной системы  $K'$  скорость будет отличаться от  $c$ . Далее А.Эйнштейн пишет [384]: «Становится возможным предположить, что один и тот же световой луч распространяется в пустоте со скоростью  $c$  не только в системе  $K$ , но и в любой другой системе  $K'$ , движущейся равномерно и прямолинейно относительно  $K$ . Следует только соответствующим образом выбрать уравнение преобразований  $K \rightarrow K'$ ».

### 17.2. СТО по А.Эйнштейну.

Основное содержание СТО изложено А.Эйнштейном уже в [352]. Следуя этой работе, излагаем: А. Вывод преобразований Лорентца; В. Их кинематические следствия; С. Электродинамические следствия; Д. Динамические следствия.

**А. Вывод преобразований Лорентца (ПЛ).** Рассматриваются две системы координат,  $K$  и  $K'$ , «покоящиеся» в пространстве (покоящиеся относительно чего?– И.В.). Оси координат  $0x$  и  $0'x'$ , как и другие оси совпадают. «Пусть теперь началу координат системы  $K'$  **сообщается** постоянная скорость  $v$  в направлении  $\vec{0x}$ » («сообщается» – как? – И.В.). Пространство в  $K$  и в  $K'$  размечается

посредством масштабов. Посредством покоящихся часов, с помощью световых сигналов определяется время  $t$  (для всех точек в  $K$ , где часы покоятся и  $t'$  (таким же образом).

Ставится задача: найти уравнения связи  $\{x', y', z', t'\}$  и  $\{x, y, z, t\}$ . Утверждается, что эти уравнения должны быть линейными, поскольку пространство и время однородны (т.е. ньютоновы.—И.В.). Предполагается, что  $x' = x - vt$  и  $t' = t'(x', y, z, t)$ . Из точки  $0$  при  $t' = t'_0$  посылается луч света вдоль  $Ox'$  в точку  $x'$  и отражается от неё в момент времени  $t'_1$  назад, в точку  $0$  куда луч приходит в момент времени  $t'_2$ . Тогда должно быть (согласно введенному ранее понятию одновременности)  $0,5(t'_0 + t'_2) = t'_1$ , что с учетом постоянства скорости света  $c$  в  $K$  дает:

$$\frac{1}{2} \left[ t'_0(0,0,0,t) + t'_2 \left( 0,0,0 \left\{ t + \frac{x'}{c-v} + \frac{x'}{c+v} \right\} \right) \right] = t'_1 \left( x', 0,0, t + \frac{x'}{c-v} \right) \quad (4.1)$$

Затем (4.1) путем замены  $x' \rightarrow dx'$  трансформируется в уравнение в частных производных первого порядка относительно  $t'(x', t)$ , крайних условий к которому нет.

Затем следуют громоздкие выкладки распространения света и его отражения по осям  $Oy$  и  $Oz$ , что приводит к промежуточным формулам для  $t'$  и  $y'$ , противоречащим конечным выражениям для них. Далее используются формулы:

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2, \quad (x')^2 + (y')^2 + (z')^2 = c^2 (t')^2, \quad (4.2)$$

описывающие сферические световые волны в  $K$  и  $K'$ . В итоге автор приходит к ПЛ вида:

$$x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-(v/c)^2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1-(v/c)^2}}, \quad (4.3)$$

В работе [357] вывод (4.3) существенно упрощен, за основу берут соотношения (4.2) (однако он всё же избыточно громоздок). Этот же вывод, но вновь другим способом, осуществлен в [358], где используется комбинирование уравнений  $x - ct = 0$  и  $x' - ct' = 0$ .

**В. Кинематические следствия из ПЛ.** В [352] из ПЛ получены: 1). формула «сложения скоростей», 2). обратные ПЛ; 3). формула «сокращения движущихся масштабов»; 4). формула «замедления хода движущихся часов»; 5). приложение ПЛ к теории опытов по абберации света и Физо, к эффекту Доплера.

**1. Формула «сложения скоростей».** Вывод формул для пересчета скоростей в системе  $K$  в скорости в системе  $K'$  (именуемый «сложением» скоростей, что ошибочно) довольно громоздок. Ранее эти формулы были даны А.Пуанкаре [319, 338]. Главный результат имеет вид:

$$u = \frac{u' + v}{1 + \frac{vu'}{c^2}}, \quad (4.4)$$

где  $u, u'$  - соответственно скорости (их  $x$ -компоненты) пробной частицы в системах  $K$  и  $K'$ ,  $v$  - скорость  $K'$  относительно  $K$

**2. Формула обратных ПЛ.** В [352] эти преобразования появляются в электродинамической части; говорится: «Если отбросить эту систему [Максвелла – Герца], во-первых, непосредственного решения и, во-вторых с помощью обратного ПЛ (из  $K'$  в  $K$ ), которое характеризуется скоростью  $(-v)$  и принять во внимание, что обе системы должны быть тождественными...» В [357] даётся определение: «Разрешая состояние (1) (т.е. – ПЛ) относительно  $x, y, z, t$ , нетрудно получить соотношения, отличающиеся только тем, что в них «штрихованные» величины заменены на «не штрихованные», и наоборот, а вместо  $v$  стоит  $(-v)$ . Это следует непосредственно из принципа относительности...»

**3. Формула сокращения движущихся масштабов.** В работе [357], на основе формулы обратного ПЛ, получены соотношения:

$$x_2 - x_1 = (x'_2 - x'_1) \sqrt{1 - (v/c)^2}, \quad y_2 - y_1 = y'_2 - y'_1, \quad z_2 - z_1 = z'_2 - z'_1 \quad (4.5)$$

Заключается, что «...кинематическая форма тела отличается от его геометрической формы только сокращением в направлении движения в соотношении

1:  $\sqrt{1 - (v/c)^2}$ ». Фактически же из первой формулы (4.5) следует:

$$\Delta x' = \frac{\Delta x}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad \Delta x' > \Delta x, \quad \Delta x' = x'_2 - x'_1, \quad \Delta x = x_2 - x_1, \quad (4.6)$$

т.е. подвижный отрезок (в  $K'$ )  $\Delta x'$  возрастает по сравнению с неподвижным (в  $K$ ) –  $\Delta x$

**4. Формула «замедления времени».** Часы в  $K$  (покоящиеся) показывают время  $t$ , а часы покоящиеся в  $K'$  – время  $t'$ . Ставится вопрос: что покажут часы в точке  $O'$  при их рассмотрении из  $K$ ? Из формулы ПЛ при  $x' = 0$  следует:

$$x = vt, \quad t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} = t \sqrt{1 - (v/c)^2}, \quad (4.7)$$

т.е. часы в  $K'$  при наблюдении их из  $K$ , покажут время  $t' < t$ , т.е. отстанут от часов в  $K$ . Затем А.Эйнштейн рассматривает случай движения системы  $K'$  из точки  $A$  в точку  $B$  и обратно по замкнутой траектории (кусочно-линейной или при непрерывной производной) и делает вывод, из которого спустя короткое время родится парадокс близнецов (изначально паталогический) и концепция «локально инерциальных систем» (также ошибочная).

**С. Электродинамические следствия из ПЛ.** Поскольку уравнения Максвелла-Герца инвариантны относительно ПЛ, то заголовок [352] правильно передает её суть – использование ПЛ для решения задач электродинамики (и оптики) для подвижных тел. Т.о., СТО – это раздел электродинамики, а распространение формул СТО (в особенности содержащих «фактор Лорентца»  $\gamma = (1 - (v/c)^2)^{-\frac{1}{2}}$  на другие разделы физики неуместно.

**Д. Динамические следствия из ПЛ.** Они в [352] рассмотрены в §10 «Динамика (слабо ускоренного) электрона», т.е. фактически, в электродинамическом аспекте. Записываются уравнения движения (2-го закона Ньютона) в декартовых координатах для систем К и К'. При этом оговаривается, что  $t$  – мало, а уравнения записаны для «элемента времени».

Преобразования Лорентца для полей  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  записаны в виде:

$$E'_x = E_x, \quad E'_y = \frac{E_y - \frac{vH_z}{c}}{\sqrt{1-(v/c)^2}}, \quad E'_z = \frac{E_z + \frac{vH_y}{c}}{\sqrt{1-(v/c)^2}}, \quad (4.8)$$

Уравнение движения электрона в электрическом поле приведено в виде:

$$m\gamma^3 \frac{d^2x}{dt^2} = eE'_x = eE_x, \quad m\gamma^2 \frac{d^2y}{dt^2} = eE'_y, \quad m\gamma^2 \frac{d^2z}{dt^2} = eE'_z \quad (4.9)$$

Отсюда следует выражение для «продольной» ( $m_{\text{пр.}}$ ) и «поперечной» ( $m_{\perp}$ ) масс:

$$m_{\text{пр.}} = \frac{m}{[1-(v/c)^2]^{\frac{3}{2}}}, \quad m_{\perp} = \frac{m}{1-(v/c)^2} \quad (4.10)$$

Примечательно, что Эйнштейном при этом сделано замечание: «Конечно, мы будем получать другие значения для масс при другом определении силы и ускорения...». Утверждается, что все будет верно и для произвольной материальной точки, поскольку последняя «может быть путем присоединения сколь угодно малого электрического заряда превращена в электрон» – суждение довольно странное.

Далее получено выражение для кинетической энергии электрона

$$W = \int eE_x dx = \int_0^V \gamma^3 mV dV = mc^2 \left[ (1 - (v/c)^2)^{-1/2} - 1 \right], \quad (4.11)$$

которая, согласно (4.11), при  $v=c$  равно  $\infty$ . Утверждается, что (4.11) верно для любых масс.

В [357] рассматривается движение системы К' со скоростью  $\bar{q}$  ( $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ ) и получено уравнение движения в виде:

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{m\dot{x}}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \right] = F_x, \quad \frac{d}{dt} \left[ \frac{m\dot{y}}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \right] = F_y, \quad \frac{d}{dt} \left[ \frac{m\dot{z}}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \right] = F_z. \quad (4.12)$$

Здесь компоненты сил выражены через компоненты электрического и магнитного полей.

### 17.3. Последователи А.Эйнштейна.

После появления [352] вопросами СТО активно занялись Планк, Пуанкаре, Минковский, Лауэ, Ланжевэн, Лорентц, Льюис, Толмен и др.[319]. Далее ограничимся кратким обзором [261,304, 305, 317, 319, 321, 323, 326, 450,566].

**М.Планк** полагал [323, 326], что: 1). Принцип относительности Лорентца – Эйнштейна предполагает, что если две инерциальные системы отсчета связаны ПЛ, то они равноправны по отношению к законам механики и электродинамики и ни одна из них не является «покоящейся»; 2). Уравнения Ньютона должны быть записаны в форме, инвариантной относительно ПЛ, 3). Эти уравнения могут быть справедливы только для покоящейся точки ( $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z} = \mathbf{0}$ ) (??- И.В.), а для точки, движущейся с конечной скоростью  $q = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}$  они нуждаются в ином представлении; 4). Методологически целесообразно рассмотреть в качестве действующей силы электромагнитную, при этом наряду с (4.8) надо использовать ПЛ для магнитного поля:

$$H'_x = H_z, \quad H'_y = \frac{H_y + \frac{v}{c} E_z}{\sqrt{1-(v/c)^2}}, \quad H'_z = \frac{H_z + \frac{v}{c} E_y}{\sqrt{1-(v/c)^2}}; \quad (4.13)$$

5). Уравнение движения в системе К приводится к виду:

$$\frac{m\ddot{x}}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = eE_x - \frac{e\dot{x}}{c^2} (\dot{x}E_x + \dot{y}E_y + \dot{z}E_z) + \frac{e}{c} (\dot{y}H_z + \dot{z}H_y), \quad (4.14)$$

Для других компонент силы уравнения аналогичны (4.14); 6). Эти уравнения, согласно принципу относительности, должны оставаться неизменными при замене нештрихованных величин на штрихованные, с сохранением констант  $c, e, m$ ; Для перехода  $K' \rightarrow K$  (обратное ПЛ) достаточно поменять штрихованные величины на нештрихованные и заменить скорость  $v$  на скорость  $(-v)$ .

**Г. Минковский** предложил четырехмерный формализм, который затем использовался в СТО и ОТО [261, 305, 319]. Основные положения метода Г. Минковского: 1).Если ввести величину:  $u = ict$  ( $i = \sqrt{-1}$ ), то пространственные и временные координаты становятся эквивалентными в преобразованиях группы Лорентца, и все законы Природы должны быть инвариантны относительно этой группы; 2). Инвариант группы Лорентца

$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2$  переходит в  $x^2 + y^2 + z^2 + u^2$ , поэтому вместо отдельных пространства и времени целесообразно рассматривать новый объект – четырехмерное пространство-время; 3). Вводятся понятия мировой точки, мировой линии и псевдоевклидова метрика четырёхмерного «Мира»; 4). ПЛ рассматривается как ортогональное линейное преобразование мировых координат и мнимое вращение мировых осей; 5). Если  $x, y, z, u$  заменить на  $x_i$  ( $i=\overline{1,4}$ ), то получим

$$\sum_{i=1}^4 x_i^2 = 0, \quad (r^2 - c^2 t^2 = 0); \quad (4.15)$$

6). Элемент длины в четырёхмерном мире – бесконечно малый интервал:

$$ds = (\sum_{i=1}^4 x_i^2)^{1/2}, \quad (4.16)$$

который инвариантен относительно ПЛ, как и «собственное время»  $d\tau$ :

$$d\tau = \frac{ds}{ic} = \sqrt{dt^2 - \frac{1}{c^2}(dx^2 + dy^2 + dz^2)} = dt \sqrt{1 - (v/c)^2}; \quad (4.17)$$

7). Четыре-вектор скорости движения вдоль мировой линии:

$$\bar{V} = \left( \frac{dx}{d\tau}, \frac{dy}{d\tau}, \frac{dz}{d\tau}, ic \frac{dt}{d\tau} \right) = \frac{dt}{d\tau} (\bar{V}, ic), \quad (4.18)$$

квадрат длины четыре-скорости:

$$(\bar{V}, \bar{V}) = \frac{dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2}{d\tau^2} = -c^2 \quad (4.19)$$

является инвариантом; 8). Четыре-вектор ускорения определяется формулой:

$$\bar{w} = \frac{d\bar{V}}{d\tau} = \left( \frac{d^2x}{d\tau^2}, \frac{d^2y}{d\tau^2}, \frac{d^2z}{d\tau^2}, ic \frac{d^2t}{d\tau^2} \right), \quad (4.20)$$

**Р. Толмен** в фундаментальной монографии [450] рассматривает, в частности, следующие вопросы: 1). *Сохранение массы и энергии.* В основе механики взаимодействующих (путем столкновений) частиц наряду с постулатами СТО, добавляются законы сохранения массы и импульса:

$$\sum_i m_i = const, \quad \sum m u_x = const, \quad \sum m u_y = const, \quad \sum m u_z = const, \quad (4.21)$$

Эти соотношения должны выполняться для всех инерциальных систем.

2). *Масса движущейся частицы.* Рассматривается лобовое упругое столкновение двух одинаковых частиц в  $K$  и  $K'$ . Массы частиц до столкновения  $m_1$  и  $m_2$ , а  $m_1 + m_2 = M$ . Движение частиц происходит в системе  $K'$ ,

а система К движется относительно системы К' со скоростью  $(-V)$ . Скорости частиц до столкновения  $-u_1$  и  $u_2$ . На основе соотношений  $m_1 + m_2 = M$  и  $m_1 u_1 + m_2 u_2 = MV$ , а также ПЛ для скоростей

$$u_1 = \frac{u' + V}{1 + \frac{Vu'}{c^2}}, \quad u_2 = \frac{-u' + V}{1 - \frac{Vu'}{c^2}}, \quad (4.22)$$

получено соотношение

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1 + \frac{Vu'}{c^2}}{1 - \frac{Vu'}{c^2}}, \quad (4.23)$$

После преобразований получено выражение, связывающее массу движущейся со скоростью  $u$  частицы  $m(u)$  с массой покоящейся частицы  $m_0$ :

$$m(u) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}, \quad (4.24)$$

3). *Определение и преобразование силы.* Для определения силы используется соотношение

$$\bar{F} = \frac{d}{dt}(m\bar{u}) = \frac{d}{dt} \left( \frac{m_0 \bar{u}}{\sqrt{1 - (u/c)^2}} \right) \quad (4.25)$$

Для преобразования компонент силы из системы К' в систему К получено:

$$F_x = F'_x + \left( \frac{Vu'_y}{c^2 + Vu'_x} \right) F'_y + \left( \frac{Vu'_z}{c^2 + Vu'_x} \right) F'_z, \\ F_y = \left[ \frac{c^2 \sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}{c^2 + Vu'_x} \right] F'_y, \quad F_z = \left[ \frac{c^2 \sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}{c^2 + Vu'_x} \right] F'_z \quad (4.26)$$

4). *Работа и кинетическая энергия.* Работа, проделанная над частицей:

$$dW = \bar{F} \cdot \bar{dr}. \quad (4.27)$$

Она равна  $dE$  - энергии, приобретенной частицей:

$$dE = m \frac{d\bar{u}}{dt} \bar{dr} + \frac{dm}{dt} \bar{u} \cdot \bar{dr} = m\bar{u} \, d\bar{u} + u^2 dm \quad (4.28)$$

Из  $dW = dE$  следует:

$$E = \int_0^u dE = m_0 c^2 \left[ (1 - (u/c)^2)^{-1/2} - 1 \right], \quad (4.29)$$

Это совпадает с формулой А.Эйнштейна (4.11).

5). *Связи массы, энергии, импульса.* Из (4.29) следует, что

$$E = (m - m_0)c^2. \quad (4.30)$$

Отсюда Р.Толмен заключает, что **можно постулировать**, что всегда  $E = mc^2$ . Затем следует выражение для импульса:

$$\bar{G} = m\bar{u} = \frac{E}{c^2} \bar{u}, \quad (4.31)$$

Для **любой** формы передачи энергии **принято**, что

$$\bar{g} = \frac{\bar{S}}{c^2}, \quad (4.32)$$

где  $\bar{g}$  – плотность импульса, а  $\bar{S}$  – плотность потока энергии.

б). *Связь силы и ускорения.* Из определения силы как скорости изменения импульса частицы следует:

$$F = \frac{d(m\bar{u})}{dt} = m \frac{d\bar{u}}{dt} + \bar{u} \frac{dm}{dt} = \left( \frac{m_0}{\sqrt{1-(u/c)^2}} \right) \frac{d\bar{u}}{dt} + \bar{u} \frac{d}{dt} \left( \frac{m_0}{\sqrt{1-(u/c)^2}} \right) \quad (4.33)$$

Сила и ускорение коллинеарны, если: 1). ускорение «поперечно», когда сила нормальна по отношению к уже существующей скорости частицы; 2). в случае продольного ускорения, когда сила и скорость однонаправлены. Соответствующие формулы таковы:

$$\bar{F}_\perp = \left( \frac{m_0}{\sqrt{1-(u/c)^2}} \right) \frac{d\bar{u}}{dt}, \quad \bar{F}_\parallel = \left[ \frac{m_0}{\sqrt{(1-(u/c)^2)^{3/2}}} \right] \frac{d\bar{u}}{dt}, \quad (4.34)$$

Эти формулы соответствуют поперечной ( $m_\perp$ ) и продольной ( $m_\parallel$ ) массам А.Эйнштейна.

**Л.И.Мандельштам** подробно излагает кинематику СТО [317]. Следуя [317], далее рассматриваем: 1). *Постулаты Эйнштейна.* Если есть **замкнутая система** тел, покоящаяся по отношению к звёздам, а потом движущаяся с постоянной скоростью, то оба случая дают одинаковые результаты всех экспериментов (1-й постулат Эйнштейна). Первый постулат справедлив **только** для замкнутых систем. Второй постулат Эйнштейна опирается на эмпирическую основу и уравнения Максвелла, из которых следует постоянство скорости света и изотропия его распространения. Второй постулат противоречит ПГ, и Эйнштейн отказался от них: «Речь зашла о наших пространственно-временных представлениях..., что казались «святая святых», чего трогать нельзя... И вот сюда Эйнштейн «положил палец» [317].

2). *Преобразования Лорентца.* Трактовка автора[317] такова. Некоторое событие (с координатами  $x, y, z, t$ ) **наблюдается** в системе К. То же событие **наблюдается** в системе К', где имеет координаты  $x', y', z', t'$ . Для определения функциональной связи координат в К' и в К достаточно двух постулатов Эйнштейна. В качестве события в системе К рассматривается приход точечного светового сигнала, выпущенного в момент времени  $t=0$  из точки  $M = (0, 0, 0)$  в точку  $M = (x, y, z)$ , куда он приходит в момент времени  $t$ . **Это событие** описывается уравнением  $x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2$ .

В системе  $K'$  наблюдается то же событие, уравнение которого  $(x')^2 + (y')^2 + (z')^2 = c^2(t')^2$ .

Излагая (по А.Эйнштейну) вывод ПЛ, автор (317) пишет «Предположим, что  $K'$  движется в направлении **отрицательных значений  $x$** . Ясно (?? – И.В.), что ввиду симметрии это ничего изменить не может...»

3). *Измерение длины движущегося масштаба.* Приводятся формулы Эйнштейна.

4). *Измерение хода движущихся часов.* Вновь автор [317] следует [357].

5). *Относительные и абсолютные величины.* Относительные величины и те, которые зависят от выбора системы отсчета, а абсолютные – не зависящие от этого выбора. В СТО  $\Delta x = x_2 - x_1$  и  $\Delta t = t_2 - t_1$  – относительные величины, абсолютной будет

$$\Delta s^2 = (\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2 - c^2(\Delta t)^2, \quad (4.35)$$

Величина  $\Delta s^2$  называется интервалом и лежит в основе подхода Минковского (четырёхмерный «Мир»). Л.И.Мандельштам излагает этот подход, но затем замечает: «Можно считать однако, что **это не более, чем способ вычислений, именно формальный способ**».

Следует заметить, что «формальный способ» здесь заключается в том, что развесистое дерево многочисленных следствий из(4.35) произрастает из формулы  $\Delta s^2 = 0$ , поскольку случаи  $\Delta s^2 > 0$  и  $\Delta s^2 < 0$  смысла, как легко видеть, не имеют.

## §18. Современная парадигма СТО

*Требование постоянно, снова и снова проверять справедливость выводов теории относительности нельзя отклонить никакими доводами.*

**Е.Л.Фейнберг**

Под современной парадигмой СТО будем понимать изложение частных вопросов и СТО в целом в публикациях второй половины XX-го века.

### 18.1. Монографии и учебники.

Таковых много, ограничимся выборкой [1, 29, 163, 165, 201, 209, 211, 237, 248, 241, 312, 341, 345, 347, 394, 395, 403, 434, 438, 454, 466, 478, 480, 493, 496, 499, 405, 519, 523].

**А. Монографии.** Следуя хронологическому порядку, рассмотрим [163, 347, 434, 1, 420, 438, 478, 403].

**В. А.Фок [347]**, формулируя основы кинематики СТО, замечает, что: 1). свойства света и твердых тел играют основную роль в установлении геометрии реального физического пространства; 2). «радиолокационный» способ определения положения тел в пространстве важен потому, что измерение длин сводится к измерению промежутков времени, без использования свойств твердых тел; скорость света – переводной множитель от времени к длинам, а её постоянство – **предполагается**; 3). система отсчета **не есть** какая-то вросшая в

пространство координатная сетка, соединенная с каким-то «мировым временем», а есть **нечто**, связанное с масштабами и часами, находящимися в **определённом месте** и определённым образом движущимися; 4). в различных системах отсчета математическая форма законов природы будет, вообще говоря, **различной**. Существуют системы отсчета, в которых законы природы имеют **особенно простой вид** – инерциальные системы; 5). процессы, происходящие в двух инерциальных системах, описываются теми же самыми функциями, но зависящими от «своих» координат (в  $K - x, y, z, t$ , а в  $K' - x', y', z', t'$ ); 6) существует предельная скорость распространения всякого рода действий, равная скорости света в вакууме.

При выводе ПЛ **постулируется**, что они линейны по координатам. Используется соотношение

$$(dx'_0)^2 - [(dx'_1)^2 + (dx'_2)^2 + (dx'_3)^2] = (dx_0)^2 - [(dx_1)^2 + (dx_2)^2 + (dx_3)^2], (4.36)$$

т.е. инвариантность интервала. Выкладки громоздки, но приводят к ПЛ. Обратные ПЛ получены стандартным методом (эйнштейновская «перештриховка» и замена  $v \rightarrow -v$ ).

**Г. Мак–Витти [439]**. Рассмотрение СТО автор начинает методологическим замечанием: «Очевидные и громадные успехи ньютоновской механики приводят нас к выводу, что если эта теория и должна быть изменена, то только так мало, как только возможно». Этим обосновывается использование в СТО ньютоновых пространства и времени, закона инерции. Отличием является наличие в СТО времени  $t'$  в системе  $K'$ , которое зависит от ньютонова времени  $t$  (в системе  $K$ ) и координаты  $x$ . Демонстрация абсолютности скорости света  $c$  осуществляется утверждением, что если  $u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 = c^2$ , то по формуле ПЛ следует:

$$(u'_1)^2 + (u'_2)^2 + (u'_3)^2 = c^2 \quad (4.37)$$

Принцип относительности формулируется более радикально, чем у Эйнштейна: «Все уравнения математической физики не должны менять свою форму при преобразовании Лорентца от одной инерциальной системы к другой».

Метод **Г. Минковского** излагается стандартным образом. Также стандартно излагается СТО в [1] (**Б.М.Яворский, А.А.Детлаф**).

**Р.Неванлинна [438]**, будучи математиком, многие вопросы излагает с геометрической точки зрения. Изложение стандартно, широко используется метод Г. Минковского.

**А.А.Богущ, Л.Г.Мороз [394]** Используют метод Г. Минковского. В зависимости от величины  $s^2$  авторы выделяют **три вида векторов**: 1). времени-подобные ( $s^2 < 0$ ); 2) пространственно-подобные ( $s^2 > 0$ ); 3) световые вектора ( $s^2 = 0$ ).

Аналогично излагают СТО в [420] (**Л.Э.Гуревич, Э.Б.Глинер**), в [478] **Ф.Кемпфер** и в [163] (**Б.Н.Иванов**).

**С.Вейнберг[403]** использует метод Г.Минковского и теоретико-групповой подход для вывода ПЛ. Отход от стандартного изложения заключается в различении  $m = m_0 = const$  и  $\tilde{m} = \gamma m_0$ , где  $\gamma = [1 - (v/c)^2]^{-1/2}$ . Под массой автор [403] понимает только  $m_0$ . Таким образом, в [403] как и в [163] «релятивистская масса»  $\gamma m_0$  элиминируется.

**В. Учебники.** Рассматриваем [312, 341, 345, 354, 466, 480, 493, 496, 499].

**Р.Фейнман [341, 345].** Релятивистская кинематика и динамика изложены в [341] стандартным образом. В [345] сформулировано эстетическое кредо автора: «...в волновом уравнении очень красива та правильность, с которой в нем расположены  $x, y, z, t$ . И эта **приятная симметрия** ... напоминает ту величественную красоту, которая таится в четырех равнозначных координатах, в возможности того, что у пространства есть четырехмерная симметрия...»

Но далее следует «ложка дёгтя»: «...требование лорентцовой инвариантности, как оказывается, **существенным образом** ограничивает возможные законы природы ... **мы всегда наталкиваемся на трудности, связанные с принципом относительности**».

**Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц [312].** Изложение СТО стандартное, по Г.Минковскому. Интересно (скорее – подозрительно! – И.В.) следующее высказывание: «В каждый отдельный момент времени ... движение можно рассматривать как равномерное. Поэтому **в каждый момент времени можно** ввести неподвижную, связанную с движущимися часами, систему координат, которая будет являться инерциальной системой отсчета». Таким образом вводится система отсчета  $K'$ , движущаяся **не обязательно** равномерно и прямолинейно, которая «**инерциальна в каждый момент времени**». Авторы **не замечают**, что принцип относительности (1-й постулат А.Эйнштейна) **грубо нарушается**.

Это положение затем формализуется: для собственного времени системы  $K'$  получено:

$$t'_2 - t'_1 = \int_{t_1}^{t_2} dt \sqrt{1 - (v/c)^2}, \quad (4.38)$$

а для ускорения частицы  $w$ :

$$w = \frac{d}{dt} \left[ \frac{v}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \right]. \quad (4.39)$$

Далее, поскольку действие – скаляр, который инвариантен относительно ПЛ, авторы полагают:

$$S = -\alpha \int_a^b ds = \int_{t_1}^{t_2} L dt, \quad (4.40)$$

где  $ab$  – мировая линия точки,  $L$  – лагранжиан. Далее следует:

$$ds = c dt \sqrt{1 - (v/c)^2}, \quad S = -\alpha \int_{t_1}^{t_2} c \sqrt{1 - (v/c)^2} dt, \quad L = -\alpha c \sqrt{1 - (v/c)^2}. \quad (4.41)$$

При  $(v/c) \ll 1$  получим:

$$L \cong -\alpha c + \frac{\alpha v^2}{2c}. \quad (4.42)$$

Здесь  $\alpha c = const$  опускается, что даёт:

$$L = \frac{\alpha v^2}{2c} = \frac{mv^2}{2}, \quad \alpha = mc, \quad L = -mc^2 \sqrt{1 - (v/c)^2}. \quad (4.43)$$

Отсюда для релятивистского импульса и энергии следуют выражения:

$$\bar{p} = \frac{\partial L}{\partial v} = \frac{m\bar{v}}{\sqrt{1-(v/c)^2}}, \quad \mathcal{E} = \bar{p}\bar{v} - L = \frac{mc^2}{\sqrt{1-(v/c)^2}}, \quad (4.44)$$

При  $(v/c) \ll 1$ :

$$\mathcal{E} \cong mc^2 + \frac{mv^2}{2}, \quad \frac{\mathcal{E}^2}{c^2} = p^2 + m^2c^2, \quad \hat{H} = c\sqrt{p^2 + m^2c^2}, \quad (4.45)$$

где  $\hat{H}$  – релятивистский гамильтониан.

**Э.Ф.Тейлор, Дж.А Уилер [493].** В отличие от многих других, авторы [493] с самого начала изложения подчеркивают, что **инерциальная система отсчета должна быть замкнутой и локальной**. Авторы формулируют положения СТО, которые, по их мнению, отсутствуют в других учебниках: 1) Промежуток времени между событиями А и Б будет одним и тем же, если его **измерять в различных системах отсчета**; 2). Аналогично для расстояний в пространстве; 3). Импульс частицы и величина действующей на неё силы будут в различных инерциальных системах отсчета различны.

Авторы излагают метод Г.Минковского, но затем заявляют: «Но теперь уже понимают, что не следует преувеличивать роль утверждений Минковского».

Свой подход к динамике СТО авторы формулируют так: «Мы будем исходить из уравнений сохранения импульса (т.е. сохранение импульса – **постулировать** – И.В.), который является векторной величиной, сохраняющейся во всех системах отсчёта. Это используется трижды: 1). для вывода выражения релятивистского импульса частицы; 2) для вывода релятивистского выражения для энергии частицы; 3). для вывода закона эквивалентности массы и энергии».

На первый взгляд, это программа построения СТО **вне рамок электродинамики**, но фактически всегда используются ПЛ. Последние получают, начиная с А.Эйнштейна, с помощью оптических (т.е. электродинамических) мысленных экспериментов.

Отношение к «релятивистской массе» (т.е. формуле  $m = m_0/\sqrt{1 - (v/c)^2}$ ) у авторов [493], как и авторов [163, 403], негативное: эта формула в [493] отсутствует. Выражение для силы имеет вид:

$$F = m \frac{dv}{d\tau}, \quad d\tau = dt \sqrt{1 - (v/c)^2} \quad (4.46)$$

и сопровождается замечанием: «Массу наиболее целесообразно определять как **не зависящий от скорости коэффициент** в выражении для релятивистского импульса. **Масса  $m$  – это та же самая величина, что и в механике Ньютона**».

**С.И.Хайкин [499]**. Изложение стандартное, но имеется важное замечание методологического характера: 1). «Принципиальное значение опытов состоит не только в том, что в них проверяется поведение «комплекса основных инструментов», но и в том, что в них участвует **лишь этот комплекс инструментов**»; 2). Задача экспериментального изучения поведения линеек и часов, которая на первый взгляд кажется... преследующей лишь практическую цель «усовершенствования измерений», при более глубоком рассмотрении оказывается одной из фундаментальных задач физики, т.к. конечной целью является исследование свойств пространства и времени». 3) «При использовании и обобщении экспериментальных фактов, касающихся быстрых движений, в формулировке законов этих движений, **можно обойтись без применения СТО**, пока не ставится вопрос о переходе к другим системам координат».

**Я.П.Терлецкий, Ю.П.Рыбаков [496]**. Изложение СТО по Г.Минковскому. Приводятся формулы для трёхмерных ПЛ, впервые полученные Герглотцем [319] и уравнения

$$\frac{d}{dt} (mc^2) = \bar{F}\bar{u}, \quad \frac{d}{dt} (m\bar{u}) = \bar{F}, \quad m = \frac{M}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \quad (4.47)$$

**В.Аката, К.Кован, Б.Грэм [466]**. Изложение СТО – стандартное.

**Ч.Киттель, В.Найт, М.Рудерман [480]**. Изложение СТО – стандартное.

## 18.2. Умеренная критика СТО.

*А у вас, - спросил Говорун,  
- еда хорошо перебродившая?*

**А. и Б.Стругацкие**

Под умеренной критикой СТО понимаем экспериментальную проверку отдельных ее положений и следствий из них, различного рода мысленные эксперименты, выявляющие парадоксы, построение альтернативных теорий. При этом значение СТО сомнениям не подвергается, в отличие от непримиримой критики, отрицающей СТО в принципе.

Еще в первой половине XX-го века было достаточно критических работ обеих направлений [209, 317, 319, 323÷327, 351, 384, 450, 566]. Далее рассматриваются: А. Критика отдельных положений и интерпретаций СТО; В. О под-

ходе Г. Минковского; С. О релятивистской массе; D. Парадоксы в СТО; E. Эксперименты по проверке СТО; F. Альтернативные теории.

**А. Критика отдельных положений и интерпретаций СТО** [155. 161, 163, 165, 166, 210, 261, 264, 319, 395, 403, 456, 483, 493, 544]. Рассмотрим наиболее интересные работы.

**Л. Бриллюэн [264]**. Анализируются «узкие места» СТО, формулируются вопросы, на которые СТО, по мнению автора не дает ответов и задачи исследований. Эти вопросы таковы: 1). Когда и как СТО переходит в классическую механику? 2). В какой степени можно доверять СТО? 3). Что подразумевается под термином «заданная скорость»? Кто ее задал и как? 4). Не является принцип относительности только идеализацией? 5). Как измерить симметрию? 6). Может ли гравитационное поле распространяться со скоростью, меньшей  $c$  или «растекаться» подобно тепловым или диффузионным потокам? 7). Каковы должны быть граничные условия на бесконечности? 6) Что мы понимаем под инерциальной системой отсчёта?

По мнению автора [264] для ответов на эти вопросы необходимо решить задачи: 1). Продемонстрировать относительность принципа относительности; 2). пересмотреть понятие потенциальной энергии в СТО; 3) пересмотреть третий закон Ньютона, 4). пересмотреть понятия механики, связанные с вращательным движением; 5). необходимо доказать существование отрицательных масс, соответствующих отрицательным энергиям; 6). необходим учет того, что линейки и часы должны быть достаточно массивными, чтобы можно было пренебречь квантово-механическими эффектами; 7). необходимо различать геометрические системы координат (без массы) и физические системы отсчёта (имеющие, в идеале, бесконечные массы); 8). необходимо предложить общий метод синхронизации часов; 9). необходимо провести четкое разделение двух областей СТО: 1). релятивистскую механику системы частиц, где формула  $E=mc^2$  относится к кинетической энергии, а потенциальной энергии не отвечает никакая масса; 2) релятивистскую электродинамику, где потенциальная энергия входит в энергию электрического поля.

Представляют интерес также следующие высказывания: 1). «Мы не берёмся объяснить смысл соотношений  $\Delta E=h\nu$ ,  $\Delta E=mc^2$ . Он для нас малопонятен... Эти тождества – итог всех законов физики, **это не результат, а исходный пункт** нашего познания; 2). «Следует иметь в виду, что аналитическая механика в целом необратима... зачастую игнорируют третий закон Ньютона и «забывают» о начальных условиях»; 3). Преобразования Лорентца полезны, но явно лишены физического смысла. Аналогично интервал Г. Минковского  $ds^2$ ... – очень интересное выражение, но столь же лишенное физического смысла».

**Д. Бом [395]**. Изложение в целом критично по отношению к традиционному; является попыткой дать ряду понятий СТО более глубокую трактовку. Наличествуют довольно категоричные высказывания: 1). «Истинные длина и отрезки времени не определены, т.к. они не входят ни в одно из наблюдаемых соотношений, сопоставляемых реальным измерениям. 2). «Наши измерения приобретают реальную значимость только потому, что мы используем различные способы и методы, но получаем согласующиеся результаты». 3). «Как и в

случае пространства, наше общежитийское понятие времени не может быть полностью ложным».

**А.А.Тяпкин [127, 203, 210]** в своих работах: изложил свою версию авторства СТО (полагая роль А.Эйнштейна преувеличенной, а А.Пуанкаре – преуменьшенной); «реабилитировал» ПГ, утверждая, что они ведут к тем же результатам, что и ПЛ, рассматривал методологические и философские аспекты СТО.

В [127] А.А.Тяпкин пишет: «...есть вопросы, от которых никак нельзя отойти. Это вопросы о том, какие конкретно свойства движения и взаимодействия материи отражают релятивистские преобразования пространства и времени (т.е.- ПЛ – И.В.). Сама постановка вопроса – есть ли СТО теория пространства и времени или это теория о физических законах... содержит элемент непонимания..., что СТО есть теория о законах, но законах движения всеобщих, что их и нужно записать, применив преобразования Лорентца.» И далее: «Основной вопрос – какие же всеобщие свойства движения СТО отражает – остается неясным до сих пор и дискутируется. Я согласен с теми философами, которые предъявляют требование: укажите конкретно – какие свойства движения отражают ПЛ?... **Некоторые физики стараются уйти от ответа на этот вопрос**».

Имея в виду, что А.Эйнштейн при выводе ПЛ в [352] использовал выражения  $c-v$  и  $c+v$ , а все последователи затем ушли от этого, педалируя симметрию распространения света (т.е. что скорость света равна  $c$  как при распространении луча по ходу движения системы отсчета, так и при обратном движении, А.А.Тяпкин пишет: «Пусть есть система  $K$  и движущаяся относительно неё со скоростью  $v$  система  $K'$ . Если мы считаем что в  $K$  скорость света в обоих направлениях равна  $c$ , то совершенно очевидно, что скорость того же фотона в  $K'$  должна быть  $c-v$  в одном направлении и  $c+v$  – в другом направлении. Этот вывод довольно поспешно в курсах физики объявляется неверным. Но этот вывод будет верен, если вы будете в единицу времени исходной системы  $K$  определять, как движется фотон в движущейся системе. **Что сделал Эйнштейн? Он показал, что скорость  $c-v$  или  $c+v$  в зависимости от собственного времени системы  $K'$  превращается в постоянную  $c$ ».**

В работе [203] автор перечисляет «промахи» Эйнштейна: 1). Содержание СТО не было проанализировано с учетом условного характера принятого определения одновременности; 2) предположение о равенстве скорости света в двух противоположных направлениях в движущейся системе  $K'$ . А.А.Тяпкин приводит высказывания: У.И.Франкфурта – о философской несостоятельности взглядов Пуанкаре и Эддингтона об условности выбранного определения одновременности; А.Д.Александрова, который развивая подход Робба не замечает, что события, происходящие ранее заданного в другой точке пространства события, отделены от более поздних событий целым временным интервалом событий, которые не находятся в причинно-следственных отношениях с заданным событием; философов Г.Рейхенбаха и А.Грюнбаума, подчеркивавших факт произвольного выбора критерия одновременности, обусловленных существованием предельной скорости распространением взаимодействий.

Далее в [203] дается авторская трактовка СТО, сопровождаемая весьма громоздкими (честно говоря – малопонятными – И.В.) выкладками. Сразу за этой статьёй редакция журнала УФН поместила статью четырех (!! – И.В.) академиков АН СССР с критикой её.

В работе [210] автор еще раз подчеркивает: «На самом же деле, с точки зрения принципа общей ковариантности, описание релятивистских эффектов с помощью группы Галилея столь же правомерно, как и описание, использующее ПЛ».

**Е.Л.Фейнберг [211].** В работе рассматриваются кинетические эффекты СТО: сокращение длины и замедление времени. Цитируется работа Эйнштейна [352], говорится о «сравнении измерений в двух системах». Автор [211] предлагает альтернативную [352] формулировку: «Из системы ИСО<sub>1</sub> в систему ИСО<sub>2</sub> **передаются стержень, линейки и часы.** Измеряя длину переданного в ИСО<sub>2</sub> стержня с помощью линейки и часов, **оставшихся** в ИСО<sub>1</sub>, получим:  $l_2 = l_1\sqrt{1 - (v/c)^2}$ ». Автор [211] задается вопросом: «Не есть ли это результат того, что при **передаче** стержня мы ускоряем его до скорости  $v$  и, тем самым, как-то меняем структуру стержня?».

Автор [211] придерживается динамической трактовки лорентцова сокращения и приводит, в подкрепление её, слова А.Эйнштейна [379]: «...теорию масштабов и часов следовало следовало бы **выводить** из решения основных уравнений (учитывая их атомную структуру и движение), а не считать независимой от них».

**Г.Бонди [155].** Наибольший интерес представляют следующие высказывания: 1). «Со времён Галилея и Ньютона скорость рассматривалась как относительная, а ускорение – как абсолютная величина. Это нелегко понять и трудно указать на простой выход из этой ситуации»; 2). «...воистину трудный шаг был сделан в своё время Галилеем и Ньютоном ...трудности, которые пришлось преодолеть Эйнштейну, были значительно меньше... Мы обнаруживали трудности в эйнштейновской картине мира только потому, что **не смогли их ясно осознать** в ньютоновской картине мира. Эйнштейн просто вернул нас снова к Ньютону»; 3). «Если бы мы говорили: «Допустим на время существование абсолютного времени, но не будем забывать о том, что мы его просто дополнительно ввели наряду с первым **законом Ньютона**; 4). «С этой точки зрения всё, что сделал Эйнштейн, сводится к следующему, Эйнштейн сказал: «Из первого закона Ньютона с неизменной логикой вытекает, что существует множество наблюдателей (называемых инерциальными), каждый из которых **обнаруживает для себя** справедливость первого закона Ньютона; все остальные наблюдатели должны будут признать, что первый закон неверен; кроме того, относительная скорость любых двух инерциальных наблюдателей не меняется со временем»; 5). «... сбивающим с толку обстоятельством является **неуклюжий подход к измерению расстояний.** Меня беспокоит, что очень часто в книгах, посвященных СТО, говорят о **жестких линейках**... Мне представляется, что нам действительно необходимо, – это **набор совершенно идентичных часов**»; 6). «Милн выдвинул идею радиолокации... измерять расстояния путем измерения времени».

**А.А.Логунов [483]**. В книге – курсе лекций, прочитанных в МГУ, автор критикует СТО, интерпретируемой не по Г.Минковскому и ОТО А.Эйнштейна – за использование риманова пространства. Во введении автор говорит: «Освободиться от этих заблуждений и является целью моих лекций». В подробном анализе [483] нет необходимости, поскольку подход автора не был принят физическим сообществом.

**В. О подходе Г.Минковского [186, 261, 264, 317, 450, 456, 493]**. В современной парадигме СТО этот подход успешно конкурирует с «полуклассическим» подходом А.Эйнштейна и его последователей. Имеется, однако, точка зрения, согласно которой четырехмерный формализм Г.Минковского – это просто абстрактный, «математизированный» способ описания («язык»), не содержащий физической новизны, а потому для изложения СТО не обязательный.

Существующая «охранительная» традиция стиля физических работ привела к отсутствию прямой и развернутой критики подхода Г.Минковского, но есть отдельные высказывания ряда авторитетных авторов. Приведем некоторые из них.

**Р.Толмэн [450]** солидаризуется с Кречманом, первым заявившим об отсутствии специфического физического содержания в методе Г.Минковского.

**М.Борн [261]** пишет: «Преобразование Минковского  $u = ict$  представляет ценность лишь как искусственный математический прием, проливающий свет на определённые формальные аналогии между пространственными и временной конструкциями, не обосновывая, однако, их взаимозаменяемости».

**Л.И.Мандельштам [317]** говорит: «... в четырёхмерном пространстве нет ничего, кроме способа выражения ...теория относительности не сказала ничего такого, откуда бы следовало, что время сделалось тождественным... пространству».

**Э.Тейлор, Дж.А.Уилер [493]** широко используют четырёхмерный формализм, но в итоге признают, что «...теперь уже все понимают, что не следует преувеличивать роли утверждений Минковского». Описывая опыты с  $\pi$ -мезонами космического происхождения, авторы[493] **вынуждены отказаться** от четырехмерного формализма.

**Дж.А.Уилер [456]** говорит **об ошибочности** четырёхмерного подхода. Красноречивы и заголовки: §14 «Не четыре, а три измерения»; §16а «Пространство-время понятие, не совсем законное».

**С. О релятивистской массе**. От введенных А.Эйнштейном, зависящих от скорости релятивистских масс  $m(v)$ ,  $m_{\perp}(v)$ ,  $m_{\parallel}(v)$  в современной парадигме отказались [163, 403, 493], о чём уже было сказано ранее. Далее рассмотрим этот вопрос подробнее, поскольку и сейчас часто можно встретить, в изложениях СТО, формулу  $m = m_0 \gamma$ ,  $\gamma = [1 - (v/c)^2]^{-1/2}$ . Используем фундаментальную работу [161].

**М.Джеммер [161]** говорит об инертной массе, которая в ньютоновой механике инвариантна относительно ПГ (является скаляром). Увеличение или уменьшение массы при этом возможно только за счет притока или оттока материи. Вывод формулы для  $m$  по Г.Минковскому «раскрывает

...концептуальный характер зависимости массы от скорости, **имеющий смысл определения».**

Начиная с 1906 г. было проведено много экспериментов по проверке теории Эйнштейна и конкурирующей с ней теории Абрагама. Первоначальные опыты Кауфмана были интерпретированы в пользу Абрагама. Опыты Бухерера дали обратный результат. Многочисленные опыты вплоть до 1957 г. также интерпретировались в пользу Эйнштейна.

В 1957 г. в работе Фараго и Яноши были приведены аргументированные возражения. Автор [161] констатирует, что **решающего эксперимента** по проверке  $m(v)$  до сих пор нет, а неопределенность трактовок результатов опытов обусловлена тем, что понятие массы в СТО носит характер определения: «Масса в СТО есть результат некоторых операций, связанных с пространственно-временными представлениями. **Только благодаря этим связям результаты измерительных операций зависят от скорости».**

Как заметил еще в 1639 г. Буллиард: «... отсюда следовало бы, что посредством локального движения можно произвести нечто подобное материи; это, однако, ошибочно, т.к. на основании локального движения можно утверждать «где», но нельзя получить никакой новой субстанции [161].

**Я.П.Терлецкий [186]**, разбирая парадоксы СТО, критикует четырехмерный формализм Г.Минковского, поскольку формулы для  $m(v)$  и  $E=mc^2$  «имеют определённый физический смысл только при переходе от четырехмерных представлений к трехмерным...»

**В сборнике трудов [165]**, в Предисловии от редколлегии (с.8) говорится: «...в последнее время **преобладает точка зрения**, особенно убедительно аргументированная академиком А.Б.Окунем, что «эта терминология является архаизмом, который только затемняет смысл релятивистской механики ...  $m=m_0$  и никакой другой массы не существует!»

Таким образом, **артефакт СТО –  $m=m(v)$  можно считать ликвидированным.**

**Д. Парадоксы в СТО.** Парадоксы в СТО были обнаружены сразу после её появления. Их число постоянно увеличивалось [166, 185, 186, 196, 201, 209, 211, 218, 234, 236, 238, 317, 360, 387, 438, 478, 493, 519, 544]. Все эти парадоксы сейчас уже разъяснены (или «как-бы разъяснены»), но обсуждение некоторых из них продолжается [185, 186, 196, 218, 230, 493, 519, 544]. И разъяснение, и обсуждение парадоксов ведется в рамках парадигмы (путем «углубления» представлений СТО). Далее приводим наиболее известные парадоксы.

№1. Парадокс Эренфеста [387] . При равномерном вращении диска каждый элемент его круговой границы подвергается лорентцеву сокращению, а радиус – нет. Т.о. число «пи» уменьшается.

№2. Парадокс взаимного сокращения стержней [317] . Наблюдаемое из системы К сокращение стержня, движущегося с системой К', должно, ввиду эквивалентности этих систем, иметь место и для наблюдателя в системе К'

№3. Парадокс взаимного отставания часов [317] . Аналогично №2.

№4. Парадокс близнецов [261] . Широко известен.

№5. Парадокс шеста и сарая [493] . Аналог №2.

№6. Парадокс эйнштейновского поезда [493] . Аналог №3.

№7. Парадокс штриха. Во многих источниках имеется путаница в расположении в формулах штриха.

№8. Парадокс второго постулата Эйнштейна [186] .

№9. Парадокс связи массы и скорости в формализме Минковского [186] .

№10. Парадокс Саньяка [519].

**Е. Эксперименты по проверке СТО.** Описаны во многих источниках [161,237, 238,266,317,319,395,454,466,478,480,493,505,519,532,549,550,556, 557]. Большинство авторов утверждает, что как частные результаты, так и СТО в целом экспериментально подтверждается. Однако ряд авторов считают, что во многих случаях точность опытов недостаточная, а интерпретация их результатов неоднозначна [161,324,325].

Наиболее достоверными считаются эксперименты с космическими [261, 294, 466, 478, 493] и лабораторными [505] мезонами. В работе Филиппа и Фокса [505: 7] источником  $\pi^-$  – мезонов служил циклотрон, а мишенью – жидкий водород, при торможении в котором генерировались  $\pi^0$ -мезоны. При распаде последних возникали два гамма – кванта, разницы во временах пролёта их не было. Это интерпретировалось как постоянство скорости света и её независимость от скорости источника излучения. Погрешность составляла 8%.

Однако в 2004-м году Г.Б.Малыкин счёл необходимым вернуться к проблеме прямого измерения скорости света (без отражения луча) [237]. При экспериментах с космическими мезонами было подтверждено (скорее качественно, чем количественно) замедление времени пролёта, но при этом скорость мезонов всегда вычислялась, а не измерялась. **Т.о. вопрос экспериментальной проверки СТО остаётся открытым.**

**Ф. Альтернативные теории.** Поскольку в основе СТО – ПЛ, большинство попыток исправить, усовершенствовать или опровергнуть СТО сводились к поиску других, отличных от ПЛ преобразований. Первым из таких авторов был, видимо, **М.Абрагам** предложивший в 1908 году дифференциальную форму ПЛ [241, 351]:

$$dx' = \frac{dx - v dt}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad dy' = dy, \quad dz' = dz, \quad dt' = \frac{dt - \frac{v dx}{c^2}}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad \beta = \frac{v}{c}, \quad (4.48)$$

Исходя из педагогической целесообразности, некоторые авторы [155, 395] предложили «метод коэффициента  $k$ ». Используется диаграмма «пространство – время» ( $x, t$ ) и принцип относительности. Коэффициент  $k$  определяется условием: если промежуток времени между посылкой двух световых сигналов наблюдателем  $A$  наблюдателю  $B$  равен  $T$ , то промежуток времени между получением этих сигналов равен  $kT$  ( $k = const$ ). Затем картина обращается – сигналы посылает  $B$ , а получает  $A$ . В результате следует формула «сложения скоростей» [156] и разъясняется «парадокс часов».

Будем именовать этот метод и подобные ему, основанные на мысленных экспериментах с посылкой световых сигналов в противоположные стороны (а иногда еще вводят третью инерциальную систему  $K''$  со скоростью  $(-v)$ ) – методом «световых часов» [566]. В этом методе лорентцев множитель  $\gamma$  всегда получается комбинированием  $c-v$  и  $c+v$ .

Методом световых часов является и метод [231]. Автор считает, что вывод кинетических следствий ПЛ «не ясен с физической точки зрения» и полагает, что его вывод осуществлен только «из принципа относительности Эйнштейна».

Вариант «обобщенных ПЛ» предложен в [523]. где скорость  $c$  не инвариантна (анизотропна). Предлагаются уравнения распространения фотона:

$$(S')^2 = \frac{x - \beta ct}{\sqrt{1 - \beta^2}} + y^2 + z^2 + \left( \pm iS \frac{ct - \beta x}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right)^2 = 0. \quad (4.49)$$

$$S^2 = x^2 + y^2 + z^2 + (\pm ict)^2 = 0. \quad (4.50)$$

Автор утверждает, что «в предлагаемой теории анизотропна скорость света, а не время как в СТО, в полном соответствии с вихревым эффектом Санныяка».

**Г.Б.Малыкин** в [241] рассматривает «паралорентцовские преобразования», которые начали предлагаться противниками СТО сразу после её появления. За последние сто лет, говорит автор, было несколько десятков таких попыток, оказавшихся неудачными. Автор [241] особо выделяет преобразования Тангенрили (ПТ) которые он считает корректными. ПТ были получены **А.Ф.Тангенрили** в 1958 г. в виде:

$$x' = \gamma(x - vt), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \gamma^{-1}t, \quad \gamma = [1 - (v/c)^2]^{-1/2}, \quad (4.51)$$

Обратные ПТ получатся стандартным способом и имеют вид:

$$x = \gamma^{-1}x' + \gamma vt', \quad y = y', \quad z = z', \quad t = \gamma t', \quad (4.52)$$

Автор ПТ назвал эти преобразования абсолютными преобразованиями Лорентца, т.к. они признают возможность бесконечной скорости передачи сигнала (как и ПГ). Далее в [241] приводят преобразование Съедона (ПС):

$$x' = \gamma(x - vt), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \gamma \left( t - \xi \frac{vx}{c^2} \right) + \left[ 1 - (1 - \xi) \frac{v^2}{c^2} \right] t, \quad (4.53)$$

где  $\xi$  – безразмерный параметр  $(1 - \frac{c}{v} < \xi < 1 + \frac{c}{v})$ , связанный с параметром  $\varepsilon$  Г.Рейхенбаха:

$$\varepsilon = 0,5 \left[ 1 + \frac{v}{c} (1 - \xi) \right], \quad t_2 = t_1 + \varepsilon(t_s - t_1), \quad \varepsilon \in (0,1). \quad (4.54)$$

Можно также упомянуть (и не более того!) другие попытки заменить СТО другими теориями [222], в которых присутствуют сверхсветовые скорости, мнимая масса и прочие тахионы. Эти теории некорректны и в парадигму не входят.

### 18.3.Непримиримые критики СТО

*Почему – то споры, затрагивающие вопросы понимания основных понятий теории относительности...обычно носят особенно резкий характер. В них часто «переходят на личности» и взаимные обвинения в неграмотности.*

**Е.Л.Фейнберг**

*Злые вы, – сказал Говорун. Уйду я от вас.*

**А. и Б. Стругацкие**

В Интернете много статей, препринтов, книг, в которых подвергаются сомнению как отдельные результаты, так и СТО в целом. Можно обнаружить и «бархатную критику» [548] и паталогическую злобу [545]. Только в [550] содержатся свыше ста ссылок на радикально – критические публикации. Далее ограничимся достаточной выборкой [ 546÷552,556÷559].

**О.Е. Акимов [546,547]** считает, что: 1. Парадокс часов противоречит первому постулату Эйнштейна; 2. В СТО категорически отрицается понятие абсолютной системы координат; 3.Солидаризуется с Л. Мардером («Парадокс часов», М. Мир,1974), считающим толкование результатов опытов по измерениям времён жизни мезонов ошибочным; 4. А.Эйнштейн утверждал [351,с.618]: «Системы К и К' никоим образом нельзя считать равноправными»; 5. Статья И.Д. Новикова «Машина времени» в ЖЭТФ – ошибочна; 6. Принцип относительности справедлив только для механических и электромагнитных процессов; 7.Имеет место «парадокс штриха»; 8. Формулы для прямых и обратных ПЛ различны, хотя должны совпадать. **Автор согласен, кроме п.6, с этими суждениями.**

**В. Дунаев[ 548]** : 1.Скорость сближения или удаления объектов друг от друга и есть их относительная скорость, которая абсолютна в том смысле, что она сохраняется в любой системе координат; 2. СТО не обобщает классическую механику; 3.Не согласен с тем, что ПЛ – это «законы пространства - времени», поскольку они - просто подстановки; 4.Парадокс штриха обусловлен наличием в ПЛ паразитного элемента – наблюдателя. **1-й 4-й пункты здесь ошибочны.**

**В.Секерин[ 551]** . «СТО следует воспринимать как своеобразный тест на наличие у читателей здравого смысла и устойчивости к внушению. Лучшее, что можно сделать, это отодвинуть СТО в сторону и забыть». **Сказано сильно. Но слишком.**

**В.А.Ацюковский [552]** . Считает, что в основах СТО не два, а пять постулатов, которые приводит. Затем говорится: «Логика СТО восхищает. Если в СТО в основу всех рассуждений кладётся скорость света, то потом, пропустив

всё через механическую мельницу, ...получают, что все явления зависят именно от этой скорости...». **Во многом прав.**

**Н.Носков [557]** . Утверждает: 1. Экспериментально и теоретически показано, что скорость света от звёзд складывается со скоростью Земли по классической формуле; 2. Опыты Харриса, Саньяка, Погани свидетельствуют о существовании эфира и непостоянстве скорости света; 3. Инвариантность уравнений Максвелла относительно ПЛ- закономерность математическая, а не физическая; 4. Подгонка законов механики под СТО несостоятельна. **С двумя последними утверждениями согласен.**

**Ю.А.Борисов [559]** утверждает, ссылаясь на ряд публикаций, что в космической навигации, при учёте СТО в расчетах, в определении расстояний получаются ошибки, а в преподавании СТО в ВУЗах имеются трудности. **Без комментариев.**

**С.Н.Артеха [ 555,556 ]** .Эти работы содержат системную, обширную и обоснованную критику СТО и, на мой взгляд, занимают в радикальной критике лидирующую роль. Практически многие суждения автора совпадают с утверждениями настоящей книги. Расхождение в точках зрения автора и моей заключается в том ,что С.Н. Артеха, завершая свой анализ, утверждает, что «Монстр давно мёртв» и должен быть отброшен везде и всегда, а **мой тезис таков: «СТО есть метод решения задач оптики, полезный в ряде случаев».**

### §19. Артефакты СТО

Ранее изложенное позволяет, при перечислении артефактов СТО, ограничиться краткой их формулировкой: Вывод ПЛ; обратные ПЛ; формула «сложения скоростей» ; формулы сокращения длин и замедления хода часов; артефакт множителя  $\gamma$  ;артефакт уравнения движения; артефакт подхода Минковского; артефакт локально – инерциальных систем; артефакт релятивистского лагранжиана; артефакт релятивистского импульса; артефакт групповых свойств; концептуальный артефакт.

## ЧАСТЬ 2.

### АРТЕФАКТЫ БАЗИСОВ ПАРАДИГМ

*Конечная цель, которую всегда необходимо иметь в виду, заключается в том, чтобы понять основы. Однако, чтобы хоть сколько ни будь продвинуться вперед в науке, нельзя обойтись без исследования конкретных проблем.*

**К. Вейерштрасс.**

### Глава 5. Механика сплошных сред

*Однородный континуум, который должен был бы допускать неограниченные деления и тем самым реализовать бесконечно-малое, в действительности нигде не встречается.*

**Д. Гильберт.**

#### § 20. Гидродинамика

##### 20.1. Кинематика

Специфика моделей сплошных сред часто требует использования криволинейных систем координат [490÷492]. – средств “пометить” и индивидуализировать точки пространства. Последнее же остаётся прежним: ньютоновым и эвклидовым. Время также остается ньютоновым (абсолютным, одномерным, однородным).

Используется два подхода к описанию движений: лагранжевы и эйлеровы. При первом – сплошная среда – это непрерывная совокупность точек; описать движение означает, что надо знать законы движения всех этих точек. Для этого задаются начальные (при  $t = 0$ ) координаты этих точек:  $a, b, c$ . Закон движения произвольной точки:  $x_i = x_i(a, b, c, t)$  ( $i = 1, 2, 3$ ).

Подход Эйлера состоит в определении движения в заданной точке пространства. Если задана “картина Эйлера” (распределение скоростей в пространстве), то можно перейти к описанию движения по Лагранжу. Справедливо и обратное: два этих подхода эквивалентны.

Движение континуума относится к произвольной системе координат. В системе координат, соответствующей точке, скорости равно нулю.

## 20.2. Модели идеальной жидкости

В модели идеальной жидкости (где пренебрегают ее вязкостью) исследуют [309] уравнение движения Ньютона вида:

$$\rho \mathbf{a} = \rho \mathbf{F} - \nabla P \quad (5.1)$$

где:  $\rho$  – плотность жидкости,  $P$  – давление в ней,  $\mathbf{a}$  – ускорение жидкой “частицы”, а  $\mathbf{F}$  – сила, по нее действующая. Проекции (5.1) на декартовы оси координат дают уравнения Эйлера, к которым добавляется уравнение неразрывности. Для замыкания этой системы уравнений обычно используют модели: 1) несжимаемой жидкости ( $\rho = \text{const}$ ,  $\text{div} \mathbf{V} = 0$ ); 2) баротропной жидкости ; 3).адиабатического течения ( $S = \text{const}$  –энтропия постоянна) [309].

## 20.3. Модели вязкой жидкости

Базируются на уравнении вида:

$$\frac{\partial(\rho \vartheta_i)}{\partial t} = - \frac{\partial \Pi_{ik}}{\partial x_k}, \quad i, k = 1, 2, 3. \quad (5.2)$$

Здесь  $\vartheta_i$ ,  $x_k$ –декартовы компоненты скорости и расстояния,  $\Pi_{ik}$ –тензор плотности потока жидкости. После ряда преобразований (5.2) приводится к более громоздкому параболическому уравнению, которое при несжимаемости жидкости и постоянстве коэффициентов вязкости принимает вид уравнения Навье [309]:

$$\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + (\mathbf{V}, \nabla) \mathbf{V} = - \frac{\nabla P}{\rho} + \frac{\eta}{\rho} \Delta \mathbf{V}. \quad (5.3)$$

Ряд задач течений вязких жидкостей сводятся к краевым задачам для уравнений типа диффузии [309].

## 20.4. Волны в жидкости

В рамках акустического приближения колебания считаются малыми [410], что приводит уравнение Эйлера к виду:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - c_s^2 \Delta \varphi = 0, \quad \mathbf{V} = \nabla \varphi, \quad c_s = \left( \frac{\partial p}{\partial \rho} \right)^{0.5}. \quad (5.4)$$

Этому уравнению удовлетворяют: потенциал скорости  $\varphi$ , компоненты вектора скорости, давление и плотность. Параметр  $c_s$  во всех случаях – фазовая скорость распространения волн. Используются различные обобщения [409, 410].

## §21. Модели теории упругости

### 21.1 Уравнения равновесия

Общее уравнение равновесия деформированного твердого тела [310, 490, 494]:

$$\frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k} = 0, \quad (5.8)$$

где  $\sigma_{ik}$  – тензор напряжений. Предполагается суммирование по индексу “ $k$ ”. После преобразования и учёта деформаций поверхностными силами, это уравнение приводится к бигармоническому виду:

$$\Delta^2 \mathbf{u} = 0, \quad (5.9)$$

где  $\mathbf{u}$  – вектор смещения. Т.о, стационарные уравнения теории упругости, описывающие равновесные состояния деформированных тел, содержат комбинации оператора  $\Delta$  и не содержат времени.

### 21.2. Упругие волны

Общий вид нестационарных уравнений движения сплошной среды:

$$\rho \ddot{u}_i = \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k}. \quad (5.10)$$

Для изотропной среды это – волновое уравнение. Для волн в неограниченной среде, получаем для декартовых компонент уравнения вида (5.4) с различными продольной и поперечными скоростями. Известны также аналогичные уравнения для поверхностных волн, крутильных продольных и поперечных колебаний стержней и т.д.

## §22. Модели “современной” механики

Это модели механики гетерогенных, дисперсных и пористых сред, механики термоупругости, термоупруговязкости, ползучести, пластичности, механики сред с “памятью” (т.е. с пространственной или (и) временной нелокальностью) и т.д. [166, 199, 200, 392, 401, 407, 421, 430, 433, 444, 453, 464, 91, 494, 520]. Модели образуют кластеры: неоднородные системы, нелинейные системы, нелокальные системы.

## 22.1. Неоднородные системы

Это системы из полых и составных тел, тел частично или полностью заполненных жидкостями, многофазные и гетерогенные системы и т. п. [166]. Также это модели течений жидкостей сложного строения [401, 410, 430, 444, 463]. Как в моделях на основе обыкновенных дифференциальных уравнений, так и в моделях, базирующихся на уравнениях в частных производных, коэффициенты уравнений зависят от пространственных или (и) временных координат. Неоднородности сред, описываемые различным образом, не означают неоднородностей пространства и времени, которые везде принимаются (по – умолчанию) ньютоновскими.

## 22.2. Нелинейные системы

Нелинейные модели механики сплошных сред интенсивно изучаются [401, 410, 424, 432, 444, 490, 519]. В большинстве случаев используется ньютоново время, хотя встречаются и модели с декретным временем [424]. В [401] рассматриваются ньютоновские уравнения, описывающие волны в средах с диссипацией и дисперсией (автор именует их “эволюционными уравнениями”): уравнения Эйлера, Бюргерса, Кортевега – де Фриза и другие.

Также рассматриваются [401] нелинейные уравнения, имеющие солитонное решение (уединенные волны): уравнения Буссинеска, синус – Гордона и др.  
**Во всех уравнениях пространство и время – ньютоновы.**

## 22.3. Нелокальные системы

Нелокальные механические модели базируются на уравнениях, содержащих интегральные операторы: а) с интегралами по координатам (нелокальность взаимодействий); б) с интегралами по времени (эффекты “памяти”); в) смешанного типа [392, 402, 429, 453, 463, 540]. Эти модели описывают явления вязкоупругости [402], течения неньютоновских жидкостей [392, 453], поведение сред с микроструктурой и термомеханику [430, 443, 542, 463]. В теории вязкоупругости центральное место принадлежит гипотезе [429]: мгновенные значения тензора напряжений зависят от всей предшествующей истории изменения тензора деформаций, что формализуется линейным тензорным функционалом, содержащим интеграл свёртки с нижним пределом  $t = -\infty$ .

Уравнения изотермической ползучести и релаксации при одноосном сжатии или растяжении являются интегральными уравнениями Вольтерра [540], записанные в шкале трансформированного “собственного” времени. В ряде моделей используются т.н. “трансформированные” времена, тем или иным образом

связанные с лабораторным временем [402, 540]. Все эти “времена” – математические подстановки, позволяющие упростить решение задач. Физического смысла эти шкалы “времени” не имеют.

### **§23. Артефакты механического базиса**

В кинематике сплошной среды к артефактам относим артефакты континуума, отмеченные для ядра парадигмы – сингулярности величин в “особых” точках сплошной среды. В динамике к артефактам относим: 1) артефакты краевых условий; 2) артефакты мгновенного распространения возмущений; 3) артефакты “обратимого времени”. 4). артефакты ФБМО сплошной среды.

## Глава 6. Электродинамика сплошных сред и неравновесная термодинамика

*Формулы для эфира составляют наиболее прочную часть электромагнитной теории... Неточности и сомнения начинаются только тогда, когда мы подходим к рассмотрению явлений в сплошных средах.*

Г. – А. Лорентц

### §24. Скин – эффект

Эффект заключается в том, что электрическое поле в цилиндрический проводник (металл) распространяется лишь в приповерхностном его слое [472]. Т. к. в однородном проводнике  $\operatorname{div}\mathbf{E}=0$ , то из уравнений Максвелла следует, что вектор  $\mathbf{E}$  удовлетворяет телеграфному (кирхгофову) уравнению.

Его решение представляет собой не волновое, а эволюционное (квазифинитное) поле, однако практически все авторы упорно ищут его волновые решения. Для “глубины проникновения” поля получено:

$$\delta = \frac{l}{\sqrt{4\pi\mu\sigma\omega}}, \quad (6.1)$$

Отметим, что далее в [472] высказывается мнение об условности волновых представлений в этой задаче.

### §25. Модели для сложных сред

#### 25.1. Гетерогенные среды

Рассматривается область пространства, состоящая из ряда подобластей  $\Omega_m (m=1, 2, \dots)$  с постоянными, но различными значениями параметров  $\varepsilon_m, \mu_m, \sigma_m$ . Все поля в подобластях считаются периодическими, а вектор – потенциал  $A_m$  при отсутствии сторонних токов удовлетворяет уравнению [417]:

$$\Delta A_m + k_m^2 A_m = 0. \quad (6.2)$$

На поверхностях раздела подобласти  $\Omega_m$  удовлетворяются условия непрерывности тангенциальных компонент полей и условия равенства нормальных компонент магнитной индукции и полного тока.

## 25.2. Слоистые среды

Для неоднородных сред принимается [417], что все поля по времени синусоидальны, а:

$$\varepsilon = \varepsilon(x, y, t), \quad \vec{B} = \vec{B}(x, y, t), \quad \mu = \text{const.} \quad (6.3)$$

Электрическое и магнитное поля выражаются через скалярный и векторный потенциалы. Для слоистой системы, когда  $\varepsilon = \varepsilon(z)$ ,  $\vec{B} = \vec{B}(z)$ ,  $\nabla_{\perp}^2 = \nabla_{\perp}^2$ , единственная, отличная от нуля компонента  $A_z$  определяется из неоднородного параболического уравнения. Решение, осуществленное методом разделения переменных, весьма громоздко. Функция  $K(z)$  для слоистых сред является ступенчатой, т. е. для  $m=1$  -  $K_1 = \text{const}_1$ , для  $m=2$  -  $K_2 = \text{const}_2 \neq \text{const}_1$  и т.д.

## 25.3. Непрерывно – неоднородные среды

Рассмотрение приводится [472] в рамках квазистационарного приближения. При  $\mu = 1$  и  $\mu = \mu(x, y, z)$ ,  $\varepsilon = \varepsilon(x, y, z)$  для потенциала  $\varphi$  получены сложные уравнения, решения которых отсутствуют.

## 25.4. Нестационарные среды

Это среды, подвергаемые внешним воздействиям (механическим, термическим, электромагнитным и т. д.). Это приводит к “дрейфу” параметров:  $\varepsilon = \varepsilon(t)$ ,  $\mu = \mu(t)$ ,  $\vec{B} = \vec{B}(t)$ . Нестационарны также среды с дисперсией, в которых параметры зависят от частоты действующего поля. В связи исследованием “старения” (деградации) материалов, рассматриваются также модели с нестационарными средами [534, 536]. Однако в целом, моделей с зависящими от времени параметрами мало.

## 25.5. Нелинейные и нелокальные среды

В сегнетоэлектриках, ферромагнитных и других материалах, “работающих” в сильных электрических полях, наблюдается зависимость параметров от величины полей. Соответствующие нелинейные уравнения Максвелла в учебной литературе отсутствуют.

В математических моделях распространения электромагнитных полей в сегнетоэлектриках, ферромагнетиках, сверхпроводниках встречаются уравнения с интегральными операторами [311, 472]. Эти уравнения описывают пространственную и временную “память” в нелокальных средах.

Наиболее распространен подход, при котором ядра интегральных операторов разлагаются в ряды, что приводит к получению уравнений с высшими производными. Такие уравнения и их решения было предложено именовать квазилокальными [406].

## §26. Задача Коши

Распространение электромагнитных волн описывается уравнениями для скалярного ( $\varphi$ ) и векторного ( $\mathbf{A}$ ) потенциалов [496]:

$$\square \varphi = -4\pi\rho, \quad \square \mathbf{A} = -\frac{4\pi}{c} \mathbf{j}. \quad (6.4)$$

Здесь  $\rho = \rho(M, t)$ ,  $\mathbf{j} = \mathbf{j}(M, t)$ ,  $M = M(x, y, z)$ ,  $t \in (-\infty, \infty)$ ,  $\square$  – оператор Даламбера. В сферическо – симметричном случае  $M = M(r)$ ,  $r \in (0, \infty)$  и уравнения (6.4) решаются методом функций Грина [496]. Приводятся «запаздывающая» и «опережающая» функции Грина. Последняя описывает волну, «распространяющуюся из бесконечности к точечному источнику». Эта волна порождается «симметрией» (обратимостью) времени, но противоречит принципу причинности.

Анализ задачи Коши в электродинамике был проведен в [397]. Авторы отмечают, что кроме запаздывающей функции Грина имеется еще и опережающая, с “начальным условием” при  $t = t_0 = -\infty$ . Далее утверждается, что при “краевых начальных условиях” стандартного вида, но для времени  $t = -\infty$  функция Конвэя  $U = (R^2 - c^2 T^2)^{-1}$  также удовлетворяет уравнению Даламбера, т. е. единственность решения задачи Коши отсутствует.

## §27. Парадоксы электродинамики

Электродинамика содержит много парадоксов [177]. **Р. Фейнман** к ним относит [345]: 1) самодействие точечного электрона самого на себя и его бесконечную собственную энергию; 2) невозможность формулировки релятивистски инвариантного закона сохранения заряда; 3) отсутствие способа избавиться от неопределенности энергии поля; 4) обладание электромагнитным полем моментом количества движения; 5) превышение массы нейтральной частицы над массой ее заряженного аналога; 6) возникновение, в ряде случаев, тупиковых ситуаций при использовании релятивистских представлений.

**Д.В.Скобельцын** рассматривает [218] парадоксы: 1). Наличие двух различных выражений для тензора энергии – импульса (Минковского и Абрагама) электромагнитного поля. 2). Не выполнение, в оптических явлениях, соотношения Планка между энергией и импульсом, базирующегося на формуле Эйнштейна  $\varepsilon = mc^2$ .

**В.П.Гинзбург** констатирует наличие “вечных вопросов” [281]: 1). Может ли излучать движущийся электрон? 2). Об излучении равномерно движущегося электрона в квантовой теории; 3). Об электронной массе; 4). Об уравнениях движения при учете сил радиационного трения.

**А.Б Шварцбург** рассматривает [238]: 1). Парадокс Хартмана (сверхсветовое туннелирование частиц); 2). Парадокс Хартмана для электромагнитных волн. **Л. И. Мандельштам** рассматривал [317] ряд парадоксов оптики и СТО. Эти парадоксы стимулировали попытки построения альтернативных и модифицированных “электродинамик” многими физиками и математиками (Ми, Бопп, Пуанкаре, Вейль и др.) [212, 260, 305, 311, 345, 416]. Эти попытки оказались неудачными.

### **§28. Артефакты базиса электродинамики**

К артефактам базиса электродинамики относим те из парадоксов (до сих пор не разрешенных), которые связаны с представлениями о пространстве и времени: 1). Артефакты сингулярностей (возникающих из свойств континуума); 2). Артефакты, связанные с использованием СТО. 3). Артефакты, связанные с четырехмерным формализмом Г. Минковского.

Кроме этих, имеем, согласно предыдущим параграфам данной главы, следующие артефакты: 4). Артефакт – лакуна “дефицита квазифинитности”; 5). Артефакт – лакуна – отсутствие уравнений электромагнитных полей в сплошных средах сложного строения; 6). Артефакт отсутствия однозначности решения задачи Коши; 7). Артефакты “опережающих” потенциалов и начальных условий при  $t = t_0 = -\infty$ .

### **§29. Артефакты базиса неравновесной термодинамики [406]**

Таковыми являются: 1. Артефакты начальных условий – отнесение их к моменту времени, равному «минус бесконечности» и задание (для уравнений второго порядка по времени) двух произвольных функций координат, в действительности взаимосвязанных. 2. Артефакт киргофовых уравнений, решения которых считаются волновыми (фактически они квазифинитны). 3. Артефакты нелинейных уравнений переноса. 4. Артефакт сингулярности - модели «режимов с обострениями».

## ГЛАВА 7. МОДЕЛИ СТО

*...Содержание частной теории относительности может быть резюмировано одним предложением : все законы природы должны быть, так определены, чтобы они были ковариантны относительно преобразований Лорентца.*

**А.Эйнштейн**

*Здесь мы будем придерживаться той точки зрения, впервые выдвинутой Кречманом, что принцип ковариантности имеет только формально-логический характер и не может приводить к каким-либо физическим следствиям.*

**Р.Толмен**

### **§ 30. Электродинамика движущихся сред**

Из всех приложений СТО важнейшими являются электродинамические [261, 305, 317, 319, 326, 357, 358, 450]. Полный обзор работ, опубликованных от 1905г. до 1920г. был выполнен В.Паули [319]. В обзоре [212], спустя полвека, уже фигурируют около 500 работ.

Далее следуем [212]. Появление СТО позволило развивать электродинамику движущихся сред на едином фундаменте и проверить ее выводы экспериментально. Уравнение для электромагнитного поля в подвижной среде можно получить двумя способами. Первый – усреднение уравнений микроскопической теории Максвелла-Лорентца, второй – получение уравнений для движущейся среды из уравнений для неподвижной среды с помощью преобразований Лорентца.

Вторым способом воспользовался Г.Минковский, чьи уравнения дают полное описание электродинамических явлений в среде, движущейся равномерно со скоростью  $v$  ( $v < c$ ). Позднее (в 1924г.) Л.И.Мандельштамом и И.Е.Таммом был предложен метод потенциалов поля, упрощавший решение электродинамических задач. Материальные уравнения при этом имеют тензорную форму.

Как в указанных, так и в других источниках, артефактов, связанных с пространством и временем, не обнаружено.

## § 31. Релятивистская механика сплошных сред

### 31.1. Теория упругости.

Релятивистская теория возникла из попыток “узаконить” понятие твердого тела в СТО [319]. М. Борном было дано определение твердого тела, инвариантное относительно ПЛ. Использовался Лагранжев подход, когда  $x^1, x^2, x^3, x^4$  задавались как функции начальных координат  $\xi^1, \xi^2, \xi^3, \xi^4 = i$  с  $\tau$  (где  $\tau$  - собственное время).

Интервал записывается в форме

$$ds^2 = (\sum_k (dx^k)^2) = A_{ik} d\xi^i d\xi^k, \quad (7.1)$$

или, после преобразований:

$$ds^2 = \sum_{i,k=1}^3 P_{i,k} d\xi^i d\xi^k. \quad (7.2)$$

Здесь  $P_{i,k}$  – отклонение положения точки от начального значения, характеризующее деформацию элемента объема. Для твердых тел должно быть:

$$\frac{\partial P_{ik}}{\partial \xi^4} = 0. \quad (7.3)$$

Вскоре, однако, М. Лауэ показал, что число кинематических степеней свободы любого тела в СТО не может быть ограниченным (толчок, сообщенный телу в  $n$  различных местах, вызывает движение с минимум  $n$  степенями свободы).

В 1911г. Г. Герглотц предложил релятивистскую теорию упругости, в которой предполагалось, что условием возникновения напряжений является нарушение (7.3). Уравнения движения были им получены из *вариационного* принципа:

$$\delta \int \Phi d\xi_1 d\xi_2 d\xi_3 d\xi_4 = 0, \quad (7.4)$$

где:  $\Phi = \Phi(A_{ik})$ , а  $A_{ik}$  подобраны так, чтобы в случае покоя  $\Phi$  зависела от  $P_{ik}$  таким же образом, как и в классической теории упругости.

### 7.2. Гидромеханика

Для жидкости трехмерный тензор напряжений вырождается в скаляр, что упрощает уравнения движения. Построением релятивистской гидродинамики

занимались Герглотц, Игнатовский и др. [319]. Для адиабатических процессов тензор энергии–импульса имел форму:

$$\mathbf{T}_i^k = m_0 \left(1 + \frac{P}{c^2}\right) u_i u^k + P \delta_i^k, \quad (7.5)$$

где  $m_0$  – плотность массы покоя,  $P$  – давление,  $\mathcal{P} = \int m_0^{-1} dP$ .

Из уравнений  $\frac{\partial T_i^k}{\partial x^k} = 0$  следует, после скалярного умножения на  $u^i$ , уравнение неразрывности и уравнение движения:

$$m_0 \left(1 + \frac{P}{c^2}\right) \frac{du_i}{d\tau} = \left[ \frac{\partial P}{\partial x^i} + u_i \frac{d}{d\tau} \left(\frac{P}{c^2}\right) \right]. \quad (7.6)$$

Таким образом, непротиворечивые теории упругости и гидродинамики в релятивистском случае могут быть построены и развиты [309, 450]. Однако, как верно заметил В.Паули [319]: «В физическом отношении они ничего нового не дают, т.к. в средах, где скорость упругих волн мала по сравнению со скоростью света, **релятивистские уравнения практически не отличаются от классических**». Это же относится и к гидромеханике.

### § 32. Релятивистская термодинамика

«Релятивизация» термодинамики также началась вскоре после 1905 г. [151, 319, 457, 467]. Поскольку термодинамические величины определены для собственных систем отсчета  $K$ , в которых тела покоятся, уравнения релятивистской термодинамики можно получить путем перехода к подвижной системе отсчета  $K'$  [467]. М.Планком было получено [326]:

$$T = T_0 \sqrt{1 - \beta^2}, \quad Q = Q_0 \sqrt{1 - \beta^2}, \quad \beta = \frac{v}{c}, \quad (7.7)$$

где  $T_0, Q_0$  – величины в системе  $K$ ,  $T, Q$  – то же в системе  $K'$ . Эти соотношения были получены из допущения об инвариантности первого и второго начал термодинамики относительно ПЛ. По Планку движущиеся тела холоднее неподвижных, энтропия инвариантна относительно ПЛ.

В 1963 г. Г.Отт, исходя из тех же предположений, что и Планк, получил [151]:

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad Q = \frac{Q_0}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad (7.8)$$

т.е. противоположный результат: движущиеся тела горячее неподвижных.

Ван Кампен в 1918 г. предложил определять равновесную температуру, как инвариант ПЛ, т.е. считать, что  $T = T_0$  [151]. Соответствующая теория называется «релятивистская термодинамика с инвариантной температурой».

### § 33. Артефакты.

Как уже было сказано, можно считать, что в релятивистской электродинамике, отличных от присущих классической электродинамике и СТО артефактов нет.

Для релятивистских теорий упругости и гидромеханики можно считать, что сами эти модели, как бесполезные, представляют собой артефакты.

Релятивистская термодинамика содержит «артефакт Планка- Отта»: наличие одновременно двух различных результатов, дающих как-бы «правильные» теории.

## ЧАСТЬ 3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАДИГМЫ

*Если в следующем изложении Вы обнаружите не самую глубокую философию науки, то я напому Вам, что я совсем не философ, а физик, если Вам не понравится и то, как я говорю о физике, то тут самое время напомнить, что я числюсь по кафедре математики.*

**Г.Бонди.**

### Глава 8. Философские парадигмы.

*Физик ... отказался от философии.  
Сейчас он не ожидает от нее ничего хорошего.  
Ему не доставляет удовольствия  
свободное вращение в пустоте.*

**М.Бунге**

#### §34. Философия физики

*Физика нуждается в обобщающей философии,  
выраженной на повседневном языке.*

**М.Борн**

##### 34.1. Цели, предмет и задачи философии физики

Существуют три философских направления: 1) философия естествознания, 2) философия общества, 3) философия мышления [116, 117]. Философия физики – раздел философии естествознания, в котором изучаются пространство, время, движение, причинность и т.д. Эти понятия, имеющие не **только физическую природу**, являются философскими категориями, имеющими физические прототипы [110, 112 – 114, 117, 121, 124, 126, 150].

Рассмотрим кратко, следуя [115, 116, 118, 119, 122, 123, 125, 135]:

**Цели философии физики** в логическом анализе (с последующим синтезом) оснований физики и её разделов, в выявлении семантических и синтаксических особенностей языка физики и разъяснению «темных мест» и парадоксов.

**Предмет философских исследований** – проблемы философии физики: 1) Проблема пространства и времени; 2) Проблема движения; 3) Проблема причинности; 4) Проблема наблюдаемости и измерений; 5) Проблема абсолютного и относительного.

Ряд авторов разрабатывает и другие проблемы: 1) Проблема времени [114,122]; 2) Проблема соотношения непрерывного и дискретного [113, 157]; 3) Проблема исторической эволюции концепций пространства и времени [114, 135, 157]; Проблема измерений и количественного языка [119]; 5) Проблема связи причинного и случайного; 6) Проблема структуры физических теорий [119]; 7) физические проблемы СТО [157]; 8) Проблема симметрии – диссимметрии [157] и др.

**Методами философии физики** являются: методы материалистической диалектики [110,112,117,121,126,169] и др. и методы философии позитивизма [114, 118, 122, 123,125] и др. Используются также : 1) метод логико – генетического анализа; 2) анализ философских дихотомий; 3) сравнительно – исторический анализ и др. Относительно новой является «Новая философия физики» М.Бунге [115,116, 133], в которой критикуются и диалектический материализм и операционализм.

М.Бунге формулирует основные задачи философского анализа: 1) Повышение ясности и последовательности в изложении оснований физики [116]; 2) Анализ аксиоматики физических теорий; 3) Прояснение структуры оснований физики.

Остановимся на последней задаче. М.Бунге считает, что основания физики содержат три компонента: 1) философская, 2) формальная (математическая), 3) протофизическая. **Протофизика** – это совокупность принципов и теорий, имеющих отношение к самым общим чертам физических систем. В протофизику входят **мереология**, наука о соотношении частей и целого; её цель – выявление с позиций системного подхода первичных понятий системы и её существенных частей. **Концепции пространства и времени выдвигаются как реляционные, с учетом того, что эти концепции для различных теорий могут быть различными.**

#### 34.2. Философские проблемы «реальности».

Эти проблемы обычно возникают в периоды кризисов в «нормальной науке» и переходе к «экстраординарной науке» [130, 174]. Термин «реальность» многозначен. А.Эйнштейн писал: «Пространство, выведенное на свет с помощью телесного объекта, поднятое на уровень научной реальности Ньютоном, поглотило в последнее время эфир и время и готовится поглотить и тела, так что оно останется единственным теоретическим представителем реальности ... Некоторые физики, в том числе и я сам, не могут поверить, что мы раз и навсегда должны отказаться от идеи простого изображения физической реальности в пространстве и времени ...» [130].

В.В.Бажан считает[131], что надо различать **материальную реальность**, существующую независимо от субъекта; **объективную реальность**, т.е. мир, выступающий в гносеологическом отношении к субъекту в качестве объекта (т.е. принудительно наблюдаемого явления); **концептуальную реальность**, т.е. совокупность понятий, существующих субъективно как специфическое отражение объективного мира. Автор [131] цитирует К.Маркса: «...конкретное, как оно представлено в голове ... есть **продукт мыслящей головы**, которая осваивает мир исключительно ей присущим образом» и М.А.Маркова: «Под физиче-

ской реальностью понимается та форма реальности, в которой она проявляется в макроприборе».

Следуя [130,131], рассмотрим дихотомии «Абстрактное – конкретное»; 2) «Объективное – субъективное».

**Дихотомия «абстрактное – конкретное».** Критикуя Негели, Ф.Энгельс пишет [136]: Мы знаем, что такое час, метр, но не знаем, что такое время и пространство! Как будто время есть нечто иное, чем совокупность часов, а пространство – что-то иное, нежели совокупность кубических метров!» И далее Ф.Энгельс продолжает: «Когда Негели говорит, что мы не знаем, что такое время, пространство, материя, движение ...он этим лишь утверждает, что мы при помощи своей головы **сперва создаем себе абстракции**, отвлекая их от действительного мира, а затем не в состоянии познать эти **нами самими созданные абстракции** ...».

Т.о., абстрактное понятие есть умственная обработка (синтез) совокупности **конкретных** эмпирических терминов. Используя термины Г.Моргенау [116], можно сказать, что абстрактное есть **конструкт**, созданный умом человека на основе обобщения свойств конкретных вещей (т.е., **референтов**).

**Дихотомия «объективное – субъективное».** В 1928 г. Б.М.Гессен в книге «Основные идеи теории относительности» подчеркивал важность «объективности – субъективности» в СТО [145]. Он опирался на положение К.Маркса (в «Тезисах о Фейербахе») о деятельном характере познающего субъекта: «Признание объективности мира в смысле независимого от нас существования – это материалистическая предпосылка – не должно толковаться именно в том смысле, что истинный материализм состоит в принципиальном устранении субъекта..., ньютоновская концепция есть **концепция метафизическая**..., она **объективирует, приписывает** самостоятельное раздельное реальное существование абстрактным понятиям пространства и времени».

Анализируя диалектику субъективного и объективного в процессе познания, авторы [139] заключают, что всякая вещь обладает некоторым свойством постольку, поскольку реально то взаимодействие, в ходе которого и проявляется данное свойство. Это же верно и для взаимодействия «объект – субъект» [139].

А.Эйнштейном сформулирован «принцип наблюдаемости» - метатеоретический принцип, входящий в концептуальный аппарат теоретической физики. Он отражает тот факт, что взаимодействие «субъект – объект» есть основа процесса познания. Все формы познания объективны по содержанию, но субъективны по форме. **Свойства субъекта** (познающего человека) **предопределяют** те формы, в которых отражаются свойства объекта.

## §35. Философские проблемы пространства и времени.

### 35.1. Проблемы пространства и времени.

**Геометрическое пространство** не имеет реального существования (конструкт без референта), это математическая абстракция. Геометрия изучает про-

тяженные фигуры; геометрическая протяженность – это абстракция протяженности реальных тел.

Реальное пространство – объект изучения физики. Оно имеет три измерения и является протяженностью материальных тел. **Единственное, что существует объективно, вне и независимо от человека, это материя.** Пространство есть свойство материальной субстанции, не существует независимо от материи, материальных тел.

Время имеет ряд специфических черт: 1). Оно характеризует не только процессы внешнего, материального мира, но и явления духовного мира человека. (И.Кант: «Время – форма внутреннего чувства, пространство – форма внешнего чувства»; Г.Гегель: «Пространство есть абстракция непосредственной внешности»); 2). Оно динамично, его сущность – движение, с которым оно неразрывно связано; 3). Оно есть форма последовательности, тогда как пространство – форма сосуществования (Я.Аскин: «Пространство всё осуществлено»); 4). Говорить о скорости времени и его движении нельзя: оно не есть субстанция (Л.Фейербах: «Мир есть вода, время есть движение воды»).

Решение проблемы направления времени возможно лишь путем анализа природы времени [110]. Автор [110] цитирует Дж.Смарта: «Временная асимметрия обусловлена не свойствами самого времени (они часто формальны), а асимметрией того содержимого, которое находится в Мире». Сущностью времени является движение (изменение)

А.Д.Александров считал [140], что «Теория относительности открыла связь между пространством и временем..., она содержится уже в самом постоянстве скорости света... её равенство во всех системах отсчета означает универсальную связь между пространственными и временными величинами». СТО трактуется автором [140] по Г.Минковскому.

Вопросами и проблемами Пространства философы занимаются [110, 113, 114, 118, 119, 120, 123, 124, 169] в меньшей степени, чем проблемами Времени [110, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 125, 135, 141, 169].

### 35.2. Проблема движения [110, 126].

**Относительность движения.** Момент относительности (т.е. существования тела отсчета) – объективный факт. Автор [110] цитирует И.Канта: «Я всегда должен понимать его [движение – И.В.] не в абсолютном, а в относительном смысле». Т.о., для существования движения и состояния покоя необходимо иметь **тело отсчёта**.

Фундаментальным свойством тела отсчёта является его неподвижность. Тело отсчёта выбирается **и условно считается неподвижным** [110]: «...всякое тело отсчёта неподвижно, без этого оно не может служить телом отсчёта». Движение, зависящее от системы отсчета, многозначно, оно является единством абсолютного и относительного. Произвольное «изменение» также относительно. Относительность движения должна «генетически» переходить в относительность скорости и ускорения, но ряд физиков (В.А.Фок в частности) считают, что ускорение – абсолютно (т.е. независит от системы отсчета).

Для существования движения всегда необходимо время, характеризующееся определенной длительностью. Поэтому под понятием «в одно и то же время» подразумевается промежуток (интервал) времени.

**Прерывность и непрерывность движения.** Непрерывность движения отличается, в определенном смысле, от непрерывности пространства и времени. Вопрос: где находится движущееся тело? – поставить **нельзя**, т.к. **тело не находится, а движется**. Диалектика движения: его непрерывность выступает как изменчивость, а прерывность – как устойчивость. Ученик Гераклита, **Кратил** утверждал, что **нельзя войти в одну и ту же реку даже один раз**, ибо вода непрерывно изменяется даже в процессе самого входа в реку.

Реальное (физическое) движение (как и любое изменение) всегда совершается в виде отдельных процессов, каждый из которых имеет **свою продолжительность**.

Проблема прерывности и непрерывности движения требует дальнейших исследований [157].

### **§36. Проблемы наблюдаемости и измерения [110, 119, 130, 145].**

В философии физики под наблюдаемостью понимают эмпирическую наблюдаемость. Различают два типа явлений: наблюдаемые и принципиально ненаблюдаемые. Проблема наблюдаемости ставит цель установить место и роль наблюдения в науке. Точка зрения диалектического материализма – наблюдение это проблема гносеологическая. Познание есть отражение в человеческом сознании объективной действительности, оно неосуществимо без созерцания и наблюдения.

Результаты познания концентрируются в научных теориях – системах научных положений. Объективный Мир не может быть познан лишь индукцией или логикой, без участия органов чувств. Физика не может иметь дело с ненаблюдаемыми объектами, критерий научности картины Мира – наблюдение (в обобщенном смысле). Наблюдаемость явления эквивалентна его измеряемости.

**Фундаментальные свойства измерения:** 1) его логические основы; 2) проблема измерений пространства и времени.

**Логические основы измерения.** Объектом измерения является физическая величина. Существуют, наряду с физическими и математические величины. Одна группа физических величин (длина, поверхность, объем, скорость и т.п.) имеет нулевые значения. Другая группа, (температура, время и т.п.) не имеет нулевых значений, но их **искусственно устанавливают**.

М.Ф.Маликов дает («Основы метрологии») определение: измерением мы называем познавательный процесс, заключающийся в сравнении путем физического эксперимента данной величины с ее некоторым значением, принятым за единицу сравнения». Единицы сравнения (измерения) в Природе отсутствуют, выбор их осуществляет человек.

**Измерение любых величин никогда не дает абсолютно точных результатов.** Самая фундаментальная единица измерений – это единица длины. Ее выбор определяется результатами измерений, она играет роль **системы отсчета**. Существуют правила построения **шкал** для измерения величин

(Р.Карнап [119]). Абсолютных единиц измерения в природе не существует. Измерение – деятельность человека, в известной мере – субъективная. А.Эддингтон писал [110]: «Физическая величина есть результат измерений и вычислений, она будет, так сказать, **сфабрикованной вещью**, созданной нашими операциями». Исходя из отсутствия внутренней метрики пространства и времени, А.Грюнбаум пишет [118]: «Метрическая определенность является делом дефиниции или конвенции».

Среди суждений философов встречаются ошибочные – артефакты. Мы оставляем право на их ликвидацию философам.

## ГЛАВА 9.

### ФИЗИКО–МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАДИГМЫ

*Понятия, которые оказываются полезными при упорядочивании вещей, легко завоевывают у нас такой авторитет, что мы забываем об их земном происхождении и воспринимаем их как нечто неизменно данное ... заблуждения часто надолго преграждают путь научному прогрессу. Поэтому анализ давно используемых понятий и выявление обстоятельств, от которых зависит их обоснованность, пригодность, и того, как они возникают из данных опыта, не является праздной забавой. Такой анализ позволяет подорвать излишне большой авторитет этих понятий.*

*Они будут отброшены...*

**А.Эйнштейн.**

#### § 37. ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

*Понятие – форма мышления, отражающая существенные свойства, связи и отношения предметов и явлений. Главная логическая функция понятия – выделение общего, достигаемое путем отвлечения от всех особенностей предметов данного класса.*

**БЭС, т.II [14]**

##### 37.1. Законы

Ф.Энгельс определил термин «закон» как «форму всеобщности». Согласно [13]: «Закон – необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе». В физике различают причинные (детерминистические) и стохастические (статистические) закономерности. Рассматривая причинные законы, автор [154] формулирует положения: 1). «... мы никогда не сможем исключить несущественные факторы»; 2) «...при рассмотрении только одной из сторон, мы всегда используем **приближение**, которое нельзя применить неограниченно ... которое должно исправляться и дополняться с учетом другой стороны»; 3). «...каждый закон связан с определенной ошибкой». Иногда говорят о «правилах» и «началах». В литературе часто встречаются случаи ошибочной подмены «закона» «уравнением» [154, 176,

339, 372, 390] и др. На «метафоричность» языка физики указывает В.В.Налимов [176].

### 37.2. Теории.

*Это прекрасная теория, потому что  
она исключает всякую другую.*

**Г.Р.Кирхгоф**

*Всегда важно иметь две различных точки зрения на один и тот же предмет.*

**Дж.К.Максвелл.**

Согласно [14], **Теория** – это **система** основных идей в той или иной отрасли знания; форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности. Свои определения физической теории предлагали многие известные физики:

**Л.Больцман [243]:** 1).Задача теории – конструирование существующего в нас отражения внешнего мира; 2).Теория сама исправляет свои ошибки, обусловленные субъективностью всех наших понятий; 3).Задача теории объяснять сложное, исходя из более простого; 4).Физические теории постоянно ведут борьбу друг с другом.

**Л. де Бройль [266]:** 1).Что касается теории, то ее задача состоит в классификации и синтезе полученных результатов, расположении их в разумную систему; 2).Теория должна иметь свои инструменты, для того, чтобы получить возможность формулировать свои концепции в строгой форме; 3).Иногда ... нужно **доделать или переделать** воздвигнутое ранее здание теории ... такая переделка должна быть осуществлена так, чтобы **включить в новую теорию предыдущую**.

**А.Эйнштейн [372]:** 1).Теория отражает научную ценность лишь тогда, когда лежащие в ее основе предположения проще, т.е. менее разнообразны, чем сравниваемые с опытом следствия; 2).Законченная система теоретической физики состоит из понятий, основных принципов, относящихся к этим понятиям, и следствий, выведенных из них путем логической дедукции.

**Л.И.Мандельштам [317]:** 1).Всякая физическая теория может быть расчленена на следующие этапы. Прежде всего теория вводит ... те или иные математические величины. Например, в механике это – координаты, время, скорость и т.д.; 2).Между этими величинами устанавливаются математические соотношения, например, в виде дифференциальных уравнений ... этот этап физической теорией не является, т.к. вообще не содержит никаких высказываний, относя-

щихся к физическим явлениям; 3). Второй этап состоит в сопоставлении математических величин с физическими объектами ... мы называем это рецептом измерения данной физической величины. Совокупность этих этапов образует физическую теорию.

**Д.Бом [154]:** Каждая частная теория, или объяснение данного ряда явлений будет справедлива в ограниченной области и будет точна только в ограниченном круге явлений и при ограниченных условиях ... любая теория, экстраполированная на произвольный круг явлений и произвольные условия, приведет к ошибочным предсказаниям. Нахождение таких ошибок (артефактов! – И.В.) является одним из наиболее важных средств прогресса науки.

**Г.Бонди [155]:** 1). Существенный элемент прогресса в науке – доказательство неверности той или иной теории; 2). Хорошая теория – «открытая», в неё всегда могут войти новые факты; 3). Любая теория, претендующая объять всё, должна неизбежно погибнуть; 4). Теория является, научной постольку, поскольку она может быть опровергнута; 5). С тех пор [после Максвелла] в физике бытует миф о том, что **все добропорядочные теории** должны быть полевыми.

Приведенные высказывания (и их число легко увеличить) свидетельствуют об отсутствии общепринятого (парадигмального) взгляда на понятие «теория». Теория – это система взаимосвязанных, с иерархически организованной структурой математических моделей физических процессов. Т.о., теоретическая физика – это реализация системно-иерархического подхода при математическом моделировании физических процессов. Также понятно, что специальная теория относительности А.Эйнштейна не может считаться «теорией пространства и времени».

### 37.3. Процессы.

Согласно [11]: Процесс – это: 1). Ход какого-либо явления, смена состояний, стадий развития и т.п., 2). Совокупность последовательных действий для достижения некоторого результата. Физические процессы протекают в конечных областях пространства и времени, но имеются математические модели (т.е. **приближенные описания** процессов), в которых координаты и время неограниченны ( $x, y, z, t$  принимают значения от нуля до бесконечности).

Процесс начинается, когда система находится в **начальном состоянии** и заканчивается, когда система переходит в **конечное состояние**. Состояние системы характеризуется ее параметрами (координата, скорость, температура, давление и т.д.). В электродинамике, неравновесной термодинамике и в других **полевых теориях** параметрами являются величины, характеризующие поле.

Большинство физических процессов протекает плавно (непрерывным образом), без сингулярностей градиентов полей или (и) скоростей их изменения

Можно выделить процессы колебательные (волновые) и эволюционные (с монотонным изменением параметров).

Свойства пространства и времени в эволюционных процессах проявляются наиболее характерным образом, поэтому будем далее уделять им основное внимание.

### 37.4. Принципы.

Согласно [14], Принцип – это основное, исходное положение теории, науки, мировоззрения. Их можно считать «обобщенно-абстрагированными концентратами» эмпирических знаний.

Физические принципы бывают универсальными и специализированными. Рассмотрим суждения, касающиеся физических принципов, принадлежащие известным ученым.

**Л.Больцман [243]:** 1). Наука ... разделяет системы на более простые, однородные части, сводит более сложные законы к фундаментальным – общенаучный **принцип сведения сложного к простому**; 2). Сократ считал самым важным познание пробелов своего собственного знания. **Все наши представления субъективны – общенаучный принцип гносеологического единства объективного и субъективного**; 3). **Г.Герц** писал: «Строгость науки требует, чтобы мы отличали самую незадрапированную фигуру природы от пестрого облачения, в которое мы ее одеваем» (принцип «карикатурности» математических моделей физики).

**М.Борн [261]:** 1) Все науки – сложный лабиринт взаимодействий, составляющих чисто геометрические структуры, предпочитаемые нами..., в чем суть **принципа объективизации, или принципа шкалирования**; 2). Общей чертой науки стал **принцип сведения к относительному**. В [259] М.Борн приводит «принцип невозможности» **Уайтекера** (его частные разновидности – «принцип запрета Паули» и «принцип неопределенности В.Гейзенберга»).

**Д.Бом [154]:** 1). Все возникает из других вещей и дает начало другим вещам – **принцип рациональности в природе**; 2). **Принцип материальности и иерархической организации в природе**.

**Б.Г.Кузнецов [173]** – книга, посвященная **принципу дополнительности**.

**А.Б.Мигдал [45]** полагает, что главными **принципами теоретической физики** являются: принцип причинности; 2). принцип наблюдаемости; 3). принцип соответствия; 4). принцип воспроизводимости результатов; 5). принцип симметрии пространства – времени.

### 37.5. Проблемы.

В [9]: Проблема – 1). задача, требующая решения; 2). ситуация, осложняющая какую-либо деятельность. Свою трактовку дает **В.Л.Гинзбург [288]:** «... называю проблемой такой вопрос, характер ответа на который остается в зна-

чительной степени неясным. Речь должна идти ... о раскрытии какой-то подлинной тайны (... распад К-мезонов), о границах применения какой-либо теории (например – ОТО)».

Проблемы бывают локальными (например-инфинитность решений полевых уравнений) и глобальными (пример - проблема континуума, которая «распадается» на совокупность локальных проблем).

## § 38. ФИЗИКИ – МЕТОДОЛОГИ

*И.Кант требует от каждой науки, чтобы она развивалась строго логически из единых понятий и связанных теорий.*

**Л.Больцман**

### 38.1.Классики и известные методологи.

Большинство физиков-классиков интересовались вопросами методологии и истории науки [243÷256, 258÷266, 271, 276, 277, 279, 280, 288÷291, 293÷297, 306, 317, 319, 328÷330, 339÷342, 345÷347]. Имеются также работы известных физиков, содержащие методологические фрагменты [176, 434, 450, 466, 480, 493, 567]. Далее приводим выборку методологических суждений этих ученых.

**А.Эйнштейн[372÷377]:** 1). Вся теория должна основываться только на уравнениях в частных производных и их решениях, не содержащих сингулярностей; 2) Весь наш предыдущий опыт приводит к убеждению, что природа является осуществлением того, **что математически проще** себе представить; 3). Дифференциальный закон является той единственной формой причинного описания, которое может полностью удовлетворить современного физика; 4). Понятие пространства ...полезно, но не необходимо для собственно геометрии; 5).Понятие **объективного времени**, без которого невозможно формулировать основные принципы классической механики, связано с понятием пространственного континуума.

**М.Борн [255÷263]:** 1).Я утверждаю, что стили бывают и у физической теории и именно это обстоятельство и придает им своего рода устойчивость; 2). Физики – не революционеры, скорее **они консервативны ...**; 3). Методологический принцип физики: понятия, применение которых требует принципиально ненаблюдаемых различий, бесполезны и подлежат устранению ... физическая ситуация должна **описываться посредством действительных чисел**; 4). Я убежден, что такие идеи, как абсолютная определенность, абсолютная точность, конечные и неизменные истины и т.п. являются призраками, которые до-

лжны быть изгнаны из науки; 5). Отождествление физического пространства и физического времени с математическим континуумом ... заходит слишком далеко, ибо содержит неподтвержденные утверждения.

**Л.Бриллюэн [264, 265]:** 1). Научная истина никогда не должна восприниматься фанатично, любой ученый должен быть готов к тому, чтобы исправлять и дополнять свои любимые теории; 2). Некоторые могут сказать «Мы должны верить некоторым хорошо установленным принципам, например, принципу симметрии пространства и времени, принципу относительности и т.д. Ну что ж, можно показать относительность принципа относительности! 3). Наука – это метод описания, создания и пополнения человеческого опыта.

**Е.Вигнер [276÷280]:** 1) Инвариантность на языке современной математики носит название инвариантности относительно сдвигов в пространстве и времени ...; 2). Если бы кто-то предложил какой-то другой закон природы, то опровергать его мы могли бы более эффективно, если бы он противоречил принципу инвариантности; 3). **Все законы природы – это условные утверждения**, позволяющие предсказывать какое-то событие будущего.

**В.Паули [319]:** 1). «Местное время» Лоренца оказывается просто временем движения системы  $K'$ . Существует столько же «времен» и «пространств», сколько галилеевых систем отсчета; 2) В будущем ...теория будет в состоянии дать атомистическое объяснение поведению движущихся масштабов и часов; 3). Как было показано ...постулаты относительности и постоянство скорости света приводят к инвариантности всех законов природы относительно группы Лорентца.

**В.А.Фок [346, 347]:** 1). Уравнения теоретической физики никогда не бывают, да и не могут быть абсолютно точными; 2). Развитие физики за последние десятилетия показало, что с обобщением теории ... связан отказ от старых физических понятий; 3). В различных системах отсчета математическая форма законов природы будет, вообще говоря, различной.

**Л.И.Мандельштам [317]:** 1). Природа не навязывает ограничений однозначно, но она же и не позволяет давать любые определения ... я должен определять, оставаясь в известных рамках; 2). В выяснении того, что понятие одновременности есть такое же понятие как длина, как время в данном месте, что это третье понятие, которое должно быть определено, – в этом грандиозная заслуга Эйнштейна; 3). Теория относительности признает инварианты, и с ее точки зрения существуют абсолютные вещи. Такой абсолютной вещью является выражение  $\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 - c^2 \Delta t^2$  ( $\equiv \theta^2$  !- И.В.)

**Р.Фейнман [339÷342, 345]:** 1) Я не понимаю, почему правильные законы физики допускают такое огромное количество разных формулировок; 2) Я говорю о поисках слабых мест, каких-либо ошибок в фундаментальных законах...;

3). Каждый раз, когда образуется длительный затор, когда накапливается слишком много нерешенных задач, это потому, что мы пользовались теми же методами, что и раньше. Новое открытие **нужно искать совсем на другом пути**; 4). В прошлом всегда оказывалось, что для того, чтобы выйти из затруднения, приходилось жертвовать каким-то глубоко укоренившимся представлением; 5). Истину всегда можно узнать по простоте и изяществу ... чаще всего приходится не столько добавлять, сколько отбрасывать. Ваша догадка, в сущности, состоит в том, что нечто – очень простое.

**В.Л.Гинзбург [288÷291]:** 1).Вычеркнуть проблему фундаментальной длины из списка ключевых проблем физики и астрофизики нет оснований; 2).Процесс распада [ $\beta$ -распад радиоактивных ядер] идет по-разному в правой и левой системах координат, что и отвечает несохранению пространственной четности; 3). Несохранение СР-инвариантности приводит, по-видимому, к фундаментальному выводу об **неэквивалентности прямого и обратного направления времени**.

**Р.Толмен [450]:** 1)Время события определяется по показаниям часов  $t$  и  $t'$  в обеих системах; 2). Системы  $K$  и  $K'$  должны быть эквивалентны ... следовательно, правила преобразования  $K \rightarrow K'$  **должны иметь тот же самый вид**, что и преобразования  $K' \rightarrow K$ ; 3).Множество лорентцовых преобразований ... образуют группу, т.е. конечный результат последовательных преобразований эквивалентен единственному преобразованию от начальной системы к конечной; 4). Будем считать, что малые величины  $dx, dy, dz, dt$  и  $dx', dy', dz', dt'$  определяются в результате производимых в обеих системах пространственных и временных измерений...; 5).Мы должны считать, что растяжение времени представляет собой свойство часов, находящихся в относительном движении.

**В.К.Фредерикс, А.А.Фридман [567]:** 1). Мы коснемся этих основных понятий **в том порядке, в каком они обычно рассматриваются**; прежде всего рассмотрим понятия пространства и времени, а уже затем **понятия физические** – массы и силы; 2). Некоторым физическим явлениям дается определенное **геометрическое толкование**; 3) ... всякое другое движение – падающего тела, стрелки **как угодно идущих часов, прыгающего мячика и т.д.** – с равным логическим правом **может быть взято за основное движение**, применено к счету времени и **интерпретировано как мера времени**; 4) Практически **сравнение времени** (например, показаний двух часов) производится **визуальным путем, т.е. с помощью света**, распространяющегося с **конечной скоростью**; 5). Любые часы, как бы они не ходили, являются **физическим способом арифметизации времени**; 6). Переход от одной арифметизации времени к другой означает преобразование  $t$  к  $t'$  подстановкой:  $t' = \varphi(t)$ .

**Г.Мак-Витти[434]:** 1) В любом случае **установление одновременности двух событий, столь удаленных друг от друга в пространстве, что один наблюдатель не в состоянии** экспериментировать с ними одновременно, приводит к разработке некоторой специальной процедуры и к совершению некоторых расчетов. И далеко не самоочевидно, что факт одновременности, установленный с помощью одной процедуры и посредством **соответствующих этой процедуре вычислений**, будет совпадать с фактом одновременности, установленным посредством другой процедуры и других расчетов; 2). В ньютоновской механике бесконечно большая скорость  $G$  **является абсолютной** в том смысле, что частица обладает ею **во всех инерциальных системах**, и преобразования от одной системы координат к другой не меняют этой скорости.

**Э.Тейлор, Дж.Уилер [493]:** 1). Инерциальные системы всегда локальны, т.е. имеют смысл лишь в определенной области пространства-времени; 2). Слово «наблюдатель» – это сокращение, которым обозначаются все системы часов-хронографов, связанных с данной инерциальной системой отсчета. Ни один реальный наблюдатель не справился бы в одиночку с обязанностями того «идеального наблюдателя, которого мы используем при анализе теории относительности. Поэтому лучше представлять себе наблюдателя совершающим обход всех хронографов ...

**В.Аскона, К.Кован, Б.Грэм [466]:** 1). Нет никакой причины, заставляющей нас рассматривать бесконечно малые интервалы, кроме той, что описывать континуум проще; 2). По сути дела кинематика – это просто геометрия с добавлением еще одного параметра – времени.

### 38.2. Суждения «мудрецов»

В Приложении 3 (п. П.3.2) приведены суждения «мудрецов» – физиков, математиков и других мыслителей о различных вопросах методологии физики. Далее кратко приводим наиболее существенные, на наш взгляд, суждения.

**Л.Больцман** отмечает принципиальную приближенность любой физической теории и отсутствие успехов в решении фундаментальных проблем.

**Н.Бор** констатирует, что часто новые открытия приводили к признанию ограниченного характера общих понятий.

**Л. де Бройль** считает дедуктивный метод в построении физической теории малопродуктивным по сравнению с индуктивным методом.

**Ж.-Л. де Бюффон** считал, что всякий физический закон представляет собой шкалу для измерения величин, которая удовлетворяет требованиям единственности.

**А. Ле-Шателье** советует детально исследовать именно те вопросы, которые считаются уже решенными, анализировать «простые и ничего в себе не тающие объекты».

**Г.Идлис**, анализируя ход научных революций, пришел к выводу, что в определенном смысле «всё возвращается на круги своя».

**В.Паули** считал, что включение новых фактов в рамки прежних знаний может потребовать **ревизии мыслительных средств**.

**А.Тяпкин**, вслед за А.Пуанкаре, указывает на роль соглашений (конвенций), которые явно или скрыто, **всегда присутствуют в теории**.

**Б.Брусиловский** считает, что поскольку **наблюдаемы только конечные интервалы пространства и времени**, то любое движение **принципиально не определено**.

**К.-Ф.Гаусс**, протестует против исследования понятия актуальной бесконечности.

**Дж.Агасси** констатирует, что критика научных основ рассматривается зачастую научным сообществом как нечто «унижающее достоинство джентльмена».

**У.Блейк** полагает, что истину объяснить нельзя, в неё надо поверить

**В.Вернадский** напоминает об уроках истории науки, когда «ошибались целые корпорации ученых», а правыми оказывались люди, «стоявшие в стороне».

**Г.Лихтенберг** считал, что в науке более полезен дух противоречия, чем дух единства.

**А.Эйнштейн** призывает проверять старые идеи и теории, т.к. «это единственное средство понять важность новых идей».

**В.Фок** утверждает, что психология физиков такова, что отказ от старых привычных понятий дается им несравненно труднее, чем усвоение понятий новых.

## § 39. АКСИОМАТИКА В ФИЗИКЕ

*Метод постулирования того, что нам требуется, обладает многими преимуществами, но такими же преимуществами обладает воровство перед честным трудом.*

**Б.Рассел**

### 39.1. Физика и аксиоматизация

*Введение исходных понятий ... нередко обосновывают не обращением к наблюдаемому явлению, а априорно, аксиоматически.*

**П.В.Харламов**

Вопросами аксиоматизации (по образцам Евклида) физики интересовались давно, начиная с И.Ньютона. Однако большинство из них всегда предпочитало конкретные исследования в различных областях физики, игнорируя её основы.

Противники аксиоматизации выдвигали различные аргументы, с некоторыми их суждениями мы далее ознакомимся.

**Л. де Бройль [266]:** « ... метод, называемый «аксиоматическим» удовлетворителен для нашего ума и в то же время **мало плодотворен практически**. Вся беда в том, что не успевают завершиться работа, зачастую длительная и кропотливая, по аксиоматизации науки, как теория оказывается недостаточной для истолкования экспериментальных фактов и возникает необходимость расширить, а иногда и полностью пересмотреть её основы. Нельзя сказать, что строгие аксиоматические теории являются бесполезными, но, вообще говоря, они почти **не способствуют** успехам науки. Аксиоматический метод стремится устранить индуктивную интуицию ... он может быть хорошим методом классификации или преподавания, но ... не открытия».

**Р.Фейнман[339]:** Возможны два взгляда ... один я назову вавилонской традицией, а другой – греческой. Вавилонский подход – соотношений и теорем, по которым можно вычислять. Греческий подход – аксиоматический: всё выводится из нескольких аксиом, которые должны быть безупречны. В физике **отдают предпочтение вавилонскому подходу...**

**П.В.Харламов [187]:** «Введение исходных понятий... нередко обосновывается не обращением к наблюдаемому явлению, а априорно, аксиоматически. **Создаваемые формально** на основе таких понятий теоретические системы предполагают у обращающихся к ним готовность **принимать на веру** предла-

гаемые аксиоматические конструкции. Все элементы любой теоретической системы, включая и весь используемый в ней математический аппарат могут ... **базироваться на единственном понятии материального тела, как понятию первичному**».

**С.Вейнберг [403]:** «Физику нельзя представлять себе как логически стройную систему. Скорее в любой момент она увязывает как-то огромное число неупорядоченных идей, часть из которых пришла к нам, подобно эпосу из героических периодов прошлого, а другие возникли, подобно утопическим романам, из наших случайных предчувствий всеобъемлющего синтеза в будущем».

Сторонниками аксиоматизации физики являются многие известные математики [56, 153, 169, 278, 286], однако математики, работавшие над физическими проблемами, также как и большинство физиков, аксиоматизацию отвергают. **Г.Вейль**, в частности, писал: «... утверждение, что все общие истинные суждения могут быть выведены из аксиом с помощью математических умозаключений, есть **научная вера**; тот, кто **подходит к другим наукам как математик**, требуя дефиниций и дедукций в математическом стиле, поступает не умнее зоолога, отрицающего числа на том основании, что они не являются живыми существами».

### 39.2. Попытки аксиоматизации

*Многие попытки строгой логической аксиоматизации, радовавшие теоретиков короткое время, пришлось оставить под натиском новых открытий.*

**Л.Бриллюэн.**

Рассмотрим кратко наиболее известные попытки аксиоматизации физических теорий, обращая основное внимание на роль в них пространства и времени.

**И.Б.Погребысский [191]** рассматривал аксиоматизацию в классической механике. Отмечается, что «Лагранж всё стремился представить «с одной и той же точки зрения», что, в конечном счете, не удалось. Лагранж стремился представить механику как раздел математического анализа; автор [191] считает его заслугой то, что «...он на основе общего принципа построил **уже созданную аналитическую механику** ... разобрал здание, построенное из разнородных блоков и заменил его новым, однородным зданием **почти той же вместимости**, что и старое».

Далее в [191] рассматриваются механики Пуансо, Кристенсена, Лапласа. Ничего нового в аксиоматике механики в 19-ом веке не появилось, все её эле-

менты, предлагавшиеся различными авторами, заимствованы у Галилея и Ньютона.

**У.И.Франкфурт** [587] рассмотрел в историческом аспекте аксиоматизацию термодинамики. Рассматриваются работы Карно, Клаузиуса, Пирогова, Шиллера, Каратеодори, Афанасьевой-Эренфест. В работе 1900 г. Шиллер формулирует 8 (! – И.В.) основных утверждений – систему аксиом. Понятия пространства и времени в них отсутствуют. Излагаются взгляды Гельмгольца, М.Планка, Томсона и Каратеодори. В системе аксиом Каратеодори используются **понятия термостатики**, т.е. «пространство» и «время» отсутствуют.

**Каратеодори** [190] исследовал аксиоматику СТО, которую А.Эйнштейн... построил ... пользуясь мысленными экспериментами со «световыми часами» и «масштабами». Автор [190] утверждает, что эту аксиоматику **можно упростить**, «если только всю теорию строить на наблюдениях времени». Понятие «скорости» при этом – излишнее.

Затем приводятся «аксиомы распространения света» и вводятся «материальные точки» – носители определенных событий. Формируются «группы аксиом»: «Аксиомы временной последовательности» (таковых – 3); «аксиомы распространения света» (таковых – 2); «аксиомы световых многоугольников»; «аксиомы пространства» (таковых – 2); «аксиомы нормального распространения света».

Изложенное – характерный пример «математически строгой аксиоматики», ведущей к «упрощению». **П.В.Харламовым** было справедливо замечено, что «...в естественных науках, если и придают какое-то значение аксиоматизации, то оно подобно лакировке уже законченного произведения искусства для придания ему блеска».

Попытки аксиоматизации можно поэтому считать «данайскими дарами», т.е. артефактами.

### 39.3. Системный подход.

*...Можно предположить, что факторизация любых систем независимо от их природы на математические модели и является задачей теории систем.*

**Б.Я.Брусиловский**

Системный подход в физике рассмотрим на примерах [163,466,480], где в явном виде декларируется «современность».

Б.И.Иванов[163]: «...Замечательной чертой физики нашего времени является изменение её **внутренней логической структуры**, позволившее **упростить, объединить и единообразно рассмотреть** всю огромную совокупность

физических явлений ...Физика в её современном виде предстает как единая, стройная система принципов и понятий».

Эта система излагается в [163] на основе многотомного курса теоретической физики Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица. Каждому разделу физики предшествуют его основные положения, каковые играют роль аксиом. Рассмотрим их кратко, следуя [163]:

1. Основы механики. 1). Любой физический процесс протекает в пространстве и во времени; 2). Расстояния измеряются масштабами, промежутки времени – часами; 3). Пространство – трехмерно, однородно и изотропно; 4). Время – однородно; 5). Из 3) и 4) следуют законы сохранения импульса, момента импульса, энергии; 6) Геометрия пространства – эвклидова; 7). Материальная точка – это тело, размерами которого, при описании его движения, можно пренебречь; 8). Положение частицы в пространстве характеризует вектор  $\mathbf{r}$ , заданный в декартовой системе координат; 9). Вводятся понятия скорости  $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$  и ускорения  $\mathbf{a} = d\mathbf{v}/dt$ ; 10). Состояние системы из материальных точек вполне определяется заданием их положений  $\mathbf{r}_n$  и скоростей  $\mathbf{v}_n$ ; 11) Состояния системы в разные моменты времени связываются между собой уравнениями движения; 12). Однородной и изотропной по своим свойствам является инерциальная система отсчета; 13) Принцип относительности гласит: все инерциальные системы отсчета эквивалентны при описании процессов; 14). В соответствии с принципом относительности, уравнения, выражающие законы природы, должны оставаться неизменными (инвариантными) во всех инерциальных системах; 15). При переходе от неподвижной системы отсчета  $K(r, t)$  к подвижной системе  $K'(r', t')$ , движущейся относительно системы  $K$  равномерно и прямолинейно со скоростью  $\mathbf{v}$ , формулы преобразования координат и времени (Галилея):  $\mathbf{r}' = \mathbf{r} - \mathbf{v}t$ ,  $t' = t$ .

Далее: приводятся преобразования скоростей  $\mathbf{v} \rightarrow \mathbf{v}'$  и ускорений  $\mathbf{a} \rightarrow \mathbf{a}'$ ; вводятся законы сохранения импульса и энергии; вводятся силы и потенциальная энергия; вводятся понятие замкнутой системы, закон сохранения массы, закон сохранения момента импульса, кинетическая энергия.

**2. Основные релятивистские принципы:** 1) Вводится понятие о максимальной скорости распространения взаимодействия (скорости света в вакууме)  $c = 3 \cdot 10^8$  м/сек. Из принципа относительности следует, что  $c$  одинакова во всех инерциальных системах отсчета; 2). Для систем  $K$  и  $K'$  имеет место соотношение:  $\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 = c^2 \Delta t^2$  и  $(\Delta x')^2 + (\Delta y')^2 + (\Delta z')^2 = c^2 (\Delta t')^2$ . Вводятся величины  $\tau = i c t$  и  $\Delta s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 + \Delta \tau^2 = 0$ . Утверждается, что квадрат интервала  $\Delta s^2$  в общем случае отличается от нуля; 3). Формулы преобразования Лорентца выводятся методом Г. Минковского. Утверждается, что «любые физические соотношения во всякой релятивистской теории должны быть инвариантны относительно

лорентцовых преобразований»; 4). Из преобразований Лорентца следует, что  $\Delta x = \Delta x' [1 - (v/c)^2]^{-1/2}$ , что трактуется так: «размеры тел уменьшаются с точки зрения движущейся системы отсчета  $K''$ »; 5). Другое следствие ПЛ:  $\Delta t = \Delta t' [1 - (v/c)^2]^{-1/2}$ , что означает: «промежутки времени зависят от выбора системы отсчета»; 6). Устанавливается закон «сложения скоростей».

Затем приводятся стандартные формулы (по А.Эйнштейну) релятивистской динамики. Ядра других парадигм физики излагаются затем качественно и кратко.

В [466] материал излагается структурно: часть I – Пространство и Время; часть II – частицы и волны; часть III – Атомы; часть IV – Атомные ядра; часть V – элементарные частицы. Таким образом, структурообразующим «стержнем» является уменьшение характерных размеров и времен объектов. Подход авторов [466] является оригинальным по отношению к принятым в большинстве учебников подходам.

В [480] также присутствует оригинальность – упор сделан на соображения симметрии и инвариантности. «Системность» в [480] выражена слабо.

#### §40. ДАРЫ «ДАНАЙЦЕВ»

*... нередко приходится сталкиваться с псевдоприкладными работами, где весьма замысловатый и тонкий аппарат работает вхолостую. В таких работах прикладная задача служит только поводом для затейливого математизирования.*

**И. Грекова**

Бурное развитие физики в первые десятилетия 20-го века вызвало интерес к ней со стороны математиков (в т.ч. «титанов» – А. Пуанкаре, Г. Вейля, Д. Гильберта). Физики не противились «чужакам», многие из них солидаризировались с А. Эйнштейном, полагавшим, что «творческое начало принадлежит математике». Однако, уже вскоре А. Эйнштейн заявил: «После того как на теорию относительности набросились математики, я сам перестал понимать её». В результате отрыва от «почвы» (эксперимента) и здравого смысла появилось много «мыльных пузырей» – артефактов, «засоряющих» физику. Болезнь оказалась хронической, во второй половине 20-го века появились высказывания крупных ученых, критикующих «математические перегибы». Приводим их мнения по проблеме «перематематизации»: **М.А. Марков [176]** писал: «За последние десятилетия всё чаще и чаще встречается своеобразное, **чисто математическое творчество в физике**. Физики-теоретики часто, исходя из каких-то более или менее убедительных соображений, «предлагают» свои уравнения для

описания целой совокупности физических явлений, как «творец» создавая воображаемый мир. Часто эти предложения не выдерживают испытания экспериментом ... Такие физические «дары» можно видеть во многих толстых специальных журналах. Они наполняют их в виде не оправдавших себя теорий». **М.А.Лаврентьев и Б.В.Шабат [175]**, характеризуя положение дел в гидромеханике, пишут: «... пишется немало работ, содержащих сложные и пространственные результаты точной теории решений дифференциальных уравнений гидродинамики, весьма далекие от действительности. На наш взгляд практическая ценность таких работ существенно снижается простым замечанием, что сами-то уравнения гидродинамики лишь весьма приблизительно описывают физические явления. Поэтому некоторые результаты **так называемой точной теории** по бессмысленности напоминают выкладки с огромным числом знаков над величинами, только очень грубо приближающими точные. Фактически эту же мысль повторяет и **П.В.Харламов [187]**, говоря о том, что «появилась механикоподобная математика» – математические спекуляции в области механики. В квантовой теории поля, по словам **Я.Б.Зельдовича [301]**, происходит смена поколений ученых: «Приходят двадцатилетние ребята, **сразу, без груза предыдущих работ и традиций**, берущиеся за новую тематику ... В теории поля рассматриваются 5-и, 11-и и 26-мерные пространства». **А.В.Новожилов [187]**, в механике сплошных сред, фиксирует, что «... всё чаще стали появляться всевозможные «мыслимые модели» ... Никто не интересуется определением входящих в эти теории физических констант; решаются задачи, доказываются теоремы существования и единственности решений уравнений».

О «дарах» – артефактах в СТО ранее уже говорилось. После же работ А.Эйнштейна по ОТО [361, 365, 366, 367] и др. стали появляться работы его последователей, в частности [220, 225, 261, 270, 273, 295, 299, 302, 312, 319, 320, 321, 347, 348, 400, 403, 401÷414, 416, 425, 434, 441, 442, 447, 448, 450, 455, 483, 506, 509, 511, 512, 524]. Для большинства этих работ было характерно наличие «смелых гипотез» и сложного аппарата. О подтверждении «леса формул» хотя бы одной «вязанкой дров» экспериментальных данных речь не шла.

Эти построения критиковались многими физиками. В частности: **П.А.М.Дирак**: «Если настаивают на сохранении четырёхмерной симметрии в уравнениях гравитации, то тем самым **исключается возможность приложения квантовой теории... выводы вынуждают меня усомниться** в том, насколько фундаментальными для физики являются условия четырехмерности».

**Р.Марцке, Дж.Уилер**: «В теории Эйнштейна гравитация рассматривается как проявление геометрии пустого пространства. Какая другая мысль может показаться менее удобоваримой? **Говорить о пустом искривленном пространстве вообще кажется нелепым**».

**Дж.Синг:** «Рассмотрев уравнения гравитационного поля,...читатель может прийти к заключению, что общая теория относительности даёт туманное и неопределенное описание Вселенной. Он будет не так уж неправ».

**А.А.Тяпкин:** «В последнее время была доказана ошибочность официально принятой в науке точки зрения Эйнштейна об обязательном использовании римановой геометрии.»

**А.Логунов:** «Сами по себе дифференциалы четырёх координат никакого физического смысла не имеют, т.к. они непосредственно не связаны с расстоянием между двумя точками в трехмерном пространстве ни с временным ходом процессов.»

**Дж.Уитроу:** «...эквивалентность всех систем отсчета в общей теории относительности совместима с пустым фоном, что молчаливо предполагается...».

**П.У.Бриджмен:** «Координаты всегда есть координаты какого-то реального физического объекта. Вне физического субстрата мы не можем выделить в пространстве то, что могло бы характеризоваться координатами. Поэтому понятие «события» как точки пустого четырехмерного пространственно-временного континуума оказывается, в физическом плане фикцией.

Вышеприведенные суждения убеждают в том, что: 1) Четырехмерное пространство-время Г.Минковского – «дар», т.е. артефакт; 2) Общая теория относительности и её космологические следствия – «дар», т.е. артефакт; 3) «**Дары**» необходимо отвергнуть, артефакты – устранить.

## ГЛАВА 10. АРТЕФАКТЫ И «ПОДСКАЗКИ»

*... любая новая теория провозглашается «революцией в физике», хотя революции совершаются не в физике, а только в научно-философских предпосылках.*

**Г.Мак – Витти**

### § 41. ПРОБЛЕМЫ И АРТЕФАКТЫ

*Будущее науки вырастает из нынешних проблем.*

**М.Б.Менский**

#### 41.1 Физические проблемы

Термин «проблема» был уже разъяснен. Различными учеными неоднократно составлялись «перечни наиболее актуальных проблем физики» [288]. Перечень, предложенный В.Л.Гинзбургом [288], насчитывает их несколько десятков. Одной из таких проблем является отсутствие теории пространства и времени (ни СТО, ни ОТО по мнению многих философов и физиков таковой не является, поскольку не отвечая на сущностные вопросы, касаются только метрических аспектов).

**Проблема вакуума** является актуальной как для классической, так и для «современной» физики, однако, за редким исключением [466] в учебной литературе не затрагивается. Изучение вакуума осуществляется, в настоящее время, специалистами по физике элементарных частиц и астрофизиками [29, 30, 176, 226, 238, 287, 288, 427, 525, 526, 529, 530, 543].

В классической физике проблема вакуума должна, по мнению **М.Бунге**, решаться в рамках специального раздела физики – «протофизике». На основе накопленной информации физического, философского и методологического характеров, можно сформулировать список дихотомий – вопросов о пространстве и времени, ответы на которые и должны дать основу для протофизики. Эти вопросы для пространства таковы: 1). Пространство – конструкт или референт? 2). Пространство вечно или оно когда-то «возникло»? 3). Пространство – понятие, сводимое к другому или нет? 4). Пространство – ограничено или нет? 5). Пространство – эвклидово или нет? 6). Пространство трехмерно или нет? 7). Пространство однородно и изотропно или нет? 8). Пространство непрерывно или дискретно? 9). Пространство стационарно или нет?

Для понятия «время» можно сформулировать вопросы – дихотомии: 1). Время субстанционально или реляционно? 2). Время универсально или специфично? 3). Время – понятие, не сводимое к другим понятиям или нет? 4). Время

имеет границы или нет? 5). Время одномерно или нет? 6). Время однородно или нет? 7). Время обратимо или нет? 8). Время непрерывно или дискретно?

Ряд вопросов о пространстве и времени формулируют также авторы статей, посвященных проблемам физики:

**М.Б. Менский [239]**, ссылаясь на В.Л. Гинзбурга, говорившего о «трех великих проблемах физики», формулирует их так: 1). Интерпретация квантовой механики; 2). «Стрела времени» (т.е. его необратимость); 3). Редукционизм (сведение биологии к физике).

Парадокс «стрелы времени» (термин А. Эддингтона) продолжает обсуждаться в физической периодике и в монографиях (И.Р. Пригожина – в частности). Нами уже было показано, что «обратимость времени» – артефакт [406]; время необратимо и этот вопрос будет далее рассмотрен более подробно, чем в [406].

**И.Ф. Гинзбург [242]** приводит вопросы, «существование ответов на которые, не очевидно, а время ответов на них не поддается оценке». Первый из этих вопросов: как интерпретировать результаты, полученные в теориях, где  $x \rightarrow 0$  или (и)  $x \rightarrow \infty$ ? Второй вопрос касается нарушения СРТ и СР-инвариантностей, а третий – размерности пространства–времени (почему четыре?).

Таким образом, в [239] и в [242], как и других работах, формулируются проблемы, которые можно назвать «проблема асимметрии времени» и «проблема континуума». Этим проблемам посвящены, в частности, соответствующие работы [180, 182, 232, 233, 276, 277, 285, 320, 331÷333, 389, 501, 503, 504, 514, 578÷580] и [128, 157, 230, 260, 382, 390, 502, 520, 574].

В заключение заметим, что не всякая проблема для ее решения, требует устранения какого-либо артефакта, но всякое устранение артефакта решает некоторую проблему.

## 41.2. Кластеризация артефактов

В предыдущих главах приведены выявленные артефакты ядер и базисов рассмотренных парадигм. Далее сгруппируем их в кластеры, исключив попутно дублирование (наличие в различных парадигмах идентичных артефактов). Таковых кластеров три, это:

**Кластер фундаментальных артефактов** - образуют артефакты, общие для различных парадигм, либо состоящие из нескольких частных артефактов. Это:

**1. Артефакт №1.** Отсутствие теории пространства и времени (П и В) т.е. хронофизических основ. Его компоненты: 1.1. Нет описаний генезиса понятий П и В; 1.2. Наличие дихотомий П и В; 1.3. Обратимость (симметрия) времени. Он порождает проблему создания протофизики – теории пространства и времени.

**2. Артефакт №2.** «Сюрпризы» континуума. Его компоненты: 2.1.Наличие «событий»; 2.2.Принцип «мгновенной» (локальной) инерционности произвольно движущихся систем отсчета; 2.3. Возможность появления бесконечностей ( сингулярностей). Это - проблема континуума.

**3. Артефакт №3.** Системы отсчета. Компоненты: 3.1. Отсутствие определений систем отсчета; 3.2. Статус наблюдателя; 3.3. Неопределенность «собственных» величин. Это -проблема методологии теорфизики.

**4. Артефакт №4.** Преобразования Галилея. Компоненты: 4.1. Отсутствие описания генезиса ПГ и их статуса; 4.2. Обратные ПГ; 4.3. Формула «сложения» скоростей; 4.4. Трехмерные ПГ; 4.5. «Правые» и «левые» ПГ. Проблема методологии теорфизики.

**5. Артефакт №5.** Методологические артефакты. Компоненты: 5.1. Симметрия времени; 5.2. ПГ и ПЛ. Проблема генезиса и свойств пространства и времени.

**Кластер структурных артефактов** образуют фундаментальные (составные) артефакты, характерные для ядер парадигм в целом. Это:

**6. Артефакт №6.** Структура ядра термодинамики. Компоненты:

6.1. Артефакт ФБМО; 6.2. Температура и ПЛКР; 6.3. Производство энтропии; 6.4. Уравнение баланса энтропии (УБЭ); 6.5. Конститутивные уравнения; 6.6 Вариационные принципы; 6.7. Соотношения взаимности. Проблема континуума.

**7. Артефакт №7.** Структура ядра СТО. Компоненты: 7.1.Статус СТО и ПЛ; 7.2. Вывод ПЛ; 7.3. Обратные ПЛ; 7.4.Лорентцев множитель и «парадокс штриха»; 7.5. Формула «сложения скоростей»; 7.6. Некорректность ПЛ; 7.7. Импульс, сила, энергия в СТО; 7.8. Трехмерные ПЛ; 7.9. Правые и левые ПЛ. Проблема методологии теорфизики.

**Кластер частных артефактов(порождаемые проблемы - вышеприведенные).**

**Артефакт №8.** Начальные условия в моделях с уравнениями в частных производных второго порядка по  $t$  ;

**Артефакт №9.** Ретроартефакт закона Гука;

**Артефакт №10.** Локализация полей в пространстве;

**Артефакт №11.** Модели квазифинитных электромагнитных полей.

**Артефакт №12.**Хроноартефакты «финиша»

## §42. КЛАСТЕРИЗАЦИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «ПОДСКАЗОК».

*Информация, захлёстывающая нас, огромна,  
в чем-то подобна шуму толпы. Хотим же  
мы услышать отдельные голоса, подсказывающие  
дорогу, ведущие за собой. Благородная и главная  
задача истории и методологии науки – обострить  
наш слух, помочь продвижению вперед.*

**В.Л.Гинзбург.**

### 42.1. Кластеризация «подсказок»

В результате анализа парадигм (механики, электродинамики, термодинамики, СТО и методологических) выявлены артефакты, кластеризованные нами. Кроме того, попутно образовалась коллекция суждений физиков, философов, математиков разных времен и народов (см. Текст, Эпиграфы, Приложения 2, 3), которые можно (а вернее – нужно!) считать «подсказками» для исследований Пространства и Времени.

Всю совокупность этих подсказок (кавычки далее опускаем) разобьём на кластеры, соответствующие вышеперечисленным проблемам: А.Подсказки к проблеме «реальности»; В.Подсказки к проблеме методологии теоретической физики; С.Подсказки к проблеме протофизических основ; Д.Подсказки к проблемам генезиса и свойств пространства и времени; Е.Подсказки к проблемам континуума. Все кластеры от А до Е можно считать компонентами проблемы вакуума.

После «именных» подсказок в кластерах приводятся подсказки, встречающиеся неоднократно, первоначальное авторство которых мне неизвестно. Они маркируются как ПП (парадигмальные подсказки). Приводим подсказки физиков и философов и физически ориентированных математиков.

#### **Кластер А. Подсказки к проблеме «реальности».**

**А.Пуанкаре:** 1).Невозможна реальность, не зависящая от ума, постигающего её;

Свойства времени – это только свойства часов, а свойства пространства – только свойства измерительных инструментов.

**И.Кант:** Разум формирует наши представления о пространстве и времени. Мы видим в Природе то, что позволяет нам видеть наш разум.

**Ш.Авалиани:** Измерение – это деятельность человека, в известном смысле субъективная.

**М.Планк:** Наука не может быть отделена от исследователей, которые ею занимаются.

**М.Марков:** Понятие физической реальности подчинено человеческой деятельности.

**П.У.Бриджмен.** Физически значимой является лишь та система координат, с которой связан наблюдатель и его инструменты.

**П П:** Физические понятия – конструкты, сформулированные на эмпирической основе, различной в различных разделах физики.

**КластерВ. Подсказки к проблеме методологии теоретической физики.**

**Аристотель:** Для решения проблемы надо выбирать расчленение и деление... Мы не только измеряем движение временем, но и время движением, **вследствие их взаимного определения.**

**Ф.Хойл:** Для прогресса науки отрицание важнее доказательств.

**В.Акоста, К.Кован, Б.Грэм:** Законы в физике нельзя рассматривать как истину в последней инстанции, к ним надо относиться просто как к моделям.

**М.Ахундов:** Теории описывают не сами реальные явления, а их идеализации. Измерение есть структурный элемент теории.

**М.Марков:** В новой теории многое достигается не введением новых понятий, а ограничением старых.

**М.Бунге:** Если нет электромагнитного поля, то нет нужды и в преобразованиях Лорентца. Считать СТО теорией пространства и времени – не нужно. В ней речь идет не об их сущности, а об их измерениях.

**Л.Мандельштам:** Основной предмет СТО – электромагнитные явления в движущихся полях.

**С.Хайкин:** При измерении быстрых движений можно обойтись без СТО, пока не ставится вопрос о переходе к другой системе координат.

**М.Планк:** Мы всегда возвращаемся к источнику, из которого возникла наука. Это – понятие целостности. Без предпосылки существования абсолютных величин вообще не может быть определено ни одно понятие, не может быть построена ни одна теория.

**Г.Идлис:** В итоге научных революций часто «всё возвращается на круги своя».

**ПП1:** Понятие «симметрии» физически не определено; использование его в физике иногда необоснованно.

**ПП2:** Физические понятия иногда проявляют «агрессивность», необоснованно расширяя область своего применения.

**ПП3:** Физический закон и уравнение – объекты разной природы; первые относятся к основам теории, вторые – к её применению.

**С. Подсказки к проблеме протофизических основ.**

**А.Петров.** Главные «кирпичи» в фундаменте физической теории: **материя, пространство, время.**

**Ж.-Л. де Бюффон:** Физический закон является таковым лишь в силу того, что его легко измерить и что шкала, которую он представляет, не только всегда одна и та же, но и единственная в своем роде.

**М.Бунге:** 1). В физике необходима «домашняя уборка». При разработке новых теорий всегда необходимо заново расшифровывать, какие понятия пространства и времени необходимы.

2). Ответы на вопросы о пространстве и времени может дать только протофизика.

3). Время порождает причинные цепи протекающих процессов.

**Дж.Уитрод:** Шкалу времени, при анализе проблем движения, необходимо сконструировать.

**Ш.Авалиани:** Относительность движения должна «генетически» переходить в относительность скорости и ускорения.

**К. де Борегар:** Сведение времени к пространству – древняя и плодотворная идея.

**А.Чернин:** От причинно-следственного порядка – к порядку временному – ясная и привлекательная идея. Странно, но из неё до сих пор не выросла физическая теория времени.

ПП1: Среди физических величин наиболее важны аддитивные.

ПП2: Размерность физических величин устанавливается произвольно.

ПП3: Всякий физический процесс локализован в пространстве и во времени.

**Д. Подсказки к проблеме генезиса и свойств пространства и времени.**

**А.Чернин:** В природе нет никакого времени «самого по себе». Не существует единого всеобщего времени для всей природы. Время – это конкретные физические свойства данных физических тел и происходящих в них изменений.

**Я.Аскин:** Каждое явление осуществляет время и отсчитывает его ход, являясь своего рода часами. Природа времени воплощена в самих процессах, происходящих в мире.

**М.Бунге:** В отличие от пространства, которое существует само по себе, время не есть нечто самостоятельное. Согласно Аристотелю и Лукрецию, время – это темп событий.

**Л.Эйлер:** Если время можно определить только рассмотрением движения, то мы не можем признать времени без движения, ни движения без времени.

**В.Фредерикс, А.Фридман:** Любые часы, как бы они не ходили, являются физическим способом арифметизации времени.

**Г.Рейхенбах:** Мы никогда не измеряем «часовое время», но всегда процессы, периодические или нет. Понятия пространства и времени не нужны, если нет процессов, реализующих их.

**Дж.Уилер:** Фактически время – это длина, а не независимое от неё понятие.

**Г.Мак–Витти:** Установление факта одновременности двух удаленных друг от друга событий, в результате любых процедур и любых вычислений, не может быть однозначным.

**Л.Бриллюэн:** В релятивистской теории каждая частица  $M_n$  имеет координаты  $x_n, y_n, z_n$  и время  $t_n$ .

**А.Грюнбаум:** Мнение, что эксперимент Майкельсона-Морли даёт экспериментальную основу для второго постулата Эйнштейна – ошибочно.

**ПП1:** Пространство и время в физике не имеют определений, отличных от ньютоновских.

**ПП2:** Пространство и время – основные понятия всякой классической теории.

### **Е. Подсказки к проблеме континуума.**

**В.Л.Гинзбург:** Появление сингулярностей указывает на неприемлемость или ограниченность теории; В «малом» пространство и время становятся дискретными, квантованными.

**А.Чернин:** Возникновение бесконечностей в физических формулах – сигнал тревоги. Теория становится в тупик.

**Б.Я.Брусиловский:** Наблюдаются только конечные интервалы времени и пространства. Любому движению присуща принципиальная неопределенность.

**Д.Бом:** «Истинные» длины и отрезки времени внутренне не определены, так как они не входят ни в одно из соотношений, согласованных с результатами измерений.

**А.Вяльцев:** Определение мгновенной скорости – физическая бессмыслица.

**Д.Бруно:** Начало и основа всех заблуждений в физике и математике есть разложение континуума на бесконечное число частей.

**Б.Кузнецов:** Галилеев бесконечно малый элемент вещества – зародыш материальной точки ... зародыш всех затруднений науки.

**Д.Гильберт:** Бесконечного нет в природе. Оперирование с бесконечным может стать надежным только через конечное.

**М.Марков:** Идея бесконечной делимости в настоящее время исчерпывается.

Далее приводим примеры использования подсказок в физике.

### **42.2. Использование подсказок**

Наша точка зрения заключается в том, что, если в полном объеме учесть все подсказки методистов, физиков и математиков, то можно ликвидировать все артефакты классических парадигм. Однако, многие из этих подсказок пока

не услышаны. Те же, которые были замечены, принесли большую пользу физике. Приведем примеры.

**Аристотель, М.Ахундов** – о невозможности построения «теории всего» и необходимости расчленения науки о Природе на отдельные части и разделы. Сформировавшейся в конце 19-го столетия идее «единства физики» модной до недавнего времени [227÷229,253,262,291,296,330,510] эффективно противопоставит идея диакоптики (исследования сложных систем по частям) [153,156,163,167,170,171,175,178,179,183, 235, 570, 573].

**И.Кант, Ш.Авалиани** – о субъективном характере познавательной деятельности человека. Это суждение поддерживается сейчас многими авторами [126,134,139,146,154÷156,176,178,182,187,208,214,226,246,248,270, 276, 329, 336,373÷378,395,434,448] и др.

**Подсказки из кластера E**, которые касаются проблемы соотношения в физике дискретного и непрерывного, также имеют развитие [128,157,182,230, 242, 260, 308,309,382,390,502,507] и др.

**Подсказки современных авторов** – в работах последних десятилетий, излагающие новые теоретические и астрофизические результаты [522, 525÷530, 543]. Речь идет о природе вакуума, структуре и свойствах Вселенной, о тёмной материи и энергии, повышении точности измерений времени. Из этих и ряда других работ следует, что:

- 1). В Мире нет ничего, кроме вакуума – синонима понятия «материя».
- 2). Вакуум может содержать частицы, поля, темную материю, темную энергию.
- 3). Вселенная в целом – плоская (эвклидова), трёхмерная.
- 4). Можно рассматривать абсолютную систему координат, центр которой расположен в точке минимальной асимметрии реликтового излучения (и именовать, как и раньше, «системой неподвижных звёзд»)

Все, приведенные в этом параграфе подсказки, а также подсказки математиков образуют, в совокупности, основу (не аксиоматическую) для построения протофизики. Первый шаг к построению этих основ – ликвидация (на основе подсказок) дихотомии вопросов пространства и времени, т.е. фиксация современных представлений о них.

### 42.3. Подсказки математиков.

Ранее кластеризованы подсказки преимущественно физиков и философов. Многие математики интересовались проблемами физики и их суждения, отличающиеся от таковых физиков и философов более строгой логикой, представляют особый интерес. Далее приводим выборку из высказываний известных математиков по различным проблемам физики, анализирующих многие

вопросы зачастую тщательнее самих физиков, хотя иногда и ошибающихся (поскольку никогда не ошибаются только бездельники).

Все подсказки математиков кластеризованы, как ранее подсказки физиков и философов, по физическим проблемам.

### 1. Кластер А. «К проблеме реальности».

**А.Пуанкаре** [334]: 1). «Индукция, применяемая в физике всегда недостоверна, потому что она опирается на веру во всеобщий порядок во Вселенной... Индукция математическая, т.е. доказательство путем рекуррентности, напротив, представляется с необходимостью, поскольку она есть только подтверждение одного из свойств самого разума»; 2). «Геометрия заимствована из опыта. Геометрические аксиомы не являются ... априорными суждениями, ни опытными фактами. Они суть **условные соглашения**, ... не более, чем замаскированные определения»; 3). «Евклидова геометрия **была и всегда будет наиболее удобной**, т.к.: а) она проще всех других; б) она в достаточной степени согласуется со свойствами реальных твердых тел»; 4). «Свойства геометрического пространства: а). непрерывность; б).бесконечность; в).трёхмерность; г).однородность; д).изотропность»; 5). «Абсолютного пространства не существует; мы познаем только относительное движение. Абсолютного времени не существует; **утверждение, что два промежутка времени равны, само по себе не имеет смысла**»; б). «Мы не способны к непосредственному восприятию не только равенства двух промежутков времени, **но даже и простого факта одновременности двух событий, происходящих в разных местах**».

**П.В.Харламов** [187,188]: « ... единственным исходным понятием является понятие макроскопического материального тела. **Все остальные понятия ... вводятся как вспомогательные мыслимые объекты**. При таком подходе становится очевидной схоластика ... дискуссий о реальности, ...свойствах пространства, времени и т.п.»

**Ф.Дайсон** [192]: 1) «Математика для физика является не просто инструментом, при помощи которого он рассчитывает различные явления. Математика – это основной источник представлений и принципов, посредством которых создается новая теория»; 2). «Общая теория относительности представляет собой наиболее выдающийся **пример теории, построенной с помощью математической игры в жмурки**»

### 2. Кластер В. «К методологии теоретической физики»

**А.Пуанкаре**[335]: 1) « ... Усилия ученых всегда были направлены к тому, чтобы разложить сложное явление на большое число элементарных явлений»; 2). «Движение всякой системы должно подчиняться одним и тем же законам, независимо от того, относим ли мы его к неподвижным осям или к подвижным,

перемещающимся равномерно и прямолинейно. Это принцип относительности движения».

**С.Улам [56]:** 1). «...почему математики не классифицировали специальную теорию относительности, не представили её в виде различных типов «специальных относительностей? Лично я уверен в существовании других «относительностей»; 2). «Математики могли бы принять в качестве постулата, что, скажем частота остается постоянной ...»; 3). В теоретической физике, как и чистой математике, мы можем наблюдать дихотомию между новыми, важными и «неожиданными» идеями и ограничивающими синтезами уже принятых теорий».

**П.В.Харламов[188]:** 1). «Нередко ...результат такого объединения догматически преподносили в виде некоего истинного утверждения ...**догму большинство воспринимает легче, чем критический анализ, всегда требующий более глубокого сомнения**»; 2). «В подобных случаях методологи науки рекомендуют вернуться к истокам и, проанализировав их, проверить развитие и трансформацию понятий во времени... При таком подходе мы сталкиваемся с необходимостью рассматривать первичные представления, нередко плохо обоснованные, «сырые».

**А.Лихнерович [223]:** 1). «... исследователь приходит к мысли, что физическая цель оправдывает математические средства. что не всегда справедливо ...»; 2). Многие учёные нашей эпохи считают, что истинное понимание действительности может иметь место лишь тогда, когда ...построена последовательная математическая модель».

**Н.Н.Моисеев[573]:** 1). «Современная физика – это логически связанная система математических моделей»; 2) «... сегодня мы строим модели самых разных процессов и ...сталкиваемся с тем, что наше описание их может оказаться неоднозначным. Мы должны стремиться давать не просто описания явлений, а **наиболее простое** из них».

Авторы монографии [153]: 1). «Необходимо руководствоваться «принципом устойчивости», принципом «простоты», принципом продолжения»; 2). «Надо использовать «фундаментальные абстракции», не забывая, что хоть они и «фундаментальные» но всё же – «абстракции»; 3). «Принцип грубости моделей»: начинать с «грубой» модели полезно даже тогда, когда очевидна необходимость в более детальной модели»; 4). «Принцип факторизации: сложную модель надо факторизовать на несколько простых, а затем «сшить» их результаты»

### **3. Кластер С. «К протофизическим основам»**

**И.М.Яглом [465]:** 1). Что такое геометрия – Ф.Клейн: содержание геометрии составляет изучение тех свойств геометрических фигур, которые **сохра-**

няются при всевозможных движениях. Возникает вопрос: какие именно соотношения между координатами точек имеют **геометрический смысл**, а какие – случайны, т.е. зависят лишь от выбора системы координат. Преобразования координат сохраняют величину тогда, когда это сохранение имеет смысл при поворотах и параллельных переносах самих координат»; 2). «Мы ограничиваемся только «правыми» системами координат, поэтому рассматриваем только такие «движения» плоскости (т.е. преобразования координат), которые переводят «правую» систему координат опять в «правую» – «собственные движения»; 3). «Что такое механика? ... В противоположность геометрии, в механике «движение» – это всегда процесс. Здесь интерес представляют траектории отдельных точек, скорости и ускорения этих точек в отдельные моменты времени. В механике учитывается фактор времени, а **геометрия времени** «не знает»; 4) «На первый взгляд может показаться, что основным понятием механики (точнее кинематики) являются «траектория», «скорость», «ускорение»... однако... сами по себе никакого механического смысла они не имеют и рассматриваться механикой не могут. ...Механический смысл имеют только такие свойства движущихся тел, которые не меняются при преобразованиях Галилея».

**Б.Я.Брусиловский [156]:** Безусловно поддерживая принцип математической простоты моделей, автор [156] указывает на важность «принципа факторизации» – разложение исходной сложной моделируемой системы на более простые, что, как он считает, и есть **главная задача теории систем**.

**4. Кластер D. «К проблеме генезиса и свойств пространства и времени».**

**А.А.Фридман [350]:** 1) «... у нас гораздо более ясны представления о пространстве, нежели о времени. В физическом пространстве мы встречаемся с явлением, называемым движением... »; 2). «**Число**, показываемое часами данной точки  $M$ , есть **совершенно произвольная, зависящая от нашего выбора, величина** – «физическое местное время точки  $M$ »; 3). «Для всех точек трёхмерного пространства выберем **одно основное движение; часы для всех точек будут одни и те же**. Звездное время –  $t_*$  – это **универсальное время**; 4). «...третий сорт времени – маятниковое время, оно – местное; 5). «Идея произвольного времени была высказана ещё Блаженным Августином; 6). «Промежуток времени между двумя моментами времени есть **измеримая интенсивность**».

**М.Клейн [169]:** 1). « ... Герон доказал, что свет, двигаясь из точки  $P$  в точку  $Q$  и отражаясь в зеркале, распространяется по кратчайшему пути. Т.к. скорость света постоянна, то кратчайший путь означает и кратчайшее время распространения света»; 2). «Р.Дедекинд утверждал, что число не выводимо из интуитивных представлений о пространстве и времени ..., а, напротив, – из числа выводятся понятия пространства и времени.

## 5. Кластер Е. «К проблеме континуума»

Авторы [153]: «... можно поставить вопрос о построении моделей для сложных сред изначально дискретных, т.е. базирующихся на конечно-разностном уравнении».

### §43. ЭЛИМИНАЦИЯ ДИХОТОМИЙ

Дихотомии пространства и времени сформулированы на основе изучения многих литературных источников (физических, философских, физико-математических). Поскольку эти дихотомии представляют собой вопросы, касающиеся различных свойств пространства и времени, под их элиминацией будем понимать ответы на вопросы, фиксирующие те или иные свойства и снимающие двусмысленности. Эта фиксация является не абсолютной, поскольку она основана на **парадигме сегодняшней**, но может измениться при **завтрашней смене парадигмы**.

#### 43.1. Дихотомии пространства

**1. Пространство: конструкт или референт?** Пространство согласно реляционной теории, является конструктом, референт которого – вакуум. Пространство есть абстракция, которой человеческий разум описывает вакуум. Вакуум объективен, пространство субъективно.

**2). Пространство эвклидово или нет?** Долговременные фундаментальные исследования астрономов и астрофизиков показали, что пространство Вселенной – «плоское» (эвклидово). Тем более, всякая конечная часть мирового пространства (место), доступная изучению человеком, является эвклидовой.

**3). Пространство трёхмерно или нет?** Упомянутые выше исследования достоверно подтвердили трёхмерность пространства, которая была ранее интуитивно обоснована физиками и математиками [36,120,159,182,517].

**4). Пространство ограничено или нет?** Ограниченным может быть конечная часть пространства (место). Пример – пространство внутри волновода или сосуда. Мировое пространство, согласно имеющимся на сегодня астрономическим данным, неограниченно. Признать существование неких границ пространства нельзя и по соображениям философского характера. Пространство безгранично и бесконечно.

**5). Пространство вечно или «возникло»?** Однозначный ответ на этот вопрос пока невозможен: теория «большого взрыва» на данный момент считаться стопроцентно достоверной не может, как и противоположная точка зрения.

**6). Пространство однородно и изотропно или нет?** Вопрос не корректен т.к. однородность и изотропность могут наличествовать в одном смысле и отсутствовать в другом. Конечная часть пространства – место – может быть, в за-

висимости от рассматриваемого протекающего в нем процесса и от соответствующей ему модели, либо однородной и изотропной, либо однородной, но анизотропной, либо неоднородной, но изотропной, либо неоднородной и анизотропной.

**7). Пространство непрерывно или дискретно?** Прямые экспериментальные доказательства дискретности пространства **пока отсутствуют**. Тем не менее, «квантовая революция», начатая М.Планком в 1900г. привела к появлению большого числа математических моделей и теорий, предполагающих и обосновывающих дискретность пространства [29,31,78,111,113,128,157,169,182,230,260,265,502]. Мой ответ на вопрос №7: пространство дискретно.

**8). Пространство стационарно или нестационарно?** Вопрос некорректен, т.к. на малых масштабах пространство нестационарно (квантовые флуктуации вакуума), а на больших – возможны варианты.

**9). Пространство симметрично или нет?** Вопрос некорректен, т.к. симметричность и её отсутствие могут быть присущи той или иной модели процессов, протекающих в пространстве. Далее будет приведен пример право-левой асимметрии при движении системы отсчета  $K'$  относительно системы  $K$ .

#### 43.2. Дихотомии времени.

**1. Время субстанционально или реляционно?** Время – реляционно.

**2. Время имеет границы или нет?** Вопрос некорректен, т.к. он фактически предполагает субстанциональность времени. Поэтому время – конструкт, оно может быть в зависимости от конкретной модели процесса, в котором оно фигурирует, быть как ограниченным ( $t \in [0, T]$ ), так и неограниченным ( $t \in [0, \infty)$ ).

**3. Время понятие, сводимое к другим, или нет?** Время – понятие, сводимое к другим. Согласно принципа хроногенеза, оно сводится к пространству (порождающая аддитивная шкала – расстояние), а в термодинамике – к количеству тепла (порождающая аддитивная шкала – количество теплоты). Время – понятие вторичное в термодинамике (определяется количеством теплоты) и третичное – в механике (где первичен вакуум, а вторично – пространство).

**4. Время однородно или нет?** Шкала времени может быть, в зависимости от способа её построения однородной или неоднородной. Абсолютная (ньютонова) шкала времени – однородная. Дискретная шкала времени (как в механике, так и в термодинамике) – неоднородна.

**5. Время одномерно или нет?** Абсолютная шкала времени одномерна (время – скаляр). Далее будет показано, что возможны ситуации, требующие введения трёхмерного времени.

**6. Время непрерывно или дискретно?** Время непрерывно или дискретно в зависимости от того какова порождающая шкала. Эти шкалы либо обе непрерывны, либо обе дискретны.

**7. Время симметрично или нет?** Симметрия времени, т.е. его обратимость – артефакт, время асимметрично. Любая хроношкала – необратима.

**8. Время универсально или специфично?** В существующей классической парадигме время универсально, т.к. абсолютное время используется в любых математических моделях физики. С точки зрения принципа хроногенеза, хроношкалы специфичны как для различных разделов физики (механика, электромагнетизм, термодинамика), так и для различных моделей внутри каждого из разделов (в частности в кинематике дискретная шкала строится факторизацией  $\Delta x_k = \langle v_k \rangle \tau_k$ , т.е. однозначности нет и возможно множество хроношкал  $\{\tau_k\}$ , отвечающих различным скоростям  $\langle v_k \rangle$ ).

А.Эйнштейн и его последователи считали, что СТО и их основа – ПЛ носят фундаментальный, глобальный характер и должны быть распространены на всю физику. Соотношения кинематики СТО должны входить во все разделы физики: механику, термодинамику, оптику, электродинамику. В более поздний период СТО пытались «внедрить» в механику сплошной среды и квантовую механику, т.е. «релятивизовать все, что есть».

В ходе этих попыток механика и другие разделы физики безжалостно «прогибались» под СТО, а ПЛ считались верховным арбитром при ответе на вопрос: инвариантно ли данное уравнение относительно ПЛ или нет? Уравнения, которые после ПЛ изменили свой вид, считались неправильными. Редкими были публикации, в которых бы высказывалось очевидное – король гол, а ПЛ – заурядная подстановка, имеющая узкий смысл – инвариантность волновых уравнений электродинамики. Волновые уравнения механики, ранее приведенные нами, свидетельствуют, что они ПЛ «неподвластны», и, тем более, это относится и к электродинамическим и другим уравнениям диффузионного типа и уравнениям Кирхгофа (телеграфным уравнениям). Т.о. и ПЛ и СТО в целом годятся только в рамках оптики.

## РАЗДЕЛ II. УСТРАНЕНИЕ АРТЕФАКТОВ

*И только тут он полностью осознал  
случившееся: артефакта более не  
существовало.*

**К.Саймак.** «Заповедник гоблинов».

### ЧАСТЬ 4. ОСНОВЫ ПРОТОФИЗИКИ

*Там, где отсутствуют всякие  
основы, я ненавижу все гипотезы.*

**К.Ф.Гаусс.**

*Физика не могла бы развиваться, если  
бы всё и всегда делали только привычное...  
Иногда здание физики приходится разбирать  
и перестраивать.*

**Х.Юкава.**

### ГЛАВА 11. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ПРОТОФИЗИКИ

*Физическая величина есть результат  
измерений и вычислений, она будет, так  
сказать, сфабрикованной вещью, созданной  
нашими операциями.*

**А.Эддингтон.**

#### §44. Основные понятия

*Значение физических наук... состоит не  
только в том, что они всё время  
пополняют сумму наших знаний, но,  
и прежде всего, в том, что они  
позволяют подвергнуть критике те  
основания, на которых покоятся  
наши самые первые понятия.*

**Н.Бор.**

#### 44.1. Предложения М.Бунге.

1. Протофизика – это совокупность понятий и принципов, имеющих отношение к самым общим чертам физических систем.

2. В протофизику входят: 1) мерология (учение о соотношении части и целого с позиций системного подхода; 2) реляционные концепции пространства и времени, различные в разных теориях.

3. Протофизические основы физики опираются на философско-методологические и формальные (математические) построения (конструкты), аккумулирующие все прошлые достижения физики.

4. Целью протофизики является прояснение структуры оснований физики и «домашняя уборка» (ликвидация аномалий и «темных мест» парадигм), выявленных их ревизией (аудитом), построение аксиоматики.

К этим тезисам М.Бунге добавим следующие замечания, опирающиеся на: 1). осуществленный анализ классических физических парадигм; 2). анализ философских и методологических парадигм; анализ «подсказок».

**По первому предложению:** К «самым общим чертам» относим: 1) проблему реальности (соотношение, в процессе познания, объективного и субъективного); 2). понятия: материя, вакуум, пространство, время, движение (процесс); 3). генезис и свойства понятий; 4). используемые принципы.

**По второму предложению:** При анализе взаимодействия частей и целого, необходимо кроме системного подхода еще анализировать проблему континуума (соотношение между непрерывным и дискретным). При анализе возможных концепций пространства и времени также необходимо учитывать возможность построения как непрерывных, так и дискретных шкал.

**По третьему предложению:** Сформулированные перечни понятий и принципов можно считать аналогом аксиоматики. В обычном понимании аксиоматизация в протофизике (как и в физике в целом) нецелесообразна.

**По четвертому предложению:** В нашей терминологии речь идёт о выявлении и ликвидации артефактов в классических физических парадигмах, что является содержанием этой книги. Об аксиоматике – см. предыдущее замечание.

#### 44.2. Основные понятия

**А. Физический вакуум.** Вакуум – синоним материи. Он стационарен, бесконечен, безграничен. Состоит из частиц, полей, тёмной материи, тёмной энергии. В вакууме могут существовать и распространяться любые частицы и поля; он существует объективно, являясь референтом конструкта «пространство». К протофизическим свойствам вакуума относим: 1). Существование постоянной максимальной скорости распространения любых сигналов –  $c_\infty$  (на данный момент времени полагаем, что  $c_\infty = c$  – скорости света в вакууме); 2). Существование фундаментальной константы – кванта (минимальной величины) действия –  $h_0$  (на данный момент времени полагаем, что  $2h_0 = h$ ); 3). Существование связи между энергией электромагнитного излучения  $E$  и его частотой  $\nu$  (формула М.Планка):

$$E = h\nu. \quad (11.1)$$

4). Существование связи между длиной волны  $\lambda$  (корпускулярно-волновой дуализм) и импульсом  $p = mv$  микрочастицы (формула Л. де Бройля):

$$\lambda = \frac{h}{mv}. \quad (11.2)$$

**В. Физическое пространство.** Пространство – конструкт (референт – вакуум). Свойства пространства описываются в рамках евклидовой геометрии трех измерений. Пространство безгранично и бесконечно. Однородность и изотропность пространства обусловлена материей, заполняющей его. Пространство дискретно: существует фундаментальная константа  $l_0$  – минимальная длина (одон – [157]). В классической (макроскопической) физике полагают, что  $l_0 \rightarrow 0$ , т.е. пространство – континуально. Способом «привязки к месту» (место – часть пространства) любого тела является метод координат (**Р. Декарт**). Точка  $O$  – начало координат – выбирается произвольно, через неё проводятся трое попарно ортогональных прямых – оси  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ . Обычно используют «правую» систему координат (ось  $Ox$  – направлена положительной своей частью слева – направо; ось  $Oy$  перпендикулярна к ней в плоскости листа и направлена вверх; ось  $Oz$  – нормально чертежу и направлена вверх). Система координат неподвижна относительно удаленных звезд и именуется абсолютной. Система координат, снабженная **наблюдателем** (человеком или роботом) и набором инструментов для измерения координат и времени, называется **системой отсчёта**. Для систем отсчёта движущихся прямолинейно и равномерно (т.е. инерциальных систем) справедлив принцип относительности **А.Эйнштейна**.

**С. Физическое время.** Время – конструкт, не имеющий референта (поскольку таковых имеется бесчисленное количество), а характеризующий (всегда совместно со скоростью движения или процесса) интенсивность любых **изменений**. Время измеряют часами – устройством, которое его визуализирует («Часы измеряют свой собственный ход» – **М.Шлик**). В классической механике время универсально, неограниченно, непрерывно, однородно, одномерно и симметрично («обратимо»).

**В протофизике:** Время – шкала интервалов (непрерывная или дискретная), специфичная для различных процессов; она «привязана» не к месту в пространстве (система отсчета), а к конкретному движению или процессу. Хроношкала **положительно определена**: значения  $t < 0$  отсутствуют, поскольку обратимость времени – артефакт. Имеется фундаментальная дискретная хроношкала с одинаковыми «шагами» –  $\tau_0$ , имеющими смысл минимально возможной величины (квант времени). С фундаментальной возможной длиной  $l_0$  (квант пространства)  $\tau_0$  связан зависимостью  $\tau_0 = l_0/c$  и именуется хрононом [157]. Эту шкалу будем именовать квазиабсолютной, она соответствует принципу наименьшего времени Ферма.

**Д. Движение (процессы).** Механическое движение – это изменение положения тел в пространстве. Физические процессы – это теплопроводность, диффузия, электропроводность и др., описываются **полями** различной природы. При использовании дискретных величин (в моделях, построенных конечно-разностными методами) возникает ряд трудностей в описании движений [157]. Обойти их можно следующим способом. Для любых целых положительных чисел  $N$ ,  $M$  ( $M \geq N$ ) дискретные координаты и время можно записать в виде:  $x_N = l_0 N$ ,  $t_M = \tau_0 M$ ,  $x_N / t_M = V_{N,M} = N l_0 / M \tau_0 = (N/M) c$ ,  $(N/M) = V_{N,M} / c$ . Ясно, что должным выбором  $N$  и  $M$  всегда можно получить (с заданной точностью) любое  $V_{N,M}$ .

## Е. Боргартоника (протофизический компонент термодинамики)

**Е1.Боргартон.** В термостатике широко используется понятие «термостат». Оно обозначает систему достаточно больших размеров, в которую помещается изучаемая система (системы). Термостат поддерживает внутри себя постоянную температуру, не изменяющуюся при нагреве или охлаждении тела (системы), помещенного в термостат. Кроме термина «термостат», для устройства с такими же свойствами используют и другие названия. В литературе встречаются: тепловая «баня», тепловой резервуар, управляющий резервуар, «ящик» (для процессов диффузии), резервуар энергии и частиц, «вселенная». Мы будем рассматривать «метатермостат», отличающийся от термостата универсальными свойствами: 1) В «метатермостат» можно помещать тела и их системы произвольных размеров; 2) В нем можно поддерживать любые, наперед заданные значения всех термодинамических параметров – температуры, давления, концентрации и т.д.; 3) Все параметры также могут изменяться произвольным образом во времени и в пространстве. Далее такое устройство для мысленных экспериментов будем называть Боргартоном – в память о профессоре Александре Александровиче Боргардте, замечательном ученом и человеке.

**Е2.Макроточкой** будем называть малое сплошное тело, обладающее всеми макроскопическими свойствами соответствующего «массива» и не допускающее уменьшения своих размеров без потери «представительских» функций. Иначе говоря, макроточка есть тело минимальных размеров, обладающее макроскопическими свойствами (температурой, теплоемкостью, теплопроводностью и т.д.). Не ограничивая общности, будем далее диссипативный процесс взаимодействия макроточки с Боргартоном считать процессом теплопроводности, приписывая Боргартону некоторую температуру  $T_S$  (постоянную или переменную), а макроточке – переменную температуру  $T_M(\tau)$ . Поскольку внутри макроточки температура одинакова (не зависит от пространственных координат), а сама макроточка есть минимальная, «элементарная» макросистема, ясно, что она является в нашем анализе аналогом ФБМО (имеющим конечные размеры). Рассмотрим возможные подходы к оценке размеров макроточек для различных сред и характерных времен релаксационных процессов в них.

Эксперименты с быстротекущими процессами теплопередачи в тонких пленках и слоях жидкости обрабатываются зачастую на основе параболического уравнения теплопроводности, из которого получают оценки для «глубины проникновения» температурного поля как функции времени [406:167÷170]. В связи с этим указываются предельно малые (но все еще – макроскопические) интервалы длины и времени, для которых справедлива и анализируемая модель. Для слоев толщиной  $\delta_0 \sim 10^{-5}$  см, характерное время теплопередачи составило  $\tau_0 \sim 10^{-6}$  сек. Оценка времени прогрева нагреваемой лазерным лучом полупроводниковой пленки показала, что время нагрева составило  $\tau_0 \sim 10^{-10}$  сек. при толщине пленки  $\delta_0 \sim 10^{-5}$  см. Тонкая проводящая пленка (напыляемый резистивный элемент) с толщиной  $\delta_0 \sim 10^{-6}$  см обеспечивала измерение темпе-

ратуры за  $\tau_0 \sim 10^{-6}$  сек. Уточняя понятие «температура поверхности тела», автор [406:170] воспользовался формулой Эйнштейна для относительной флуктуации температуры. Для температуры  $T_0 = 300$  К частицы тела на его поверхности и флуктуации ее  $\delta T \sim 10^{-3}$  К, было найдено значение размера частицы  $d_0 \sim 10^{-4} - 10^{-3}$  см. Автор предполагает, что приповерхностный слой толщиной  $\sim d_0$  имеет температуру  $T_0$  с точностью  $\delta T \sim 10^{-3}$  К, чем и определяется «температура поверхности». Масштабный эффект – зависимость коэффициента теплопроводности  $\lambda$  тонких пленок и волокон от их толщины или диаметра  $\delta$ , анализировался в работах [406:68–70,151]. Было показано теоретически и подтверждено экспериментально, что  $\lambda$  растет с  $\delta$ , достигая значения в «массиве» при  $\delta = 10^{-5} - 10^{-4}$  см. Оценка размеров малого объема, в котором флуктуации плотности или температуры маловероятны, что позволяет приписать такому объему среды вполне определенные макроскопические параметры, осуществлялась в [406:118,140,146]. Для воздушной среды с радиусом  $R_0$  (см) подсчет вероятности поднятия концентрации кислорода на 1% выше нормальной был сведен к определению времени ожидания (периода) такой флуктуации. Для  $R_0$  (см):  $10^{-5}$ ;  $2,5 \cdot 10^{-5}$ ;  $3 \cdot 10^{-5}$ ;  $5 \cdot 10^{-5}$  были найдены (соответственно) времена ожидания:  $10^{-11}$  сек; 1,0 сек;  $10^6$  сек;  $10^{68}$  сек, что подтверждает макроскопичность частицы с диаметром  $\sim 10^{-4}$  см. В [406:118] для времен ожидания относительных вариаций числа частиц  $2 \cdot 10^{-10}$ ;  $3 \cdot 10^{-10}$ ;  $4 \cdot 10^{-10}$ ;  $5 \cdot 10^{-10}$  были получены, соответственно, значения (сек):  $4 \cdot 10^{-3}$ ; 1,0;  $1,3 \cdot 10^3$ ;  $1,3 \cdot 10^7$ . Автором, на основе формулы для вероятностей флуктуаций, были проделаны расчеты вероятностей отклонения от температуры  $T_0 = 310$  К кубика воды с ребрами  $l_0 = 10^{-4} - 10^{-1}$  см. Для  $l_0$  (см) =  $10^{-4}$ ;  $10^{-3}$ ;  $10^{-2}$ ;  $10^{-1}$  были получены вероятности флуктуации  $\delta T = 10^{-4}$  К: 97%; 23%; 0%; 0%. Для  $\delta T = 10^{-3}$  К соответствующие вероятности оказались равными: 69%; 0%; 0%; 0%. Для  $\delta T = 10^{-2}$  К:  $6 \cdot 10^{-3}$ %; 0%; 0%; 0%. Здесь вероятность, обозначенная «0%» была менее  $10^{-4}$ %. Эти расчеты также демонстрируют, что для  $l_0 \geq 10^{-4}$  см вероятность флуктуаций мала. Для относительных флуктуаций  $\varepsilon = \overline{\delta T} / T_0 = 10^{-5}$ ;  $10^{-7}$ ;  $10^{-9}$  по формуле Эйнштейна [406:3]:

$$\varepsilon^2 = \frac{\overline{(\delta T)^2}}{T_0^2} = \frac{k_B}{V_0 c_V} \quad (11.3)$$

были найдены параметры макроточек. Здесь:  $k_B$  – постоянная Больцмана;  $V_0 = l_0^3$  – объем макроточки;  $C_V$  – объемная теплоемкость. Теплофизические характеристики материалов заимствованы в [406:42]. Для  $l_0 = V_0^{1/3}$  и  $\tau_r = l_0^2/2a$  получены значения :

Материал		Вода	Сталь (0,1% С)	Медь	Алюми- ний	Грунт	Воздух
$\varepsilon = 10^{-5}$	$l_0 \cdot 10^5$ см	3,2	3,3	3,4	3,9	4,0	48,0
	$\tau_r \cdot 10^7$ сек	3,7	$45 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	1,7	6,2
$\varepsilon = 10^{-7}$	$l_0 \cdot 10^3$ см	0,69	0,71	0,73	0,84	0,86	10,34
	$\tau_r \cdot 10^5$ сек	17,17	0,21	0,02	0,04	7,89	28,77
$\varepsilon = 10^{-9}$	$l_0$ мм	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	2,23
	$\tau_r \cdot 10^3$ сек	79,65	0,97	0,11	0,19	36,60	133,47

При  $T_0 = 300$  К  $\varepsilon = 10^{-5}$  соответствует  $\delta T \cong 0,3 \cdot 10^{-2}$  К,  $\varepsilon = 10^{-7}$  –  $\delta T \cong 0,3 \times 10^{-4}$  К,  $\varepsilon = 10^{-9}$  –  $\delta T \cong 0,3 \cdot 10^{-6}$  К. Поскольку в большинстве практических случаев погрешность  $\delta T = 0,3 \cdot 10^{-2}$  К вполне приемлема, характерными параметрами можно считать приведенные в двух верхних строках табл. 3 ( $\varepsilon = 10^{-5}$ ). Видно, что  $l_0 = 3,2 \cdot 10^{-5} - 0,48 \cdot 10^{-3}$  (см), что удовлетворительно согласуется с оценками, приведенными ранее. Характерные времена  $\tau_r = 5 \cdot 10^{-10} - 6,2 \cdot 10^{-7}$  (сек) также соответствуют данным других авторов.

**Е3. Диссипаторы.** Диссипатор – модель, столь же фундаментальная для термодинамики, как осциллятор для механики, электродинамики, квантовой механики. Как известно, осциллятор – это модель периодического (колебательного) процесса, в простейшем случае – маятника, совершающего гармонические колебания с периодом  $T$ . Осциллятор любого вида является часами, т.е. устройством, вырабатывающим (генерирующим) время. Хроношкала, порождаемая осциллятором, является механическим временем – непрерывным и однородным. В отличие от осциллятора, диссипатор генерирует термодинамическое (диссипативное) время, порождая иную хроношкалу – дискретную, состоящую из временных интервалов различной протяженности –  $D$ -периодов.

Диссипатором является макроточка, помещенная в Боргартон, в которой происходит диссипативный процесс. Далее будем этот процесс считать теплопроводностью, а взаимодействие диссипатора с Боргартонном – теплообменом. Не ограничивая общности, конкретизируем процесс теплообмена – считаем, что макроточка (диссипатор) нагревается от своей начальной температуры  $T_0$  до температуры Боргартонна  $T_S$ . Процесс такого нагрева – эволюционный, монотонный (непериодический) процесс, в ходе которого осуществляется непериодический термодинамический хроногенез, так что можно считать диссипатор термодинамическими часами.

Основное «уравнение движения» диссипатора – это первое начало термо-

динамики, устанавливающее равенство количества подведенного к макроточке тепла с приращением ее внутренней энергии (диссипатор есть система «при постоянном объеме»). Таким образом, имеем балансовое соотношение

$$\Delta Q_0 = \Delta Q_0^{(+)}, \quad \Delta Q_0 = V_M c_V \Delta T_0, \quad \Delta Q_0^{(+)} = S_M \bar{q}_S^{(+)} \tau_0, \quad (11.4)$$

где  $\Delta Q_0$  – приращение внутренней энергии диссипатора (аккумулируемое тепло);  $\Delta Q_0^{(+)}$  – тепло, переданное диссипатору Боргартонем (поток тепло);  $V_M$ ,  $S_M$  – объем и площадь поверхности (теплообмена) диссипатора;  $c_V$  – удельная объемная теплоемкость макроточки;  $\Delta T_0$  – приращение температуры диссипатора за время  $\tau_0$ ;  $\bar{q}_S^{(+)}$  – плотность потока тепла от Боргартона к диссипатору, усредненная по периоду времени  $t \in [0, \tau_0]$  –  $D$ -периоду. Если  $T_S - T_0 = \Delta T_0$ , то в диссипаторе за время  $\tau_0$  осуществляется релаксация слабого температурного возмущения («слабый» диссипатор). При  $T_S - T_0 = N \Delta T_0$ ,  $N \gg 1$  будем говорить о релаксации сильного температурного возмущения («сильном» диссипаторе). Традиционная схема расчетов в термодинамике (как и в механике и в физике вообще) заключается в том, что температура некоторой точки  $A$ ,  $T_A(\tau)$  определяется формулой – функцией  $T_A = T_A(\tau)$ . Различные моменты времени  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_j, \dots$  задаются, т.е. считаются известными. Для них вычисляются величины  $T_A(\tau_1), T_A(\tau_2), \dots, T_A(\tau_j), \dots$ . Говорят о динамике температуры, и функциональная зависимость  $T_A(\tau)$  есть конечная цель – решение задачи. В Боргартонике дело обстоит иначе. Независимой переменной, «ведущей» процесс, является температура. В сильном диссипаторе она меняется ступенчато: на первом этапе осуществляется переход  $T_0 \rightarrow T_1 = T_0 + \Delta T_0$ , на втором – переход  $T_1 \rightarrow T_2 = T_1 + \Delta T_0$ , на  $k$ -м шаге –  $T_{k-1} \rightarrow T_k = T_0 + k \Delta T_0$ . Вычисляемыми величинами являются интервалы времени  $\{\tau_k\}$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ), необходимые для совершения этих температурных переходов –  $D$ -периоды. Процесс полной релаксации сильного диссипатора, т.е. изменение его температуры от  $T_0$  до  $T_S$  совершается за  $N$  шагов ( $D$ -периодов) различной длительности (возрастающей). Этот процесс есть процесс хроногенерации сильного диссипатора – построения временной шкалы  $\{\tau_k\}$  ( $k = \overline{1, N}$ ). Температурный интервал  $\Delta T_0$  мал, но конечен. Его величина определяется точностью измерения температуры. Таким образом, температура в Боргартонике изменяется дискретно, с шагом  $\Delta T_0$ . Понятие дифференциала температуры  $dT$  отсутствует.

Мы пока воспользовались первым началом термодинамики (первая формула (11.4)), определением объемной теплоемкости (вторая формула) и постулируемой факторизацией теплового потока на площадь, плотность потока тепла, среднюю по интервалу, и интервал времени (третья формула (11.4)). Последнее соотношение фактически есть **определение термодинамического времени, которое вводится в термостатику одновременно с плотностью**

теплового потока, что, собственно, и есть переход к термодинамике, являющийся в существующей парадигме артефактом, так как содержит логический круг (время вводится соотношением Гиббса, в которое подставляется балансы термодинамических параметров уже содержащие время). Для конкретизации выражения  $\Delta Q_0^{(+)}$  нам понадобится второе начало термодинамики, однако не в форме  $dS \geq 0$ . Воспользуемся формулировкой II-го начала [406:141, с. 21]: «... переход теплоты от тела, менее нагретого, к телу, более нагретому, не сопровождающийся каким-либо другим процессом, невозможен». Поскольку рассматривается только теплопроводность, в отсутствие «других процессов», то эквивалентным приведенному будет утверждение «В процессе теплопроводности тепло всегда переходит от более нагретого тела к менее нагретому». Мера интенсивности перехода тепла – плотность его потока  $q$  – пропорциональна (что неоднократно подтверждалось экспериментально) разнице температур горячего ( $T_1$ ) и холодного ( $T_2$ ) тел, или разнице температур между двумя точками одного тела:

$$q \sim (T_1 - T_2), \quad q = K(T_1 - T_2) = \frac{T_1 - T_2}{R}, \quad K = \frac{1}{R}. \quad (11.5)$$

Здесь коэффициент пропорциональности  $K$  выражен через  $R$  – «термическое сопротивление» вводимое по аналогии с законом Ома. Для  $R$  было эмпирически найдено

$$R \sim \delta, \quad R = K_1 \delta, \quad K_1 = \frac{1}{\lambda}, \quad R = \frac{\delta}{\lambda}. \quad (11.6)$$

В (11.6)  $\delta$  обозначает расстояние между точками с температурами  $T_1$  и  $T_2$ , параметр  $\lambda$ , обратный коэффициенту пропорциональности  $K_1$ , называется коэффициентом теплопроводности. Комбинируя (11.5) и (11.6) получаем конечно-разностную форму закона Фурье.

Рассмотрим простейший, одномерный диссипатор – макроточку в форме фрагмента бруска постоянного произвольного сечения  $S_0$ ; через торцевые сечения фрагмента бруска к нему подводится (отводится) тепло от Боргартона. Длина фрагмента –  $l_0$ , боковая поверхность идеально теплоизолирована. Диссипатор имеет начальную температуру  $T_0$  и помещается в Боргартон с температурой  $T_S > T_0$ . Рассмотрим слабый диссипатор, для которого  $T_S = T_0 + \Delta T_0$ . Температура макроточки  $\bar{T}_M(\tau)$  одинаковая по всей ее длине  $l_0$  и изменяется со временем. Обозначив чертой сверху усреднение величины по периоду времени  $t \in [0, \tau_0]$ , получаем:

$$\bar{q}_S^{(+)} = \frac{\lambda}{l_0/2} (T_S - \bar{T}_M), \quad (11.7)$$

где  $\bar{q}_S^{(+)}$  – плотность (средняя) потока тепла от Боргартона к диссипатору, а  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности макроточки. В качестве расстояния между

двумя точками с температурами  $T_1$  и  $T_2 - \delta$  здесь стоит  $l_0/2$  – «полудлина» макроточки, так как точка, «представляющая» температуру диссипатора, находится в его центре. Эта температура (отнесенная к центру макроточки и в то же время одинаковая во всех геометрических точках внутри её), усредненная за период времени  $\tau_0$ , равна:

$$\bar{T}_M = \frac{1}{\tau_0} \int_0^{\tau_0} \tilde{T}_M(\tau) d\tau. \quad (11.8)$$

Поскольку принято, что температура макроточки (диссипатора) изменяется дискретно, т.е. наблюдаемы только температуры  $T_0$ ,  $T_S = T_0 + \Delta T_0$ , температура  $\tilde{T}_M(\tau)$  является «виртуальной», ненаблюдаемой (флуктуирующей) температурой, об «истинном» законе изменения которой при  $t \in [0, \tau_0]$  говорить нельзя, так как эта «микродинамика» лежит вне термодинамики. Соответственно время, изменяющееся от 0 до  $\tau_0$ , есть виртуальное время, играющее вспомогательную роль, тогда как в Боргартонике имеют смысл лишь конечные интервалы ( $D$ -периоды)  $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k, \dots$

Для вычисления  $\bar{T}_M$  и  $\bar{q}_S^{(+)}$  необходимо задаться «пробными» функциями  $\tilde{T}_M(\tau)$  и  $\tilde{q}_S^{(+)}(\tau)$  таким образом, чтобы  $\tilde{T}_M(0) = T_0$  и  $\tilde{T}_M(\tau_0) = T_S = T_0 + \Delta T_0$ . Простейший вид такой функции:

$$\tilde{T}_M(\tau) = T_0 + \Delta T_0 \varphi_n(\tau/\tau_0), \quad \varphi_n(\tau/\tau_0) = (\tau/\tau_0)^n, \quad n \in [0, \infty). \quad (11.9)$$

При  $n \in [0, \infty)$  «микрофункция перехода»  $\varphi_n(\tau/\tau_0) = \varphi_n(\eta)$  ( $\eta = \tau/\tau_0$ ) описывает монотонное возрастание  $\tilde{T}_M(\tau)$  от  $T_0$  до  $T_S$  (для описания убывания температуры  $T_0 \rightarrow T_S$ ,  $T_0 > T_S$  функция  $\varphi_n(\eta)$  легко модифицируется). Случаям  $n=0$  и  $n=\infty$  соответствуют скачки  $T_0 \rightarrow T_S$  соответственно в моменты  $t=0$  и  $t=\tau_0$ . При  $n=1,0$   $\varphi_1(\eta) = \tau/\tau_0$  и  $\tilde{T}_M(\tau)$  – линейная функция времени, а  $\bar{T}_M = (T_0 + T_S)/2$ . Семейство функций  $\varphi_n(\eta)$  образует два подкласса: 1) «запаздывающие» функции  $\varphi_n(\eta)$  при  $n \in (1, \infty)$  (в интервале  $\eta \in (0,1)$  все  $\varphi_n(\eta) < \varphi_1(\eta)$ ); 2) «опережающие» функции  $\varphi_n(\eta)$  при  $n \in [0,1]$  (все  $\varphi_n(\eta) \geq \varphi_1(\eta)$ ). Таким образом,  $\varphi_1(\eta)$  является верхней гранью для запаздывающих и нижней точной гранью для опережающих микрофункций перехода. В итоге получаем:

$$\bar{q}_S^{(+)} = \frac{1}{\tau_0} \left( \frac{\lambda}{l_0/2} \right) \int_0^{\tau_0} \Delta T_0 (1 - \varphi_n(\tau/\tau_0)) d\tau = \frac{\lambda}{l_0/2} \Delta T_0 \Psi_n^{-1}, \quad \Psi_n = \frac{n+1}{n}. \quad (11.10)$$

Из (11.4), где  $V_M = S_0 l_0$ , а  $S_M = 2S_0$  и (11.10) получаем решение «уравнения диссипатора» (УД) – первого из соотношений (11.4):

$$\tau_0 = \tau_{0,n} = \Psi_n t_0, \quad t_0 = \frac{l_0^2}{4a}, \quad a = \frac{\lambda}{c_V}. \quad (11.10)$$

При  $n = 1$ ,  $\Psi_n = \Psi_1 = 2$ , откуда следует

$$\tau_{0,1} = 2t_0 = \tau_r, \quad \tau_r = \frac{l_0^2}{2a}. \quad (11.11)$$

Интервалы  $\tau_{0,\infty} = \Psi_\infty t_0 = t_0 = l_0^2/4a$ ,  $\tau_{0,1} = 2t_0 = \tau_r = l_0^2/2a$ ,  $\tau_{0,n} = \Psi_n t_0$  ( $n \neq 1$ ) будем называть, соответственно, нулевым, первым и  $n$ -м  $D$ -периодами. Интервал  $\tau_{0,1}$  будем также называть собственным временем слабого диссипатора; приведенные в таблице для макроточек параметры  $\tau_r$  имеют именно такой смысл. Индекс « $n$ » у функции  $\varphi_n(\eta)$  и параметра  $\Psi_n$  будем называть «индексом хрононелинейности».

Рассмотренный элементарный диссипативный процесс релаксации слабого температурного возмущения, когда температура диссипатора совершает переход  $T_0 \rightarrow T_S$ ,  $T_S > T_0$ , симметричен, по отношению к решению УД – (11.11), процессу перехода  $T_0 \rightarrow T_S$  при  $T_0 > T_S$ , т.е. понижения температуры. Поэтому можно рассматривать (для определенности) процессы с повышением температуры диссипатора, когда  $T_0 < T_S$ , имея в виду, что понижение её (при тех же по модулю переходах) приводит к такому же хроногенезу, т.е. тем же значениям  $D$ -интервалов.

### 44.3. Основные принципы.

Для протофизики, как и для физики в целом, справедливы все принципы теоретической физики, в частности: принцип наименьшего действия, принцип относительности, принцип причинности, принцип соответствия и др. Наиболее, на мой взгляд, существенные принципы протофизики можно свести к двум группам.

**А. Философские принципы:** 1). Принцип наблюдаемости; 2). Принцип объективности существования материи (вакуума); 3). Принцип диалектического единства и противоположности непрерывного и дискретного; 4). Принцип простоты (принцип Оккама); 5). Принцип причинности; 6). Принцип ревизионизма (постоянная проверка предшествующих теорий).

**В. Методологические принципы:** 1). Принцип невозможности «точных» измерений физических величин; 2). Принцип невозможности установления «одновременности» пространственно удаленных событий; 3). Принцип невозможности для любых физических величин бесконечных значений; 4). Принцип невозможности для любых физических величин иррациональных и комплексных значений; 5). Принцип пространственной и временной локализации физических процессов; 6). Принцип структурно-системного, а не аксиоматического построения физических теорий; 7). Принцип диакоптики (исследования слож-

ных систем по частям). Автором ранее предложены [406]: принцип бифакторизации аддитивных шкал и принцип континуализации дискретных цепочек и излагаемый далее принцип хроногенеза.

#### 44.4. Основные методы.

**А. Минимизация факторизаций (метод «тройного прыжка»).** Далее будет изложен метод определения минимально возможных значений факторизуемых величин и одной из факторизант. Речь идет о формулах Планка, де Бройля и о «канонических» формулах, связывающих длину волны и частоту с фазовой скоростью и скорость и время движения частицы с пройденным ею расстоянием – формулах факторизации вида:  $a \cdot b = c$ . Здесь  $c$  – факторизуемая величина,  $a$  и  $b$  – факторизанты. Ранее перечисленные формулы либо имеют такой вид, либо к нему приводятся (заменой частоты на обратную величину – период колебаний).

Пусть  $a$  – величина, максимальное значение которой –  $A$  ( $A = \max a$ ),  $b$  – минимизируется до значения  $b_0$  факторизанта ( $b_0 = \min b$ ),  $c$  – факторизуемая величина, минимально возможное значение которой –  $c_0$  ( $c_0 = \min c$ ). При некотором значении  $c$ , величина  $a$  совершает «первый прыжок»:  $a \rightarrow A$ . Чтобы правая часть (т.е. величина  $c$ ) не изменилась, величина  $b$  должна уменьшиться до значения  $b' = c/A$ . Затем следует «второй прыжок» – величина  $c$  уменьшается до значения  $c_0$ . «Третий прыжок» – уменьшение величины  $b'$  до значения  $b_0 = c_0/A$ . Таким образом, первоначальное соотношение принимает вид:  $Ab_0 = c_0$ , где  $b_0$  и  $c_0$  – минимальные значения. Величины  $A$  и  $c_0$  считаются известными. Этот метод будет далее применен к формулам, ранее указанным, а также к макроскопическим принципам минимального действия Лейбница и Мопертюи.

**В. Метод генетической связи.** Этим методом устанавливаются связи для  $t'$  (время в системе  $K'$ ), а также связь преобразований Лоренца с первой из формул ПГ (т.е. с выражением для  $x'$  или  $\Delta x'$ ). Этот метод реализуется различными способами, здесь же приводим 2: самый наглядный и самый простой. В первом случае:

$$x' = x - vt = u't', \quad x = ut, \quad (11.12)$$

$$t' = \left( \frac{u}{u'} - \frac{v}{u'} \right) t \quad (11.13)$$

Из (11.13) и общих соображений следует, что

$$t' = \alpha_1 t + \alpha_2 x, \quad \alpha_1 = 1, \quad \alpha_2 \sim v. \quad (11.14)$$

В (11.14) первый член в правой части можно считать имеющим сомножитель  $v^0 = 1$ , а второй – сомножитель  $v^1 = v$ . Приравняв выражения при  $v^0$  и  $v^1$  в (11.13) и (11.14) найдем, полагая что  $u > v$ :

$$-\frac{v}{u'}t = \alpha_2 x = -\frac{v}{u'} \frac{x}{u}, \quad \alpha_2 = -\frac{v}{u u'} = -\frac{v}{u^2}. \quad (11.15)$$

Если взять в качестве пробной частицы фотон, то вместо  $x/t = u$  получим  $x/t = c$  и:

$$u = u' = c, \quad \alpha_2 = -\frac{v}{c^2}, \quad t' = t \left(1 - \frac{v}{c}\right) = t - \frac{vx}{c^2}. \quad (1.16)$$

При замене второго постулата А.Эйнштейна на утверждение о существовании максимально возможной скорости  $c$ , можно записать:  $x/c = t$ ,  $x'/c = t'$ . Простым делением на  $c$  выражения для  $x'$  из ПГ получим:

$$\frac{x'}{c} = t' = \frac{x}{c} - \frac{v}{c}t = t\left(1 - \frac{v}{c}\right) = t - \frac{vx}{c^2}, \quad t = t_e, \quad t' = t'_e. \quad (11.17)$$

Здесь  $t$  и  $t'$  – оптические (метрологические) времена. Формулу (11.17) можно записать в виде, соответствующем пробной частице с ненулевой массой покоя, движущейся со скоростью  $u = x/t$ . Тогда:

$$t'_e = \frac{1}{c} (x - vt) = \left(\frac{u-v}{c}\right)t, \quad ct'_e = x', \quad (11.18)$$

т.е. для **любой** скорости пробной частицы  $u \in [v, c]$  относительная её скорость в системе  $K'$  может считаться равной  $c$  (если  $t_e$  взять по (11.18)). При  $u < v$  получим  $u' = -c$ , что следует из требования положительности времени.

Преобразования координат системы  $K(x, y, z, t)$  в координаты системы  $K'(x', y', z', t')$ , в которых  $x' = x - vt$ , а  $t'$  определяется (11.15) или (11.16) или (11.18) назовём парагалилеевыми, как и преобразования для случая  $u < v$ :  $t' = t\left(1 - \frac{u}{v}\right)$ . Их также можно называть постгалилеевыми механическими и постгалилеевыми оптическими.

## § 45. Физикализация геометрии

*Время – ключ к пониманию природы*

**И.Р. Пригожин**

### 45.1. Пространство и время в математике

**А. Пространство.** Это понятие с древности использовалось в геометрии. В евклидовой геометрии и в современной, где известно много неевклидовых геометрий, существует множество теорем, устанавливающих свойства **геометрических фигур** (на плоской или искривлённой поверхности) и геометрических тел (в трёхмерном пространстве).

Философско-методологические и астрофизические аспекты использования понятия «пространство» подробно изложены в [21, 24, 27, 28, 32, 34 ÷ 36, 47, 48, 51, 55, 61, 71, 73, 77, 78, 110, 113, 114, 118, 120, 123, 124, 133, 135, 136, 144, 147, 153, 157, 159, 172, 182, 187, 189, 192, 204, 208, 213, 215 ÷ 217, 276, 347,

350, 351, 390, 400, 403, 411÷414, 438, 441, 442, 459, 493, 502, 503, 511, 525, 526, 529, 530].

**В. Время.** Вошло в математику одновременно с появлением классической механики, которая рассматривалась как раздел математического анализа (Ньютон, Лагранж и др.). Это время – абстрактное (ньютоново); оно входит в уравнения движения материальных точек и их систем, твердых тел, а также в уравнения полей (в частных производных) в механике сплошных сред, электродинамике, термодинамике неравновесных процессов.

В неявной форме ( $t$  заменено на  $x$ ) время присутствует в неевклидовой геометрии, порождаемой преобразованием Галилея (ПГ) и названной автором «полуэвклидовой», хотя «хроногеометрия» подходит больше. Это связано с тем, что ПГ – результат формализации **процесса** многократного последовательного осуществления элементарного сдвига – преобразования сдвига системы декартовых координат. Сдвиг системы координат  $K'(x', y', z')$ , первоначально совпадающей с «неподвижной» системой  $K(x, y, z)$ , вправо (т.к.  $K$  и  $K'$  – системы «правые») в сторону возрастания значения  $x$  на величину  $a$  формализуется простым условием:  $x' \cong x - a$  или  $x' = x - Na$  (при  $N$  сдвигах). Смещение точки  $O'$  (начало системы координат  $K'$ ) на расстояние  $\delta x = Na$  можно факторизовать, введя одновременно две величины, скорость  $v$  и время  $t$ :  $\delta x = vt$ ,  $x' = x - vt$ . При  $y' = y$ ,  $z' = z$ ,  $t' = t$  последнее выражение является **моделью** ПГ. Поскольку пока ничего не говорилось о взаимодействии частиц, их массе, силах, на них действующих, ПГ остается хроногеометрией, где  $x$ ,  $t$  – произвольные первичные координаты. В физике:  $x = x(t)$  – закон движения пробной частицы. Пока это только «предбанник» физики – кинематика. Следующий этап – введение масс, сил и др. понятий ведут к динамике, т.е. полноправной части физики – к механике.

Чтобы от хроногеометрии – ПГ – перейти к кинематике необходимо **начать** рассматривать независимую переменную  $x \in (-\infty, \infty)$  как функцию времени:  $x = x(t)$ . Но кинематика не замкнута: нельзя найти ускорение  $a$ , его интеграл по времени – скорость  $v$  и вновь интеграл по времени от  $v(t)$  – расстояние  $x(t)$ , пока нет важнейшего элемента динамики – 2-го закона Ньютона, связывающего ускорение и силу.

#### 45.2 Время в хроногеометрии и в её протофизической модификации.

Всякий физический процесс ограничен в пространстве и времени (принцип пространственно-временной локализации процессов). В классической механике допускается движение, инфинитное в пространстве и времени.

В хроногеометрии, где в ПГ  $x' = x - vt$ , в явном виде не содержится ограничений на  $x$  и  $t$ , т.е.  $x \in (-\infty, \infty)$ ,  $t \in (0, \infty)$ . Однако, следует заметить, что рассмотрению подлежат **только** такие  $\Delta x$ , которые ограничены по величине, ибо в противном случае измерение  $\Delta x$  потребовало бы бесконечных  $\Delta t$ , которые ненаблюдаемы. Ещё более очевидным это является в протофизике, где ПГ можно представить в виде:  $\Delta x' = \Delta x - v\Delta t$ . Здесь  $\Delta x$  и  $\Delta x'$  – не векторы, а длины отрезков, т.е. положительные величины. Ясно, что  $\Delta t \leq \Delta t^*$  ( $\Delta t^* = \Delta x/v$ ) т.к. **длина не бывает отрицательной, откуда следует, что и время всегда положительно.**

Автор [465], известный «чистый математик», утверждает, что предметом исследования в геометрии и классической механике могут быть только величины, не зависящие от системы координат. В геометрии, действительно, свойства треугольника, например, не должны зависеть от его местоположения на доске или листе бумаги, а также конфигурации (находится ли некоторый угол внизу чертежа или вверху). С физикой дело обстоит сложнее. Действительно, траектория точки  $\vec{r}=\vec{r}(t)$  и её скорость  $\vec{v}=\vec{v}(t)$  зависят от системы координат, но «выбросить» эти величины из анализа нельзя, т.к. часто они – то, что следует определить в механической задаче (и только это!). Поэтому **физика не может «жестко» избегать неинвариантных величин.**

Проверка инвариантности обычно проводится для преобразований координат двух видов: а) параллельного переноса системы  $K'(x', y', z')$  вдоль оси  $Ox$  системы  $K$ ; б) вращения системы  $K'$  (центры  $K' - O'$  и  $K - O$  совпадают) против часовой стрелки в плоскости  $xOy$ . В случае а). модель преобразования:

$$x' = x - a, \quad a > 0, \quad y' = y, \quad z' = z \quad (11.19)$$

Отсюда следует:

$$x'_1 = x_1 - a, \quad x'_2 = x_2 - a, \quad x'_2 - x'_1 = \Delta x' = x_2 - x_1 = \Delta x, \quad (11.20)$$

т. е. длина отрезка  $\Delta x$  инвариантна относительно преобразования сдвига. В случае б) модель преобразования:

$$x' = x \cos \varphi + y \sin \varphi, \quad y' = -x \sin \varphi + y \cos \varphi \quad (11.21)$$

Из (11.21) легко получить, что

$$(\rho')^2 = (x')^2 + (y')^2 = \rho^2 = x^2 + y^2, \quad \rho'(-\varphi) = \rho'(\varphi) \quad (11.22)$$

Это «чистая» геометрия, в которой время отсутствует, т.к. все геометрические операции **совершаются в уме** (на бумаге, доске и т.п.) мгновенно (по умолчанию). Тем самым из геометрии **процессы исключаются**. В физике также широко распространены «мысленные эксперименты» [231, 234, 528], которые **П.-У. Бриджмен** назвал «операциями карандаша и бумаги». **Физикализация геометрии (т.е. введение в неё времени) может быть осуществлена факторизацией длины:  $L = vt$ , но это пока хроногеометрия.** Для перехода к физике (кинематике) еще необходимо учесть конечность скорости всех процессов (движение пробной частицы в частности. В кинематике координата пробной частицы  $x = x(t)$ , а скорость –  $v = v(t)$ . Протофизический принцип конечности скорости всех процессов распространяется и на «скорость» мысленных операций – их длительность не может быть равна нулю:  $\Delta t \neq 0$ .

Пусть операция многократных сдвигов системы  $K'$  относительно системы  $K$  означает, что  $L = Na$ , где  $N$  – число сдвигов на  $a$ . Поворот на угол  $\varphi$  можно отобразить как  $\varphi = N \Delta \varphi$ , где  $N$  – число поворотов на угол  $\Delta \varphi$ . Воспользуемся

факторизациями:  $L = vt$ ,  $\varphi = \omega t$  ( $\omega$  – угловая скорость вращения). Хроногеометрические преобразования сдвигов и поворотов, соответственно:

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t, \quad (11.23)$$

$$x' = x \cos\omega t + y \sin\omega t, \quad y' = -x \sin\omega t + y \cos\omega t. \quad (11.24)$$

Пусть  $K'(x', y', z', t')$  и  $K(x, y, z, t)$  первоначально совпадают. В системе  $K$  находится наблюдатель, локализованный в начале координат. В момент времени  $t = t_1$  наблюдатель в  $K$  **осуществляет операцию**: фиксирует два положения некоторой точки  $x$  в два различных момента времени, что даёт:

$$\Delta x' = x'_2 - x'_1 = (x_2 - x_1) - v(t_2 - t_1) = \Delta x - v\Delta t. \quad (11.25)$$

В хроногеометрии, как и в классической механике, допускается мгновенное действие на расстоянии, т.е. возможность того, что  $\Delta t = 0$ . Поэтому, в отличие от хроногеометрии, где, как и в геометрии,  $\Delta x$  является инвариантом ПГ ( $\Delta x' = \Delta x$  при  $\Delta t = 0$ ), в СТО из ПЛ следует:

$$\Delta x' = \frac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad \beta = \frac{v}{c}, \quad (11.26)$$

Но, ссылаясь на «синхронизацию», в СТО полагают  $\Delta t = 0$ , после чего:

$$\Delta x' = \frac{\Delta x}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (11.27)$$

Эту формулу **все авторы** трактуют (почему ?? – И.В.) как «сокращение подвижного масштаба в системе  $K'$  по сравнению с неподвижным в системе  $K$ ». Но из (11.27) видно, что вовсе не  $\Delta x' < \Delta x$ , а наоборот  $\Delta x' > \Delta x$ .

В СТО А.Эйнштейн отбросил понятие эфира, абсолютного движения и абсолютной одновременности, оставив в «правах» одновременность относительную. **Мы исключаем «любую одновременность» как физическую фикцию, равноправную точечному «событию», поскольку еще Кратилом (учеником Гераклита) было сказано: «В одну и ту же реку нельзя войти даже один раз». Т.о. протофизическое требование гласит:  $\Delta t \neq 0$ .**

В случае «идеальном» (геометрия) –  $\Delta x' = \Delta x$ ,  $\varepsilon = (\Delta x' - \Delta x)/\Delta x = 0$ . Трактую определение  $\Delta x'$  по  $\Delta x$  и  $\Delta t$ , как косвенное измерение, потребуем для минимизации погрешности этого измерения, чтобы  $\Delta t = \Delta t_{\min} = \Delta x/c$ , где

$c$ –максимально возможная скорость. Тогда для случаев  $v>0$  и  $v<0$  получим, соответственно:

$$\varepsilon_- = \frac{\Delta x' - \Delta x}{\Delta x} = -\frac{|v|}{c}, \quad \varepsilon_+ = \frac{\Delta x' - \Delta x}{\Delta x} = \frac{|v|}{c} \quad (11.28)$$

$$\varepsilon_- \in [-100\%, 0\%], \quad \varepsilon_+ \in [0\%, 100\%], \quad (11.29)$$

Формула (11.29) демонстрирует асимметрию «правого» и «левого» при движении  $K'$  относительно  $K$ .

Ни в одной из работ не рассматриваются ПГ и ПЛ при встречном движении  $K'$  относительно  $K$ . Система  $K'$  всегда обязана обгонять (со скоростью  $v$ ) систему  $K$ . Правильная (более общая) запись ПГ и ПЛ:

$$x' = x \pm vt, \quad x' = \frac{x \pm vt}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad \beta = \frac{v}{c}, \quad v \in (0, c). \quad (11.30)$$

Если пробная частица – фотон,  $t' = \frac{x'}{c}$ ,  $t = \frac{x}{c}$ . Это дает:

$$x' = x(1 \pm \frac{v}{c}), \quad t' = t(1 \pm \frac{v}{c}) = t \pm \frac{vx}{c^2}, \quad (11.31)$$

т.е. симметричные выражения для  $x'$  и  $t'$ . Выражение (11.31) представляет собой постгалилеево преобразование (ПГП) для пробной частицы – фотона.

#### §46. Трёхмерные ПГ и ПЛ.

В (11.31) величины  $(1 \pm \frac{v}{c})$  можно назвать коэффициентами деформации:  $1 - \frac{v}{c} = K_-$  – коэффициент «сжатия»;  $1 + \frac{v}{c} = K_+$  – коэффициент «растяжения»  $x'$  по сравнению с  $x$ . В трехмерном случае ПГ имеет вид:

$$\bar{r}' = \bar{r} \pm \bar{v}t, \quad x'_i = x_i \pm v_i t, \quad i=1, 2, 3. \quad (11.32)$$

По аналогии с одномерным случаем и при пробной частице – фотоне:

$$\Delta x'_i = \Delta x_i \pm v_i \Delta t, \quad \Delta t = \frac{\Delta r}{c}, \quad \Delta t_i = \frac{\Delta x_i}{c}, \quad (11.33)$$

$$(\Delta t)^2 = \frac{(\Delta r)^2}{c^2} = \frac{1}{c^2} \sum_1^3 (\Delta x_i)^2 = \sum_1^3 \Delta t_i^2, \quad (11.34)$$

$$\Delta x'_i = \Delta x_i \left(1 \pm \frac{v_i \Delta t}{c \Delta t_i}\right), \quad \Delta t'_i = \frac{\Delta x'_i}{c} = \Delta t_i \left(1 \pm \frac{v_i \Delta t}{c \Delta t_i}\right). \quad (11.35)$$

Т.к. при любом  $i$ , если  $v_i = 0$ , то по  $i$ -ой координате ни сжатия, ни растяжения нет, тогда  $\Delta x'_i = \Delta x_i$ , а  $\Delta t'_i = \Delta t$ . Из (11.25) следует «векторность» времён  $t$  и  $t'$  (их трёхмерность). Для оптических трёхмерных преобразований неизбежно появление «векторных» времён как в системе  $K(t_i, i=1,2,3)$ , так и в системе  $K'(t'_i, i=1,2,3)$ . Для механических трёхмерных ППП имеем:

$$\Delta x_i = u_i \Delta t, \quad \Delta x'_i = (u_i - v_i) \Delta t = u'_i \Delta t'_i, \quad (11.36)$$

$$u'_i = \frac{(u_i - v_i)}{(\Delta t'_i / \Delta t)} = u_i, \quad \Delta t'_i = \Delta t \left(1 - \frac{v_i}{u_i}\right), \quad i=1,2,3 \quad (11.37)$$

Т.о. в этом случае время в системе  $K(t)$  – скаляр, а в системе  $K'\{t_i\}$  – вектор.

Поскольку в уравнениях Максвелла время в обеих системах  $K(t)$  и  $K'(t')$  – скалярно, ясно, что использовать ППП для перехода от них к ПЛ, невозможно. **Трёхмерные преобразования Лорентца не существуют.**

## ГЛАВА 12. УЛЬТРАРЕЛЯТИВИСТСКИЙ ПРИНЦИП ХРОНОГЕНЕЗА

*Ухватить трудность на глубине, вот что сложно.  
Если схватить её близко к поверхности, она  
останется той же, что и была. Её нужно рвать  
с корнем; это значит, что надо начать думать  
по – новому.*

**Л.фон Витгенштейн**

*Есть шестьдесят девять способов сочинять  
песни племён; и все они правильные.*

**Р.Киплинг**

Латинский термин «relativus» означает «относительный» [11]. В СТО расстояние, время и одновременность относительны. Абсолютное, единственное время ньютоновой механики в СТО «раздваивается»: в неподвижной системе  $K$  время  $t$  – независимая переменная, а в подвижной системе  $K'$  время –  $t'$  это функция  $t$  и  $x$ . Время  $t'$  относится к части пространства (системы  $K'$ ) и одинаково для различных физических процессов. Термин «ультрарелятивистский» подчеркивает то обстоятельство, что в системах  $K$  и  $K'$  могут быть определены (построены хроношкалы) многие различные  $t$  и  $t'$ , привязанные к каждому конкретному процессу как его характеристики. Построение хроношкал (континуальных и дискретных) осуществляется на основе **принципа хроногенеза** – факторизации «порождающей» аддитивной шкалы (в механике – это шкала расстояний, в термодинамике – внутренней энергии и т.д.). Величины (их две), на которые факторизуются порождающие шкалы, будем называть **факторизантами**. В механике это скорость пробной частицы и время, которые, т.о., **вводятся одновременно**. В других разделах физики «время» и «скорость» будут другими, в частности, в термодинамике факторизантами являются «термодинамическое» время и плотность потока (тепла, массы, импульса).

Поскольку факторизация, как операция замены одной величины (полагаемой известной) двумя факторизантами, не однозначна, то осуществлена она может быть произвольным образом. Можно, однако, выделить две хроношкалы: 1). абсолютную ньютонову (универсальную) и 2). квазиабсолютную (метрологическую или оптическую) шкалу с единой фиксированной скоростью  $c$  (скорость света в вакууме). В первом случае порождающая шкала  $\{x\}$  континуальна, её «шаг» –  $dx$ . Эта шкала факторизуется на «мгновенную» скорость  $u(t)$  и «шаг» по времени –  $dt$ :

$$dx = u(t) dt, \quad \text{при } u(t) = \text{const}: \quad x = ut. \quad (12.1)$$

Во втором случае факторизация «шага» осуществляется на скорость  $c$  и «метрологическое (оптическое)» время:

$$dx = c dt_l = u(t)dt, \quad t_l = \frac{1}{c} \int_0^t u(\tau)d\tau, \quad \text{при } u(t) = \text{const}: \quad t_l = \frac{u}{c} t. \quad (12.2)$$

Поскольку  $u \leq c$ , то  $dt_l \leq dt$ ,  $t_l \leq t$ , т.е. оптические хроношкалы соответствуют принципу наименьшего времени Ферма.

Если порождающая шкала  $\{x\}$  дискретна, то дискретной будет и хроношкала. Далее рассмотрим мысленные механические эксперименты, целью которых будет: 1). прояснить сущность понятия «время» – характеристики интенсивности движения; 2). убедиться в неоднозначности факторизант – многовариантности пар «скорость – время»; 3). проследить возможность сведения любых хроношкал к абсолютной.

#### §47. Мысленные эксперименты

Вопросы обоснования, **введения времени** затрагиваются в немногих работах, где речь идет о построении временной шкалы [406:40,210,218,229]. Мы также далее попытаемся построить механическую хроношкалу, соответствующую шкале интервалов. Воспользуемся приемом Р. Карнапа, поручившему такое построение «наивному физика» (НФ), начинающему с «нуля». Поскольку НФ озабочен построением хроношкалы, имея уже априорное (интуитивное) представление о времени, мы привлечем «сверхнаивного физика» (СНФ), ничего о времени вообще не знающего. Мы ставим перед СНФ задачу: **вести время** путем разработки способа **различения** механических движений по их интенсивности (понимаемой вначале априорно, а затем формализуемой).

СНФ экспериментирует с «полигоном» – устройством, в котором шары одинакового размера, изготовленные из одного материала, скатываются с различных высот  $h_i (i = \overline{1, N})$  по желобам, представляющим собой четверти окружностей (третий октант) с радиусами  $R_i = h_i$ . Далее шары продолжают движение по горизонтальным, хорошо отполированным желобам, неограниченным, так как трения нет. СНФ умеет измерять расстояния, пройденные шарами на горизонтальных участках пути, с помощью линеек, нанесенных на желоба, и мгновенно действующей системе фотографирования. Нулевые значения  $x_j = 0$  всех линеек в желобах (шкал  $\{x_j\}$ ) находятся на одной прямой, перпендикулярной желобам в горизонтальной плоскости. СНФ умеет скатывать шары  $Ш_j$  с их стартовых высот  $h_j$  **таким образом**, чтобы первая из фотографий, на которой выделенный шар  $Ш_3$  имеет координату  $x_3 = x_3^{(0)} = 0$ , показала, что и остальные шары находятся на нулевых отметках в своих желобах.

Далее шары  $Ш_i$  (пусть  $(i = \overline{1, 5})$ ) катятся, а следящее устройство фотографирует, фиксируя координаты всех шаров в те моменты, когда шар  $Ш_3$  проходит отметки  $x_3^{(1)} = 1$  м,  $x_3^{(2)} = 2$  м,  $x_3^{(3)} = 3$  м и т.д. Вычислив (обработав фотографии) координаты всех шаров, СНФ получил таблицу значений  $x_i^{(k)}$ , фрагмент которой имеет вид:

$i$	$k$			
	0	1	2	3
1	0	1/3	2/3	1,0
2	0	0,5	1,0	1,5
3	0	1,0	2,0	3,0
4	0	2,0	4,0	6,0
5	0	3,0	6,0	9,0

Изучив эту таблицу, СНФ решает назвать движение шаров **равномерным инфинитным**, то есть таким, при котором: 1) каждому из шаров присуща своя, постоянная и равная начальной некоторая мера интенсивности движения – квазискорость  $W_i$ ; 2) если какому-либо из шаров (СНФ выбирает  $\text{Ш}_3$ ) приписать квазискорость  $W_3 = 1,0$ , то все другие могут быть выражены через нее элементарными формулами. Эти формулы таковы

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \frac{x_1^{(1)}}{x_3^{(1)}} = \frac{x_1^{(2)}}{x_3^{(2)}} = \frac{x_1^{(3)}}{x_3^{(3)}} = \dots = \frac{1}{3}, \text{ или } x_1^{(k)} = W_1 x_3^{(k)}, \\
 W_2 &= \frac{x_2^{(1)}}{x_3^{(1)}} = \frac{x_2^{(2)}}{x_3^{(2)}} = \frac{x_2^{(3)}}{x_3^{(3)}} = \dots = \frac{1}{2}, \text{ или } x_2^{(k)} = W_2 x_3^{(k)}, \\
 W_4 &= \frac{x_4^{(1)}}{x_3^{(1)}} = \frac{x_4^{(2)}}{x_3^{(2)}} = \frac{x_4^{(3)}}{x_3^{(3)}} = \dots = 2,0, \text{ или } x_4^{(k)} = W_4 x_3^{(k)}, \\
 W_5 &= \frac{x_5^{(1)}}{x_3^{(1)}} = \frac{x_5^{(2)}}{x_3^{(2)}} = \frac{x_5^{(3)}}{x_3^{(3)}} = \dots = 3,0, \text{ или } x_5^{(k)} = W_5 x_3^{(k)}. \quad (12.3)
 \end{aligned}$$

Из формул «или» (12.3) СНФ заключает, что они устанавливают взаимно-однозначное соответствие между шкалами  $\{x_i^{(k)}\}$ , позволяя от шкалы  $\{x_3^{(k)}\}$  переходить к любой шкале  $\{x_j^{(k)}\} (j \neq 3)$ . Для продолжения своих исследований СНФ, не желая зависеть от  $\text{Ш}_3$ , решает поискать некоторую другую шкалу, «внешнюю» относительно «полигона». Наблюдая, как катается то вверх, то вниз шар  $\text{Ш}_0$  в вертикальном полукружном желобе радиусом  $R_0$ , он решает назвать это движение **финитным** или периодическим. Сравнивая движения шаров  $\text{Ш}_3$  и  $\text{Ш}_0$ , СНФ заключает, что расстоянию  $x_3^{(1)} = 1,0$  м, пройденному  $\text{Ш}_3$ , соответствует скатывание  $\text{Ш}_0$  с высоты  $R_0$  с последующим подъемом на ту же высоту. Расстоянию  $x_3^{(2)} = 2,0$  м, пройденному  $\text{Ш}_3$ , соответствуют ска-

тывание и подъем  $\text{Ш}_0$  в обратном направлении. Таким образом, каждому метру расстояния, пройденного  $\text{Ш}_3$ , соответствует пройденное шаром  $\text{Ш}_0$  расстояние  $x_0 = \pi R_0$ . Ряду  $\{x_3^{(k)}\} = 0, 1, 2, 3, \dots, k, \dots$  (м) соответствует ряд  $\{x_0^{(j)}\} = 0, x_0, 2x_0, 3x_0, \dots, kx_0, \dots$  (м). Безразмерная квазискорость  $W_0$  может быть введена по аналогии с (12.3):

$$W_0 = \frac{x_3^{(1)}}{x_0^{(1)}} = \frac{x_3^{(2)}}{x_0^{(2)}} = \frac{x_3^{(3)}}{x_0^{(3)}} = \dots = \frac{k}{kx_0} = \frac{1}{x_0} \left( \frac{\text{м}}{\text{м}} \right). \quad (12.4)$$

Шкалу  $\{x_3^{(k)}\}$  теперь можно связать со шкалой  $\{x_0^{(k)}\}$  формулой вида «или».

Здесь СНФ замечает, что новую «эталонную» шкалу  $\{x_0^{(k)}\}$  он выбрал по аналогии со шкалой  $\{x_3^{(k)}\}$ , имеющей ту же размерность – длины, и что этот выбор – не единственный. Вместо последовательности расстояний  $\{x_0^{(k)}\} = 0, x_0, 2x_0, 3x_0, \dots$ , характеризующих финитное движение, его можно описать последовательностью углов:  $\{\varphi^{(k)}\} = 0, \pi_0, 2\pi_0, 3\pi_0, \dots$ , последова-

тельностью площадей, «обегаемых»  $\text{Ш}_0$   $\{S^{(k)}\} = 0, \frac{\pi R_0^2}{2}, \pi R_0^2, \frac{3}{2} \pi R_0^2, \dots$ .

Возможны такие безразмерные шкалы:  $\{N_p^{(k)}\}$  – из «разов» (то есть чисел  $0, 1, 2, 3, \dots$  или «циклов»  $\{N_c^{(k)}\}$ , каждый из которых соответствует  $2x_0$  (число скатываний шара слева вниз с последующим подъемом направо и возвращением в исходную позицию).

Поразмыслив, СНФ изобретает два устройства: подвесной и пружинный маятники, движения которых носят также циклический (периодический) характер. Анализируя работу этих устройств, которые СНФ назвал часами, он приходит к выводу, что они также могут своими «циклами» (или «разами») образовывать эталонную шкалу. Назвав «цикл» периодом  $T$ , СНФ остановился на шкале периодов  $\{N_T^{(k)}\} = 0, T, 2T, 3T, \dots$ . Величину  $T$  СНФ решил связать с некоторым финитным (периодическим) природным процессом, и в качестве такового выбрал нахождение Солнца в зените. Периоду между двумя смежными пребываниями Солнца в зените  $T_C$  СНФ решил присвоить некоторую численную величину «времени» и впредь шкалу периодов  $\{N_T^{(k)}\}$  называть шкалой времени или хроношкалой  $\{t^{(k)}\}$ . Величину  $T_C$  СНФ назвал «сутки» и ввел более мелкие единицы:

$$1 \text{ час} = \frac{1 \text{ сутки}}{24}; \quad 1 \text{ минута} = \frac{1 \text{ час}}{60}; \quad 1 \text{ секунда} = \frac{1 \text{ минута}}{60}.$$

Квазискорость, отнесенную к этой новой шкале  $\{t^{(k)}\}$  СНФ решил назвать скоростью, **определив ее** факторизацией вида:

$$\{x_3^{(k)}\} = V \{t^{(k)}\}. \quad (12.5)$$

Размерность скорости  $V - 1$  м/сек, а величина, как экспериментально установил СНФ, сравнивая показания часов с движением Ш<sub>3</sub>, оказалась равной 0,1 м/сек. Таким образом, СНФ получил возможность прогнозировать любое расстояние  $\{x_3^{(k)}\}$ , соответствующее значению  $t^{(k)} = t$ :

$$x_3^{(k)} \rightarrow x_3(t) = 0,1t \text{ (м)}. \quad (12.6)$$

Оказывается, что и все движения других шаров могут быть описаны формулами:

$$\begin{aligned} x_1(t) = W_1 x_3(t) &= \frac{1}{30} t; & x_2(t) = W_2 x_3(t) &= \frac{1}{20} t; \\ x_4(t) = W_4 x_3(t) &= 0,2t; & x_5(t) = W_5 x_3(t) &= 0,3t. \end{aligned}$$

Опираясь на эти формулы **равномерного прямолинейного движения**, СНФ далее, полагая параметры  $x$  и  $t$  непрерывными, изобрел понятие «мгновенной» скорости и «мгновенного» ускорения и построил всю кинематику прямолинейных и криволинейных движений. Встретившись с НФ и рассказав ему о своих изысканиях, СНФ узнает от него, что использовал три правила – аддитивности, единицы измерения и эквивалентности, то есть будучи «сверхнаивным» и не зная теории шкалирования [406:40,171,176,229], действовал в ее духе. На это СНФ замечает, что он не только не знал вначале об этих «ученых правилах», но и само понятие времени «ввел», то есть изобрел, наблюдая движение шаров в полигоне. Поэтому, считает СНФ, характеристика  $\{t^{(k)}\}$  является: а) понятием вторичным по отношению к движению, то есть без него смысла не имеет; б) понятия «время» и «шкала времени» эквивалентны, то есть специфического «физического» смысла у времени нет; в) интенсивность движения измеряется величиной «скорости», которая является частным случаем, одной из «квазискоростей», **соответствующей** шкале  $\{t^{(k)}\}$ . Как следствие, СНФ умозаключил также, что **всякая скорость конечна** ( $V = 0$  – нет движения,  $V = \infty$  означает, что движение уже завершилось), а поэтому непрерывность шкалы  $\{t^{(k)}\}$  есть **всегда следствие** непрерывности шкалы  $\{x_3^{(k)}\}$  (и любой шкалы расстояний). Если же шкала  $\{x^{(k)}\}$  дискретна, то есть любое  $x(t) \geq \Delta x_0$ , то и шкала  $\{t^{(k)}\}$  дискретна, причем  $t \geq t_{\min} = \frac{\Delta x_0}{V_{\max}}$ . Итак, в рамках механики подтверждается: время есть шкала для измерения интенсивности движе-

ния; мера интенсивности движения — его скорость есть величина, «сопряженная» с хроношкалой — **вводятся они одновременно**. Свойства хроношкалы: 1) реперных точек никаких она не имеет, нуль вводится произвольно; отрицательных значений с  $t < 0$  хроношкала не имеет (ФКЗ); 2) хроношкала механики равномерна по ее построению и является наиболее удобной из возможных видов шкал; 3) хроношкала может быть дискретной или непрерывной, в зависимости от того, какова «порождающая» ее шкала — шкала расстояний  $\{x\}$ .

## §48.Континуальные хроношкалы

*Удивительно, сколько скрытых возможностей ещё таят в себе элементарные математические соотношения.*

**Г.Штейнгауз**

### 48.1. Хронометрия

Операция элементарного сдвига системы  $K'$  относительно неподвижной системы  $K$  на  $\Delta x$  является геометрической. Если совершить большое число  $N$  таких последовательных сдвигов (сдвиг на  $L=N\Delta x$ ), то приходим к **процессу** движения системы  $K'$  относительно системы  $K$ , который будем характеризовать **скоростью** движения  $v$  ( $+v$  при движении  $K'$  слева направо и  $(-v)$  при обратном движении) и **временем** движения  $t$  ( $t>0$ ). Модель этого **хроногеометрического процесса** имеет вид:

$$x' = x \pm vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t \quad (12.7)$$

и отличается от ПГ только присутствием знака «+» перед  $L(t) = vt$ . Первое из уравнений (12.7) можно также представить в виде:

$$x' = x \pm ct_e, \quad (12.8)$$

где  $t_e = \frac{v}{c}t$  — оптическое время. Выражение (12.8) является подстановкой  $t \rightarrow t_e$  и аналогичных подстановок произвольное количество, но шкала  $\{t_e\}$  отличается тем, что она соответствует принципу наименьшего времени Ферма ( $t_e < t$ ).

Абсолютные континуальные шкалы  $\{x\}$  и  $\{t\}$  были введены И. Ньютоном аксиоматически, поэтому в их построении необходимости нет. Протофизическая модификация ПГ (исключение понятия одновременности — требование для любой геометрической операции  $\Delta t \neq 0$  и учет возможности  $v < 0$ ) приводит к постгалилеевым преобразованиям (ПГП) и появлению  $t' \neq t$  (времени в  $K'$ ). Хроношкалы  $\{t'_-\}$  и  $\{t'_+\}$  являются подстановками  $t \rightarrow t'_-$  и  $t \rightarrow t'_+$  и содержит (неявно) условие  $x=ct$ , характерное для оптической хроношкалы.

## 48.2. Кинематика.

Отличается от хроногеометрии тем, что в ней  $x$  – не независимая переменная, принимающая произвольные значения, а функция времени  $x = x(t)$  – закон движения пробной материальной точки (далее – «частицы»). При переменной скорости частицы  $u = u(t)$ , имеем:

$$x = \int_0^t u(\tau) d\tau, \quad u(t) = \frac{dx}{dt}, \quad (12.9)$$

Рассмотрим первое из уравнений (12.7) (ПГ). Это линейная форма относительно  $\{x, x', t\}$ . Из эквивалентности систем  $K$  и  $K'$  следует, что должна также существовать линейная форма  $\{x, x', t'\}$ . Но  $x'$  выражается через  $x$  и  $t$ , поэтому существует линейная форма  $\{x, t, t'\}$ , представимая в виде:

$$t' = \alpha_1 t + \alpha_2 x. \quad (12.10)$$

Здесь  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – параметры, подлежащие определению. Поскольку  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  зависят от  $v$ , запишем:

$$dt'_- = \alpha_1(v)dt + \alpha_2(v)dx, \quad dt'_+ = \alpha_1(-v)dt + \alpha_2(-v)dx. \quad (12.11)$$

Нам достаточно найти  $u'_-$  и  $t'_-$ , чтобы, поменяв знак во всех формулах перед  $v$ , получить  $u'_+$ ,  $t'_+$ . Учитывая (12.9) и ПГ, находим (полагая  $u > v$ ):

$$u'_- = \frac{dx'_-}{dt'_-} = \frac{dx - vdx}{\alpha_1(v)dt + \alpha_2(v)dx} = \frac{u - v}{\alpha_1(v) + \alpha_2(v)u},$$

$$u'_-|_{u=0} = -\frac{v}{\alpha_1(v)} = -v, \quad \alpha_1(v) = 1, \quad \alpha_1(-v) = \alpha_1(v) = 1,$$

$$dt'_- = dt + \alpha_2(v)dx, \quad t'_+ = dt + \alpha_2(-v)dx,$$

$$u'_+ = \frac{dx'_+}{dt'_+} = \frac{dx + vdt}{dt + \alpha_2(-v)dx} = \frac{u + v}{1 + \alpha_2(-v)u},$$

$$u'_- - u = \frac{u - v - u(1 + \alpha_2(v)u)}{1 + \alpha_2(v)u} = 0 \quad \text{при } \alpha_2(v) = -\frac{v}{u^2}, \quad (12.12)$$

$$u'_+ - u = \frac{u + v - u(1 + \alpha_2(-v)u)}{1 + \alpha_2(-v)u} = 0 \quad \text{при } \alpha_2(-v) = \frac{v}{u^2}.$$

Т.о.,  $u'_-$  и  $u'_+$  равны  $u$ , если  $\alpha_2(v) = -\alpha_2(-v) = -\frac{v}{u^2}$ , т.е., комбинируя различные  $u$  и соответствующие им  $\alpha_2(v)$  и  $\alpha_2(-v)$ , можно получить **протофизические значения  $u'_-$  и  $u'_+$  при соответствующих им временах:**

$$t'_- = \int_0^t \left(1 - \frac{v}{u(\tau)}\right) d\tau, \quad t'_+ = \int_0^t \left(1 + \frac{v}{u(\tau)}\right) d\tau, \quad u > v. \quad (12.13)$$

Из (12.13) следуют выражения для  $u'_-, u'_+, t'_-, t'_+$  при  $u = \text{const}$ . При  $u=c$  имеем:

$$t'_- = \left(1 - \frac{v}{c}\right)t, \quad t'_+ = \left(1 + \frac{v}{c}\right)t, \quad u'_- = u'_+ = c. \quad (12.14)$$

Здесь  $u'$  (как для  $v$ , так и для  $(-v)$ ) равна (при  $u=c$ )  $c$  не в силу второго постулата А.Эйнштейна, а «автоматически». Предельный переход к ПГ тривиален: при  $u \rightarrow \infty$ ,  $\alpha_2(v) = \alpha_2(-v) = 0$  и:

$$t'_- = t'_+ = t' = t, \quad u' = u \pm v. \quad (12.15)$$

При использовании в качестве пробной частицы фотона ( $x=ct$ ):

$$t'_\pm = \left(\frac{c \pm |v|}{u'}\right)t = (a + bv)t, \quad (12.16)$$

Для определения коэффициентов линейной функции  $v$  в правой части (12.16) достаточно найти значение левой части при 1).  $v=0$ ; 2).  $v=c$ . В обоих случаях  $a=1$ , а при « $\rightarrow$ » в левой части имеем  $1+bc=2$ ,  $b=\frac{1}{c}$ . Таким образом:

$$) \quad t' = \begin{cases} t'_- = \left(1 - \frac{v}{c}\right)t, & v > 0, \\ t'_+ = \left(1 + \frac{v}{c}\right)t, & v < 0, \end{cases} \quad (12.17)$$

Для пробной частицы с ненулевой массой покоя, движущейся со скоростью  $u$ :

$$u'_\pm = \frac{u \pm |v|}{(t'/t)} = u \left(\frac{1 \pm \frac{v}{u}}{t'/t}\right), \quad u'_\pm = u, \quad \frac{t'}{t} = \left(1 \pm \frac{|v|}{u}\right) \quad (12.18)$$

Из изложенного следует, что все  $t'_\pm$  – подстановки, произвольность выбора которых обусловлена произвольностью выбора  $u'$  (скорости в  $K'$ ) Все  $t'$  выражаются через  $t$  и прав был Г.А.Лорентц, утверждавший, что  $t'$  – математический объект, а не физический, как думал А.Эйнштейн.

## 48.3. Динамика

Для однозначности выбора  $u'$  необходимо использовать второй закон Ньютона

$$\frac{du}{dt} = a = \frac{F}{m} \quad (12.19)$$

Хроношкала классической механики (динамики) является континуальной, универсальной и единственной; все хроношкалы сводятся к ней различными подстановками. Ранее полагалось (по умолчанию, исходя из условия  $\left(\frac{dt'}{dt}\right) > 0$ ), что  $u(t) > v$ . Однако, возможны случаи  $u = \text{const} < 0$  и более общий:  $u(t) < v$ . Имеем при этом:

$$u' = u'_- = \frac{u - v}{(dt'_-/dt)} = -v \left( \frac{1 - \frac{u(t)}{v}}{(dt'_-/dt)} \right), u'_- = -v, \left( \frac{dt'_-}{dt} \right) = 1 - \frac{u(t)}{v}.$$

Согласно (12.19):

$$a' = \begin{cases} a'_- = \frac{du'_-}{dt'_-} = 0, & u < v, \\ a'_+ = \frac{du'_+}{dt'_+} = a \left(1 - \frac{v}{u}\right)^{-1}, & u > v. \end{cases} \quad (12.20)$$

Величина  $a'$  имеет при  $u=v$  разрыв при  $t = t_* = \frac{v}{a}$ . Для равноускоренного движения первоначально покоящейся пробной частицы  $-u(t) = at$ , что дает:

$$\frac{dt'}{dt} = \begin{cases} \left(\frac{dt'_-}{dt}\right), & u < v, \quad t < t_* = \frac{v}{a}, \quad t' = 0 \text{ (при } t = 0) \\ \left(\frac{dt'_+}{dt}\right), & u > v, \quad t > t_* \end{cases} \quad (12.21)$$

Интегрируя (12.21), получим:

$$t' = \int_0^{t_*} \left(1 - \frac{t}{t_*}\right) dt + \int_{t_*}^t \left(1 - \frac{t_*}{\tau}\right) d\tau = t - t_* \ln\left(\frac{t}{t_*} \sqrt{e}\right), e = 2,718... \quad (12.22)$$

При  $t > 0$  подстановка  $t' = t'(t)$  имеет вид (12.22), а ускорение  $a'$  терпит разрыв при  $t = t_* = \frac{v}{a}$ ;  $a' = 0$  при  $t < t_*$  и  $a' = a \left(1 - \frac{v}{u}\right)^{-1}$  при  $t > t_*$

## 48.4. Электродинамика

В электродинамике изучаются: 1). динамика заряженных частиц, обусловленная электромагнитными силами (лорентцовыми), 2). динамика и рас-

пространение в пространстве электрических и магнитных полей. Поскольку никогда и никем время в электродинамике **не вводилось**, то ясно, что по умолчанию это время – абсолютное (ньютоново). Иногда используют т.н. «световые часы» и оптическую хроношкалу, определяемую по скорости света в вакууме  $c$  и соответствующую принципу наименьшего времени Ферма.

### 48.5. Специальная теория относительности

Основой СТО являются ПЛ, в которых подвижная система  $K'$  имеет скорость  $v$ , направленную в сторону возрастания значений  $x$  (т.е.  $v > 0$ ). Такую систему будем обозначать  $K'(v)$ , а систему, двигающуюся в противоположном направлении ( $v < 0$ ) обозначим  $K'(-v)$ . В СТО **все авторы рассматривают только** случай  $K'(v)$ . Если отбросить это ограничение (малопонятное!), то ПЛ примут вид:

$$x' = \frac{x \pm vt}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad t' = \frac{t \pm \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad \beta = \frac{v}{c}. \quad (12.23)$$

Из работ А.Эйнштейна и других авторов следует, что  $t$  – время в системе  $K$  является абсолютным (ньютоновым), а шкалы  $\{x\}$  и  $\{t\}$  подстановки, выражающие  $x'$  и  $t'$  через  $x$  и  $t$ . Заметим также, что  $t'$  (12.23) – хроногеометрическое время. Придать ему физический (кинематический) смысл можно лишь тогда, когда задан закон движения  $x = x(t)$  пробной частицы. Таких законов три:

- 1).  $x(t) = \int_0^t u(\tau) d\tau$ ;      2).  $x(t) = u_0 t$  ( $u_0 = const$ );      3).  $x(t) = ct$   
( $u_0 = c$  – фотон) Для этих случаев второе из уравнений (12.23) дает:

$$t'_{1,2} = \frac{t \pm \frac{v}{c^2} \int_0^t u(\tau) d\tau}{\sqrt{1-\beta^2}}; \quad t'_{3,4} = \frac{t(1 \pm \frac{v u_0}{c^2})}{\sqrt{1-\beta^2}}; \quad 3). t'_{5,6} = \frac{t(1 \pm \frac{v}{c})}{\sqrt{1-\beta^2}}. \quad (12.24)$$

Т.о. в СТО имеется, фактически, шесть подстановок  $t' = t'(t)$ .

## §49. Дискретные хроношкалы

*Теория, согласно которой пространство непрерывно, мне кажется неверной, потому, что она приводит к бесконечно большим величинам и другим трудностям.*

**Р.Фейнман**

### 49.1. Хроногеометрические шкалы.

Ранее уже было выяснено, что порождающие и порождаемые (хроношкалы) должны быть либо обе непрерывны, либо обе дискретны. Пусть:

$$\{\Delta x_k\} = \Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_k, \dots, \Delta x_k = x_k - x_{k-1}, x_0 = 0, k = \overline{1, N}. \quad (12.25)$$

Здесь все  $\Delta x_k$  макроскопичны, но малы. Поскольку измерение длины всегда сопряжено с погрешностью  $\delta x$  ( $\delta x > 0$ ), можно считать, что  $\Delta x_{min} = \delta x$ . Если шка-

ла  $\{\Delta x_k\}$  однородна (все  $\Delta x_k$  одинаковы), то метрологическая (оптическая) шкала также однородна:  $\Delta x_k = c \tau_k$ ,  $\tau_k = \tau_j$  при любых индексах. Неоднородной хроношкалу  $\{\tau_k\}$  можно сделать, выбрав в качестве порождающей шкалы неоднородную:  $\{\Delta x_k\}$  (где не все  $\Delta x_k$  одинаковы).

#### 49.2. Кинематические хроношкалы.

Рассмотрим элементарный (на  $\delta x$ ) – сдвиг системы  $K'$  относительно системы  $K$  вправо со средней скоростью  $\langle v \rangle$ . Поскольку факторизация  $\delta x = \langle v \rangle \tau$  неоднозначна, рассмотрим семейство скоростей  $v^{(n)}(\tau)$ ,  $\tau \in [0, \tau^{(n)}]$ ,  $n \in [0, \infty]$ , которые будем считать «виртуальными». На это семейство наложим ограничения: 1). Все  $v^{(n)}(\tau)$  – функции монотонно возрастающие на интервале  $\tau \in [0, \tau^{(n)}]$ ; 2). Минимальное значение  $v^{(n)}(\tau) = v_-^{(n)} = v_0^{(n)}$ , максимальное –  $v^{(n)}(\tau) = v_+^{(n)} = v^{(n)}(\tau^{(n)})$ , 3). Семейство функций  $v^{(n)}(\tau)$  аппроксимируется на  $\tau \in [0, \tau^{(n)}]$  простейшим образом:

$$v^{(n)}(\tau) = v_-^{(n)} + (v_+^{(n)} - v_-^{(n)}) \left(\frac{\tau}{\tau^{(n)}}\right)^n, \quad (12.26)$$

Аппроксимация (12.26) возможна для практически всех монотонных функций, удовлетворяющих указанным ограничениям; при этом, если эти функции –  $f$ , а  $\langle f \rangle$ ,  $f_-$ ,  $f_+$  – их, соответственно, среднее, минимальное и максимальное значения на интервале  $\tau \in [0, \tau^{(n)}]$ , то  $n$  согласно [408]:

$$n = \frac{f_+ - \langle f \rangle}{\langle f \rangle - f_-} \quad (12.27)$$

Вычислим  $\langle v^{(n)} \rangle$  для (12.26):

$$\langle v^{(n)} \rangle = \frac{1}{\tau^{(n)}} \int_0^{\tau^{(n)}} v^{(n)}(\tau) d\tau = v_-^{(n)} + \frac{\Delta v^{(n)}}{n+1},$$

$$\Delta v^{(n)} = v_+^{(n)} - v_-^{(n)}. \quad (12.28)$$

Условие  $n \in [0, \infty]$  необходимо скорректировать, поскольку запрет на существование бесконечных сил исключают из анализа бесконечные ускорения  $a_0^{(n)} = (dv^{(n)}/d\tau)_{\tau=0}$ . Т.о. значения  $n \in [0, 1)$  должны быть устранены, т.е. получим условие:  $n \in [1, M]$ ,  $M < \infty$ . Для хроношкал (а их континуум) получим:

$$\tau^{(n)} = \frac{\delta x}{\langle v^{(n)} \rangle} = \delta x \left[ v_-^{(n)} + \frac{\Delta v^{(n)}}{n+1} \right]^{-1}, \quad n \in [1, \infty), \quad (12.29)$$

Поскольку при  $n=1$  хроношкала  $\{\tau^{(1)}\}$  принимает минимальное значение для  $v < c$ :

$\tau^{(1)} = \frac{\delta x}{\langle v^{(n)} \rangle_{max}} = \delta x \left[ \frac{v_-^{(1)} + v_+^{(1)}}{2} \right]^{-1}$  её можно считать квазиминимальной. Минимальную хроношкалу (Ферма) можно получить, при  $v_-^{(1)} = v_+^{(1)} = c$ :  $\tau_{min} = \frac{\delta x}{c}$ .

### 49.3. Динамические хроношкалы.

Подставив во второй закон Ньютона (12.26), получим:

$$F^{(n)} = m \frac{dv^{(n)}}{d\tau} = \left( \frac{m \Delta v^{(n)}}{\tau^{(n)}} \right) n \left( \frac{\tau}{\tau^{(n)}} \right)^{n-1}, \quad F^{(1)} = \frac{m \Delta v^{(1)}}{\tau^{(1)}} \quad (12.30)$$

Если рассмотреть систему двух уравнений, в которой два неизвестных –  $\tau^{(1)}$  и  $\Delta v^{(n)}$ , то, исключив из этой системы  $\tau^{(1)}$ , найдём:

$$v_+^{(1)} = \sqrt{\left( v_-^{(1)} \right)^2 + \frac{2 \delta x F^{(1)}}{m}}, \quad v_-^{(1)}(0) = v_-^{(1)} = v_0. \quad (12.31)$$

Здесь знак «минус» перед корнем отбрасываем. Т.к.  $v_0$  и  $F^{(1)}$  известны, то можно найти  $v_+^{(1)}$  и  $\langle v^{(1)} \rangle$ . После чего из находим  $\tau^{(1)}$  и другие «шаги» на дискретной шкале, однородной или неоднородной в зависимости от  $F^{(1)}(\tau)$ . В случае  $F = F(x)$ , аппроксимируем её ступенчатой функцией  $\tilde{F}(x)$ :

$$\tilde{F}(x) = \sum_k \chi_k(x) F_k, \quad \chi_k(x) = \begin{cases} 1, & x \in \omega_k \\ 0, & x \notin \omega_k \end{cases} = \{x \in [(k-1)\delta x, k\delta x]\}, \quad (12.32)$$

$$F_k = \langle F(x) \rangle_{\omega_k} = \frac{1}{\delta x_k} \int_0^{\delta x_k} F(\zeta) d\zeta \quad (12.33)$$

Для  $k=j$  конечно-разностный аналог 2-го закона Ньютона

$$\frac{m \Delta v_j}{\tau_j^{(1)}} = F_j, \quad j = \overline{1, N}, \quad (12.34)$$

откуда следует:

$$\tau_j^{(n)} = \frac{\delta x_j}{\langle v_j \rangle_{\omega_j}}, \quad j = \overline{1, N}, \quad (12.35)$$

Мы вновь пришли к той же самой дискретной хроношкале.

#### 49.4. Абсолютная дискретная хроношкала.

Таковой будет хроношкала  $\{\tau_0\}$ , порожденная однородной дискретной хроношкалой  $\{l_0\}$ , где  $l_0$  и  $\tau_0$  – соответственно «ходон» и «хронон» – фундаментальные длина и интервал времени, связанные условием  $l_0 = c \tau_0$  [157].

Для волн материи и электромагнитных волн (корпускулярно-волновой дуализм) полуволна  $\frac{\lambda}{2}$  и полупериод  $\frac{T}{2}$  имеют самостоятельные значения. Поэтому для минимальной длины волны  $\lambda_{min}$  и минимального периода  $T_{min}$  имеем:

$$\lambda_{min} = 2l_0, T_{min} = 2\tau_0, v_{max} = \frac{1}{T_{min}}, \frac{\lambda_{min}}{T_{min}} = \frac{l_0}{\tau_0} = c. \quad (12.36)$$

$$E_{max} = h v_{max}, E_{max} \tau_0 = \frac{h}{2}, p_{max} = M c = \frac{h}{\lambda_{max}}, M c l_0 = \frac{h}{2}.$$

Из (12.36) видно, что **минимальным значением (квантом) действия следует считать не  $h$ , а  $\frac{h}{2}$** . Из этих же формул следует, что

$$E_{max} = M c^2, \quad E = m c^2. \quad (12.37)$$

Здесь  $M$  – масса наиболее тяжелой частицы ( $t$  – кварк,  $M c^2 = 171$  ГэВ), а вторая из формул (12.37) следует из первой и аддитивности энергии. Оценим величины  $l_0$  и  $\tau_0$ , не прибегая к планковским параметрам:

$$\tau_0 = \frac{h}{M c^2}, \quad l_0 = c \tau_0 \quad (12.38)$$

Числа, следующие из (12.38):

$$\tau_0 = 1,2 \cdot 10^{-36} \text{ сек}, \quad l_0 = 3,6 \cdot 10^{-26} \text{ см}. \quad (12.39)$$

Т.к.  $x$  и  $t$  аддитивны, макроскопические значения:  $x = N l_0$ ,  $t = M \tau_0$ , где  $N$ ,  $M$  – весьма большие числа (целые положительные). ПГ примут вид:

$$N' l_0 = N l_0 - M l_0, \quad l_0 = c \tau_0, \quad \frac{M}{N} = \frac{V}{c}. \quad (12.40)$$

Откуда следует:

$$N' \tau_0 = N \tau_0 \left(1 - \frac{M}{N}\right), \quad t' = t \left(1 - \frac{V}{c}\right) = t - \frac{Vx}{c^2}.$$

Последняя из формул показывает, что различными способами выведенные выражения для штрихованного времени (при парагалилеевых преобразованиях) совпадают.

## ЧАСТЬ 5. ЛИКВИДАЦИЯ АРТЕФАКТОВ

*Неизбежна критика классических доказа –  
тельств, но это не означает принижения  
великих достижений мастеров науки, чья  
интуиция вывела нас на верный путь; нуж-  
но только отместить в сторону мусор, который  
не отважилась удалить черезчур почтительная  
традиционность.*

**М.Борн**

### ГЛАВА 13. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АРТЕФАКТЫ

*На берегах неизведанного мы обнаружили  
странный отпечаток. Чтобы объяснить его  
происхождение, мы выдвигали, одна за  
другой, остроумнейшие теории. Наконец  
нам всё – же удалось установить  
происхождение отпечатка. Увы!  
Оказалось, что это наш собственный след...*

**А. С. Эддингтон**

#### §50. Симметрия (обращение) времени

*Если дважды два не равно  
четырёх, то существуют эльфы.*

**Ф. Хаусдорф**

#### 50.1 Механика

Ранее цитировался БЭС [406:1], где под обращением времени понималась замена  $t \rightarrow -t$  в уравнениях движения. В [406:217] читаем: «Замена  $t$  на  $-t$  оставляет функцию Лагранжа, а следовательно и уравнения движения, без изменений. Другими словами, если в системе возможно некоторое движение, то всегда возможно и обратное движение, то есть такое, при котором система проходит те же самые состояния в обратном порядке. В этом смысле все движения, происходящие по законам классической механики, обратимы».

Имея в виду и механику, и электродинамику, **Р. Пайерлс** утверждает [406:27]: «Все законы обратимы во времени в том смысле, что для любого движения, являющегося решением этих уравнений, ... движение, полученное обращением времени, то есть заменой  $t$  на  $-t$ , является также возможным решением. При построении этого «обращенного» движения надо, конечно, изме-

нить знак всех скоростей и одновременно знак магнитного поля. Другими словами, в законах механики и электродинамики не делается различия между «прошлым и будущим».

**М. Кац** пишет [406:24]: «... все уравнения механики обратимы по отношению ко времени. Это значит, что если мы совершим преобразование  $t \rightarrow -t$ , то данные уравнения не претерпят изменения. Это следствие того факта, что в механике все производные по времени – вторые. Нет средств отличить уравнения механики, написанные для возрастающего времени, от уравнений, написанных для убывающего времени».

Аналогичное определение «обратимости» времени в механике (путем дальнейшего цитирования) можно легко продолжить. Мы покажем далее, что эта «обратимость» – артефакт, существующий со времен **Лапласа**, считавшего, что «... при заданных положениях и начальных скоростях точечных частиц, из которых составлена материя, можно, зная законы механики, предсказать развитие Природы на вечные времена ... а заодно и описать все ее прошлое» (цит. по [406:238]). Однако далее в приведенных определениях легко усматривается их противоречивость.

Действительно, в [406:217] замена  $t \rightarrow -t$  предполагается эквивалентной описанию прохождения системой всех **тех же** состояний в обратном порядке.

Пусть материальная точка в момент времени  $t^{(+)} = t_0^{(+)} = 0$  находилась в точке  $x = 0$  оси  $Ox$ , вдоль которой и двигалась дальше вправо, то есть в сторону  $x > 0$ . В моменты времени  $t_1^{(+)} = \tau_0$ ,  $t_2^{(+)} = 2\tau_0$ ,  $t_3^{(+)} = 3\tau_0$ ,  $t_4^{(+)} = 4\tau_0$ , (то есть при  $t^{(+)} \in [0, t_4^{(+)})$ ) точка оказывалась на расстояниях от начала  $x = 0$  оси  $Ox$ ,

равных  $x_1, x_2, x_3, x_4 = L$ , то есть прошла путь  $x(t_4^{(+)}) = x_4 = L$ . Если это движение «обратить», то двигаясь в «обратном» времени  $t^{(-)} \in [0, -t_4^{(+)})$ , при

$t_1^{(-)} = -\tau_0$  материальная точка должна иметь координату  $x = x_3$ , при

$t_2^{(-)} = -2\tau_0$  – координату  $x = x_2$ , при  $t_3^{(-)} = -3\tau_0$  – координату  $x = x_1$  и при

$t_4^{(-)} = -4\tau_0$  –  $x = x_0 = 0$ . Казалось бы, «обратное» движение построено, точка возвращается от  $x = L$  к  $x = 0$ , двигаясь в «обратном» времени

$t^{(-)} \in [0, -4\tau_0]$ . Проверим, однако, как связаны «прямое» и «обратное» время для каждой точки маршрута  $x = 0 \rightarrow x = L$  (и обратно). Для  $x = x_0 = 0$

$t^{(+)} = t_0^{(+)} = 0$ , а  $t^{(-)} = -t_4^{(+)} = -4\tau_0$ . Для  $x = x_1$ ,  $t_1^{(+)} = \tau_0$ , а  $t^{(-)} = -3\tau_0$  и

т.д. Связь прямого и обратного времён для любого  $x = x_i$  ( $i = \overline{0,4}$ ):

$$t_i^{(+)} + |t_i^{(-)}| = t_4^{(+)} = 4\tau_0. \quad (13.1)$$

Что же тогда означает условие «обращенного» движения  $t \rightarrow -t$ ? Из (13.1) следует, что  $t_i^{(+)} = |t_i^{(-)}|$  только при  $i=2$ ,  $\mathbf{x} = \mathbf{x}_2$ ,  $t_2^{(+)} = 2\tau_0$ ,  $t_2^{(-)} = -2\tau_0$ . При других  $i \neq 2$  этой симметрии ( $t = |-t|$ ) вовсе нет. И обратно, если в (13.1) положить  $t_i^{(+)} = -t_i^{(-)}$ , то получим, что  $t_i^{(+)} = t_4^{(+)} / 2 = 2\tau_0 = -t_i^{(-)}$ , то есть  $i = 2$ .

Итак, две части одного определения в [406:217] противоречат друг другу: если обращение времени заключается в прохождении в обратном порядке состояний (точек), **уже пройденных** в прямом направлении, то вместо зеркального отображения  $t \rightarrow -t$  имеем (13.1) (где можно отбросить индексы). Такое толкование «механической обратимости» широко распространено; в нем пытаются совместить требование инвариантности уравнения относительно  $t \rightarrow -t$  и  $\mathbf{V}_0(t_0^{(-)}) \rightarrow -\mathbf{V}_4(t_4^{(+)})$  (обращение скорости) с наглядной картиной «процесса, идущего вспять» [406:5,128,206,222]. Такую обратимость будем называть последовательной (ОПО), поскольку она предполагает, что есть вначале прямое движение, которое **затем** переходит в обратное, то есть эти два процесса идут последовательно. Примеры, когда «обратимость» определяется как ОПО, многочисленны [406:3,11,19,32,33,60,206,217,224,227].

Иное определение «обратимости» дают другие (а подчас те же) авторы. Они требуют симметрии прошлого и будущего при изменении знака скоростей в начальный момент времени, то есть выполнения условий:

$$t \rightarrow -t; \quad x_i(t) \rightarrow -x_i(-t); \quad \mathbf{V}_i(0) \rightarrow -\mathbf{V}_i(0); \quad \mathbf{V}_i(t) \rightarrow -\mathbf{V}_i(-t). \quad (13.2)$$

Здесь  $x_i$  и  $\mathbf{V}_i$  – координаты и скорости частиц. Основное уравнение механики (II закон Ньютона) можно записать в виде

$$m_i \frac{d^2 \mathbf{x}_i}{dt^2} = \mathbf{F}_i, \quad i = \overline{1, N}, \quad (13.3)$$

или в эквивалентном виде

$$m_i \frac{d\mathbf{V}_i}{dt} = \mathbf{F}_i. \quad (13.4)$$

Действительно, при  $t \rightarrow -t$ ,  $\mathbf{V}_i \rightarrow -\mathbf{V}_i$  обе эти формы инвариантны. При этом в обоих уравнениях правая часть (сила  $\mathbf{F}_i$ ) остается инвариантной:

$$\mathbf{F}_j(x_j, t) = \mathbf{F}_j(x_j, -t), \quad (13.5)$$

то есть **должна** быть по  $t$  четной функцией. Это сразу ограничивает гипотезу Лапласа об «обратимости» выбором фиксированного класса сил (четных функций времени). **Далее мы покажем, что «обратимость»  $t \rightarrow -t$  невозможна независимо от вида (и даже самого наличия) сил.**

Поскольку эта, **вторая** формулировка «обратимости» как равноправного симметричного описания будущего ( $t > 0$ ) и прошлого ( $t < 0$ ) относительно «настоящего» ( $t = 0$ ) рассматривает оба движения протекающими параллельно (одновременно, но в разных направлениях  $t$ ); будем называть ее параллельной «обратимостью» (ОПА). Все определения ОПА эквивалентны приведенному и встречаются чаще, чем определения ОПО. Приводим лишь некоторые источники, содержащие ОПА [406:4, 5, 19, 24, 25, 27, 31-33, 60, 128, 147, 206, 210, 217, 221 □ 225, 227, 228]. Довольно много источников содержат одновременно ОПО- и ОПА-определения; встречаются случаи, когда формулируется ОПА, затем приводится «конкретный пример», из которого видно, что речь идет об ОПО и наоборот. В [406:227], в частности, определение ОПО встречается на стр. 5, 29, 139, 194, а ОПА – на стр. 4, 5, 105, 118.

Встречаются рассуждения об «обратимости» (в рамках ОПО), в которых неявно (или явно!) «обращенное» время, как и «прямое», положительно, то есть  $t^{(-)} > 0$ . В [406:217], рассматривая финитное периодическое движение частиц, авторы для получения формулы для периода  $T$  этого движения удваивают время прямого движения, то есть используют симметрию (кинематическую) движения, ссылаясь при этом на «общее свойство обратимости». В [406:217] при анализе парадокса **Люшмидта** рассматривают случай ОПО. Обратное движение осуществляется при  $t \in [t_0, 2t_0]$ , ( $t_0 > 0$ ), на основе чего доказывается корректность этого парадокса. В [406:226] для оправдания использования положительного времени (при анализе «обратимости») автор, интуитивно чувствуя «неладное», вынужден прибегнуть к загадочной формулировке: «При этом надо, конечно, иметь в виду, что направленность времени – понятие более первичное, чем понятие обратимости или необратимости» [406:226, с. 290].

Таким образом, когда говорят об «обратимости» уравнений механики, имеют в виду ОПО или ОПА, переходя часто в ходе изложения от одной к другой. Поскольку определение ОПО, как показано ранее, противоречиво, сосредоточим основное внимание на ОПА. Рассмотрим ряд задач механики, ограничиваясь одномерным движением материальной точки под действием потенциальной силы.

Первый интеграл уравнения движения [406:217]:

$$\frac{mx^2}{2} + U(x) = E, \quad (13.6)$$

где  $m$  – масса,  $\dot{x} = dx/dt = V$  – скорость,  $U(x)$  – потенциальная, а  $E$  – полная энергия материальной точки. Уравнение (13.6) в [406:217] представлено в виде

$$\frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{2}{m}(E - U(x))}. \quad (13.7)$$

Мотивы выбора знака «+» перед корнем не указываются. Эта же формула в [406:218] записана несколько иначе ( $U(x)$  выражена через силу  $F(x)$ ):

$$\frac{dx}{dt} = \pm \sqrt{V_0^2 + \frac{2}{m}U(x)}, \quad U(x) = \int_{x_0}^x F(x) dx, \quad (13.8)$$

$V_0$  – начальная скорость частицы. Отсюда вытекает, что имеются два уравнения – (13.7) и уравнение, соответствующее знаку «–» перед корнем.

$$\frac{dx}{dt} = -\sqrt{\frac{2}{m}(E - U(x))}. \quad (13.9)$$

Из (13.9) следует, что, при  $t \rightarrow -t$ , уравнение (13.7) в «обратном времени», позволяет определить «эволюцию назад», то есть решение вида  $x^{(-)} = x(-t)$ . При  $t^{(-)} = t_0^{(-)} = 0$ ,  $x(0) = x_0$  следует:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{t^{(-)}=0} = V_0^{(-)} = -V_0^{(+)}, \quad V_0^{(+)} = \sqrt{\frac{2}{m}(E - U(x_0))}. \quad (13.10)$$

Требование определения ОПА – обращение знака начальной скорости – выполняется автоматически, что следует из уравнения движения. Этим подтверждается вторично, что «верным» определением «обратимости» является ОПА (первое подтверждение – невыполнение для ОПО отображения  $t \rightarrow -t$ ; вместо него имеет место (13.1)).

Для суждения о корректности определения ОПА этого, однако, недостаточно. Всякое конкретное движение материальной точки (частицы) описывается не только уравнением движения (которое само по себе дает бесконечное множество траекторий-решений), но требует задания условий однозначности – начальных условий:

$$x(0) = x_0, \quad V(0) = V_0.$$

Определим критерий корректности ОПА, невыполнение которого будет свидетельствовать о некорректности этого понятия. Согласно определению ОПА, обращение времени  $t \rightarrow -t$  в уравнении движения совместно с изменением знака у  $V_0$ :  $V_0 \rightarrow -V_0$ , должно позволить получить «обратную» траекторию  $x^{(-)} = x(-t)$ . Пусть  $x_0 = 0$  и при «прямом» движении ( $t = t^{(+)} > 0$ ,  $V_0 > 0$ ) частица движется вправо, в сторону  $x > 0$ . При обратном движении ( $t = t^{(-)} = -t^{(+)} < 0$ ,  $V_0 < 0$ ) частица движется влево, в сторону все больших  $|x|$  ( $x < 0$ ). Если определение ОПА корректно, то должно выполняться соотношение:

$$x^{(-)}(-t) = -x^{(+)}(t), \quad x^{(+)}(t) > 0, \quad t > 0. \quad (13.12)$$

Можно ввести также условие

$$x^{(-)}(-t) < 0, \quad t > 0, \quad (13.13)$$

называя (13.12) сильным, а (13.13) – слабым критерием корректности ОПА. Сильный критерий (13.12) строго соответствует трактовке «обратимости» уравнений механики как симметричного описания «прошлого» и «будущего». Для суждения о корректности ОПА достаточно и слабого критерия (13.13); если (13.13) не выполняется, то (13.12) не выполняется и подавно.

Для материальной точки с массой  $m_0$ , движущейся вдоль оси  $Ox$  вправо (в сторону возрастающих  $x > 0$  при прямом движении) или влево ( $x < 0$  – при «обратном») под действием силы  $F_0$ , направление которой совпадает с положительным направлением оси  $Ox$  ( $F_0 > 0$ ), уравнение движения (12.3) принимает вид:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{F_0}{m_0} = a_0, \quad a_0 > 0. \quad (13.14)$$

Рассмотрим случаи: А.  $F_0 = \text{const}$ ; В.  $F_0 = F_0(t)$  ( $a_0 = a_0(t) = a_0(-t)$ ); С.  $F_0 = F_0(x)$  ( $a_0 = a_0(x)$ ); D.  $F_0 = F_0(V^2)$ .

**В случае А** двукратное интегрирование (13.14) дает (при условиях (13.11), где  $x_0 = 0$ )

$$x^{(+)}(t) = x(t^{(+)}) = V_0 t + \frac{a_0 t^2}{2}. \quad (13.15)$$

Для «обращения» в (13.15) надо положить:  $t \rightarrow -t$ ,  $V_0 \rightarrow -V_0$ . Это дает:

$$x^{(-)} = x(t^{(-)}) = x(-t) = (-V_0)(-t) + \frac{a_0 t^2}{2} = x^{(+)}(t) > 0. \quad (13.16)$$

Из (13.16) следует, что слабый критерий (13.13) не выполняется, то есть обратимости нет и определение ОПА некорректно.

**В случае В** (с теми же начальными условиями) двукратное интегрирование (13.14) дает:

$$x(t) = V_0 t + I_1(t), \quad I_1(t) = \int_0^t I_2(\tau) d\tau, \quad I_2(\tau) = \int_0^\tau a_0(\eta) d\eta. \quad (13.17)$$

Заменой переменной интегрирования легко убедиться в том, что  $I_2(t)$  является нечетной функцией, а интеграл  $I_1(t)$  – четной, так что

$$x^{(-)} = x(-t) = (-V_0)(-t) + I_1(-t) = V_0 t + I_1(t) = x^{(+)}(t) > 0. \quad (13.18)$$

Вновь ОПА некорректно.

**В случае С** рассмотрим варианты, определяемые видом функции  $U(x)$ :

$C_1) U(x) = 0$ ;  $C_2) U(x) = kx^2/2$ ;  $C_3) U(x) = 0$  при  $x \in (-L/2, L/2)$  и  $U(x) = E$  при  $|x| \geq L/2$ ;  $C_4) U(x) = E - kx^2/2$ .

**Вариант С<sub>1</sub>**. Совпадает с частным случаем А, когда  $F_0 = a_0 = 0$ . Из (13.15) и (13.16) следует некорректность ОПА. **Вариант С<sub>2</sub>**. Случай гармонического осциллятора. Из (13.7) получаем:

$$\frac{dx}{dt} = \sqrt{V_0^2 - \omega^2 x^2}, \quad V(0) = V_0 = \left(\frac{2E}{m_0}\right)^{1/2}, \quad \omega = \left(\frac{k}{m_0}\right)^{1/2}. \quad (13.19)$$

Интегрируя (13.19) (при  $x(0) = x_0 = 0$ ), находим:

$$x^{(+)} = x(t) = V_0 \frac{\sin \omega t}{\omega},$$

$$x^{(-)} = x(-t) = (-V_0) \frac{\sin[\omega(-t)]}{\omega} = x^{(+)}(t) > 0. \quad (13.20)$$

Вновь убеждаемся в некорректности ОПА. **Вариант С<sub>3</sub>**. «Потенциальная яма». Точки  $|x| = L/2$  являются точками остановки, скорость в них, согласно (13.7),

обращается в нуль. Начальная скорость  $V_0 = V(0)$ :

$$V_0 = \left( \frac{2E}{m_0} \right)^{1/2}$$

при движении частицы в «яме» сохраняется, так как силы на нее не действуют. Интеграл (13.7):

$$x^{(+)} = x(t) = V_0 t, \quad t < L/2 V_0. \quad (13.21)$$

«Обращение» (13.21) дает:

$$x^{(-)} = x(-t) = (-V_0)(-t) = V_0 t = x^{(+)}(t) > 0, \quad |t| < L/2 V_0. \quad (13.22)$$

Определение ОПА вновь некорректно. **Вариант С<sub>4</sub>**. Инфинитное движение частицы в области  $x \geq x_0$  ( $x_0 > 0$ ). Из (13.7) находим:

$$V(t) = \frac{dx}{dt} = \left( \frac{k}{m_0} \right)^{1/2} \cdot x(t), \quad V_0 = \left( \frac{k}{m_0} \right)^{1/2} \cdot x_0. \quad (13.23)$$

Интеграл (13.23) имеет вид:

$$x^{(+)} = x(t) = x_0 \exp \left[ \left( \frac{k}{m_0} \right)^{1/2} t \right]. \quad (13.24)$$

Из (13.24) следует, что при  $t \in [0, \infty)$  частица движется в области  $x \in [x_0, \infty)$  направо (инфинитное движение). «Обращенное» движение:

$$x^{(-)} = x(-t) = -x_0 \exp \left[ \left( \frac{k}{m_0} \right)^{1/2} (-t) \right] \leq 0 \quad (13.25)$$

описывает движение частицы в области  $x \in [-x_0, 0)$  в том же направлении, которое является финитным, так как  $x = 0$  – точка остановки, где  $V = 0$ . ОПА вновь некорректно.

**В случае D** положим  $F_0(V^2) = -\alpha V^2$  ( $\alpha > 0$  – сила сопротивления при быстром движении частицы в «среде»). В этом случае воспользуемся уравнением (13.4):

$$m_0 \frac{dV}{dt} = -\alpha V^2, \quad V(0) = V_0 > 0, \quad x(0) = x_0 = 0. \quad (13.26)$$

Интеграл (13.26):

$$V(t) = \frac{V_0}{1 + \frac{\alpha}{m_0} V_0 t}, \quad x(t) = \frac{m_0}{\alpha} \ln \left( 1 + \frac{\alpha}{m_0} V_0 t \right) = x^{(+)}(t). \quad (13.27)$$

«Обращенное» движение:

$$x^{(-)} = x(-t) = \frac{m_0}{\alpha} \ln \left( 1 + \frac{\alpha}{m_0} (-V_0)(-t) \right) = x^{(+)}(t) > 0. \quad (13.28)$$

И в этом случае ОПА некорректно.

Проведенные расчеты показывают, что во всех случаях процедура «обращения» (в смысле ОПА) нарушает слабый, а тем более и сильный критерий (13.12). Во всех случаях, кроме варианта  $C_4$ , было получено

$$x^{(-)} = x(-t) = x^{(+)} = x(t) > 0,$$

то есть никакого «обратного» движения не было. Для определения ОПО (если забыть о его противоречивости) также можно ввести слабый

$$x^{(-)} = x(-t) < x^{(+)} = x(t) \quad (13.29)$$

и сильный критерий корректности

$$x^{(-)} = x(-t) = 0. \quad (13.30)$$

Результаты будут аналогичны полученным для ОПА. Рассмотрим, например, случаи А и В, где использование ОПО (то есть одновременная замена  $t \rightarrow -t$  и  $V_0^{(-)} \rightarrow -V_0^{(+)}(t)$ ) дает:

$$x_A^{(-)} = x_A^{(+)} + a_0 t^2 > x_A^{(+)}, \quad x_B^{(-)} = x_B^{(+)} + I_2(t)t > x_B^{(+)}, \quad (13.31)$$

то есть оба критерия (13.29) и (13.30) нарушены.

Итак, оба определения «обратимости» ОПА и ОПО некорректны, то есть так называемая «обратимость уравнений механики» – артефакт. Рожденный Лапласом миф о механической обратимости, переживший теплород, флогистон и эфир, загадочен вдвойне, поскольку известны многочисленные «подсказки», которыми, однако, никто не воспользовался. Еще **И. Лошмидт** (реанимировавший полузабытый миф в 1876 г. своим парадоксом) утверждал [406:11]: «Может быть только одно, либо механическая обратимость, либо термодинамическая необратимость». Отсюда, казалось бы, должен был немедленно последовать верный вывод, поскольку опровергнуть термодинамическую необратимость нельзя. Почти сто лет спустя Р. Фейнман приводит [406:206] пример механической «обратимости»: «Решая уравнение движения, мы можем получить некоторую функцию, скажем  $x_1(t) = t + t^2 + t^3$ . Мы утверждаем, что

другим решением будет функция  $x_2(t) = x_1(-t) = -t + t^2 - t^3 \dots$  Поразительно! Этот, видимо абсолютно случайный пример, как раз и показывает ... необратимость. И. Пригожин и И. Стенгерс в посвященной «физике времени» книге [406:227] пишут: «... в компьютерном эксперименте, исходя из программы, составленной на основе классической динамики, мы получили эволюцию с нарушенной симметрией во времени. Как такое возможно?» Авторы вновь **пове-рили** мифу, вместо того, чтобы **проверить** подсказку компьютера.

Поскольку наше доказательство артефактности механической «обратимости» построено было на контрпримерах, рассмотрим еще одно, более общее, но, как ни странно, и более простое. Согласно [406:218], механика состоит из разделов: I. Кинематика; II. Кинетика. Последняя подразделяется на Статику и Динамику. В Кинематике используются основные понятия механики: траектория, расстояние, скорость, ускорение, время. Динамика добавляет к ним понятия массы и силы и позволяет из динамического уравнения (2-го закона Ньютона) получать формулы кинематики. Таким образом, в механике есть два уровня описания – «этажа». На первом, кинематическом, где ускорение считается известным, вычисляются основные наблюдаемые величины: скорость частицы, пройденный ею путь, форма траектории, время движения. На втором «этаже» – динамическом, решаются две основные задачи: по заданным массе и ускорению определяется сила; по заданной силе и массе определяется ускорение.

Артефакт «обратимости» обосновывают тем, что уравнение движения (динамическое) есть дифференциальное уравнение второго порядка по времени. Однако любое обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка есть результат композиции двух уравнений первого порядка, образующих систему. Если выделить «этажи», (13.3) можно записать в виде:

$$\frac{dx}{dt} = V, \quad \frac{dV}{dt} = a, \quad a = \frac{F}{m}. \quad (13.32)$$

Здесь первые два соотношения – 1-й «этаж» (кинематика), а последнее – 2-й «этаж» (динамика). Если «обратимость» присуща (13.3), а одному из «этажей» – нет, то значит она – артефакт. Проверим на «обратимость» кинематические «составляющие» в (13.32). Пусть силы не действуют ( $F = 0$ ). Тогда  $a = 0$ ,  $V = \text{const}$ , и имеем

$$x = x(t) = Vt, \quad (x(0) = x_0 = 0). \quad (13.33)$$

**Это уравнение является простейшим и наиболее фундаментальным в механике**, поскольку: а) служит определением средней скорости движения; б) входит как частный случай в любые, самые сложные, траектории  $x(t)$ . Запишем (13.33) в векторном виде:

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{V}t. \quad (13.34)$$

Вектор  $\mathbf{X}$  есть смещение частицы вдоль оси  $Ox$ , а вектор  $\mathbf{V}$  – ее скорость в том же направлении. По смыслу векторов  $\mathbf{X}$  и  $\mathbf{V}$  они **всегда однонаправлены**, то есть имеют **всегда один знак** по отношению к оси  $Ox$ . Но отсюда следует, что значения  $t < 0$  **невозможны**, так как ведут к движению направо ( $x > 0$ ) частицы, скорость которой направлена влево ( $\mathbf{V} < 0$ ) или наоборот. Таким образом, значения  $t$  в (13.34) всегда **положительны**, то есть временная шкала является **принципиально положительно определенной**. Формулу (13.34) будем называть фундаментальным кинематическим запретом (ФКЗ) «обратимости».

## 50.2. Термодинамика

*«... Чтобы установить различие между  
прошлым и будущим, мы должны  
обратиться не к хронометрам, а к  
термометрам»*

**П. Шамбадаль**

В парадигме термодинамики время вводится противоречивым образом: вначале оно «возникает» в соотношении **Гиббса**, в которое затем подставляются балансовые уравнения, в которых оно **уже есть, но не ясно, откуда взялось**. Не обсуждается вопрос о том, является ли термодинамическое время механическим или каким-то другим. В статистической физике этот вопрос ясен: в термодинамику время «вносится» из механики. Вопрос термодинамического хроногенеза никем не ставился и не рассматривался, будучи подменен вопросом о «направлении» времени – хроноартефактом.

**Направление времени** рассматривалось в связи с термодинамической необратимостью, [406:2,6,9,11,19,27,31,128,206,210,222,227]. Большое внимание уделялось парадоксу Лошмидта [8,11,31,128,210, 224,]. Ранее было показано, что обратимость уравнений механики – артефакт. Следовательно, артефактом является и парадокс Лошмидта.

Приведем характерные для существующей парадигмы высказывания о направлении времени (необратимости). **Я.М. Гельфер** [11] полагает что «... один из важнейших вопросов – почему время имеет только одно определенное направление?» Он критикует позитивистов, поддерживающих статистическую концепцию Л. Больцмана, Г. Рейхенбаха в частности, считающего [406:11,с. 343], что «... односторонний ход времени нельзя вывести из элементарных процессов, так как время – чисто макроскопическое явление. Говорить об определенном направлении времени можно только для отдельных отрезков кривой полной энтропии, а то направление, в котором протекает большинство процессов в изолированных системах и есть направление времени ...».

**И.П. Базаров** также излагает [2] взгляды **Л. Больцмана**, согласно которым в наблюдаемой Вселенной время течет в положительном направлении

( $t > 0$ ), поскольку энтропия возрастает. Там же, где протекают флуктуации (то есть имеет место локальное понижение энтропии) – время течет в обратную сторону. Критикуется причинная теория времени **Н.А. Козырева**, объясняющая временной порядок причинным порядком, как логически противоречивая.

«Правильные» объяснения обратимости в [406:2,11] даются на основе «диалектико-материалистического подхода» – определения «времени как формы бытия материи, выражающей процесс взаимопереходов между бытием и небытием» [406:2, с. 85]. Развернуто излагаются и критикуются взгляды Л. Больцмана, Э. Маха, А. Эддингтона, Г. Рейхенбаха и др. [215]. Приведя высказывание **А. Эддингтона**: «Когда энтропия увеличиваясь достигает максимума, время начинает существовать без «стрелы времени», то есть утрачивает направление», автор [406:215] приводит «правильную» (**С.Т. Мелюхин**) формулировку: «Энтропия – это частная физическая характеристика, тогда как время есть всеобщая форма бытия материи». Автор [406:215] считает, что «Больцман был прав, когда отрицал существование универсального направления времени для всей Вселенной... вопрос о направлении времени данной системы должен быть решен по направлению движения самой системы ... Если в изолированной системе обернулись все физические процессы, то обязательно обернулось и время.».

Если у философов, владеющих «диалектико-материалистическим методом» есть «правильные» ответы на все вопросы, связанные со временем, то у физиков эти вопросы постоянно возникают. «Эта теория (классическая теория газов) – восклицает **А. Пуанкаре** [406:210] – какой-то великий парадокс. В посылках мы имеем обратимость, в результатах – необратимость, а между ними – пропасть. Достаточно ли статистических соображений закона больших чисел, чтобы ее заполнить?» «Каким образом из обратимых уравнений получается явно необратимый результат?» – спрашивает **Р. Пайерлс** [27]. Он считает объяснение необратимости посредством вероятностной трактовки описания поведения больших коллективов частиц недостаточным и возлагает «вину» за необратимость на начальные условия. С этой точкой зрения солидаризуется **В.Г. Левич** [4], полагающий, что если «не задаваться в начальный момент времени маловероятным (неравновесным) состоянием системы, то закон возрастания энтропии становится симметричен по отношению к прошлому и будущему».

**Д.Н. Зубарев** в предисловии редактора перевода [406:19] пишет: «... делается попытка ответить на вопрос, который волнует физиков еще со времен Больцмана и до настоящего времени: как согласовать необратимость макроскопических уравнений с обратимостью уравнений механики, лежащих в их основе? Как объяснить теоретически причину возникновения необратимости?» Далее в [406:19] действительно «делаются попытки», такие например: «Уравнение

Больцмана и Паули содержат допущения вероятностного толка – они необратимы».

Возвращаясь к «драме идей», редактор [406:19] на с. 58 пишет: «Очень убедительно это противоречие было сформулировано **М. Грином**: «Всюду в природе мы встречаемся с явлениями, которые протекают и завершаются и оперируем только с ними. Мы должны объяснить их с помощью динамических уравнений, решения которых **как известно** (выделено мной – И.В.) имеют повторяющийся, если не строго периодический характер.». Ни автор этого высказывания, ни «убежденный» им Д.Н. Зубарев не замечают, что: 1) Ни «повторяющиеся», ни периодические решения какой-либо механической задачи вовсе не свидетельствуют об «обратимости механики»; 2) Указанные решения характерны только для подкласса финитных движений, которыми механика не исчерпывается.

«Объяснение» термодинамической необратимости и обусловленной ею «стрелы времени» дают А. Эддингтон, Ф. Хойл, С. Хокинг и др. По **Эддингтону** [406:31] «... в физике стрела времени есть свойство энтропии и только ее одной ... Возрастание энтропии и объема Вселенной – два критерия, определяющие направление стрелы времени». **Ф. Хойл** также предлагал определять положительное направление («стрелу времени») по расширению Вселенной.

Одной из последних серьезных (апарадигмальной!) попыток ответа на «проклятые» вопросы являются работы **И.Р. Пригожина** [406:128,227]. Его кредо [406:128]: «Понятие времени намного сложнее, чем мы думаем. Время, связанное с движением, – лишь первый из многих аспектов этого понятия ... Связь между термодинамикой и динамикой затрагивает смысл времени и поэтому может иметь решающее значение. Рассчитывать на то, что ее удастся решить легко, заведомо не приходится, так как если бы простое решение существовало, то оно давно было бы найдено ... Мы можем, следуя Пуанкаре, заключить, что динамической интерпретации второго начала не существует. Тогда необратимость проистекает из каких-то дополнительных феноменологических или субъективистских допущений, из «ошибок».

В [406:227], работе более популярной, авторы цитируют (очевидно – солидаризуясь) **Р. Пенроуза** («Новый разум Императора»): «По моему мнению, наша современная картина физической реальности, особенно в том, что касается природы времени, чревата сильнейшим потрясением, еще более сильным, чем то, которое вызвали теория относительности и квантовая механика в их современной форме». Из приведенных высказываний ясно, что авторы [406:128,227] решение «парадокса времени» видят на путях «сильнейших потрясений», связанных с тем, что «простых решений не существует». Подход, сформулированный И.Р. Пригожиным, состоит в следующем: «... исходим из непреложного фундаментального факта – закона возрастания энтропии и выте-

кающего из него существования «стрелы времени». При этом второе начало термодинамики является своеобразным «принципом отбора», который формулируется так: «... в неустойчивых динамических системах невозможно задать начальные условия, которые привели бы к одинаковому будущему для всех степеней свободы» Переход от динамического, обратимого во времени описания к вероятностному осуществляется «через нелокальные преобразования специального вида ... Важную роль играет новое понятие – внутреннее время ... Это новое время не является более простым параметром, как время в классической или квантовой механике. Второе время – скорее оператор, подобно операторам в квантовой механике».

**Наш подход иной. Мы не считаем время «сложным», описываемым оператором. Напротив, время, на наш взгляд, даже не физическая величина, а просто шкала. Время необратимо,** этим элиминируется вся та «драма идей», на изложение которой разными авторами мы не пожалели места.

Время в предлагаемом нами варианте дискретной термодинамики (Боргартонике) вводится аналогично механическому времени. Роль «порождающей» шкалы играет количество тепла, переданного Боргартонем диссипатору. Факторизация  $\Delta Q_k^{(+)}$  на «термическую скорость» – плотность потока тепла  $q_k^{(+)}$  и временной интервал ( $D$ -период)  $\tau_k$  аналогично (13.34) может быть названа фундаментальным термодинамическим запретом (ФЗ – по аналогии с ФЗЗ).

**Поскольку знаки  $\Delta Q_k^{(+)}$  и  $q_k^{(+)}$  всегда совпадают (по смыслу этих величин), то отрицательное значение  $\tau_k$  невозможно. Таким образом, необратимость времени в термодинамике, как и в механике, следует сразу из соотношений, первично вводящих время. Шкала получена дискретной, поскольку «порождающая» шкала  $\{\Delta Q_k^{(+)}\}$  также предполагалась дискретной.**

Выделены два вида хроногенерации – линейная (линейный диссипатор) и нелинейная (нелинейный диссипатор). Соответственно получены две хроношкалы: линейная  $\{\tau_k\}$ :

$$\tau_k = \frac{2t_0}{2(N-k)+1}, \quad t_0 = \frac{l_0^2}{4a}, \quad k = \overline{1, N}$$

и нелинейная  $\{\tilde{\tau}_k\}$ :

$$\tilde{\tau}_k = \frac{t_0}{N-k+1}.$$

Поскольку при всех  $k = \overline{1, N}$  ( $\tilde{\tau}_k/\tau_k < 1$  (случай  $N \rightarrow \infty$  исключен),

ясно, что нелинейные процессы протекают более интенсивно (быстрее).

Определенные две дискретные термодинамические шкалы надо бы, строго говоря, называть хроношкалами теплопроводности. Если аналогично рассмотреть другие диссипаторы (для процессов диффузии, вязкости, электропроводности), то получим шкалы, в которых параметр  $t_0$  будет иным (для диффузии, в частности,  $t_0 = l_0^2/4D$ , где  $D$  – коэффициент диффузии). Если «порождающие» шкалы постулировать непрерывными, то таковыми же будут и соответствующие хроношкалы. При рассмотрении цепочек диссипаторов и перехода от  $D$ -моделей к  $K$ -моделям был получен класс квазилокальных уравнений переноса. Все  $K$ -приближения, начиная с нулевого – стандартного уравнения Фурье – содержат первую производную по времени, то есть формально необратимы. Формальное определение в термодинамике обратимости-необратимости (как в механике, где обратимость вводят из того, что в уравнениях движения фигурируют вторые производные по времени) может подвести (как подвело в механике, где обратимость оказалась артефактом).

Рассмотрим необратимое уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \quad (13.35)$$

Продифференцируем обе части этого уравнения по  $t$  и в правую часть подставим (13.35). Получим

$$\frac{\partial^2 T}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^4 T}{\partial x^4} = \left( \frac{\partial}{\partial t} - a \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \left( \frac{\partial}{\partial t} + a \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) T = 0. \quad (13.36)$$

С одной стороны, получено обратимое (так как содержит  $\partial^2 T / \partial t^2$ ) уравнение теплопроводности, с другой – оно эквивалентно двум уравнениям:

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} - a \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) T = 0, \quad \left( \frac{\partial}{\partial t} + a \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) T = 0. \quad (13.37)$$

Первое из них – исходное (необратимое) уравнение, а второе переходит в первое при  $t \rightarrow -t$ , или  $a \rightarrow -a$ . Отсюда ясно, что «обратимое» уравнение со второй производной по  $t$  (13.36) – артефакт, порождающий «монстра» – паразитный результат – второе из уравнений (13.37).

Из положительной определенности термодинамической хроношкалы (шкал) вытекает также ошибочность встречающихся решений краевых задач, в которых имеются интегралы по времени в пределах от  $-\infty$  до  $t$ .

**Итак, наш ответ на вопрос, чем является время в термодинамике, таков:**

1. Время в термодинамике – совокупность шкал, различных для разных процессов переноса, линейных и нелинейных.

2. Все значения на этих шкалах положительны ( $t > 0$ ).

3. Шкалы могут быть дискретными или непрерывными, в зависимости от того, каковы «порождающие» шкалы.

4. Шкалы строятся анализом хроногенерации диссипаторов, определяются термодинамическими параметрами и поэтому не являются механическими хроношкалами (то есть время в термодинамике не механическое).

## §51.Общезначимые артефакты

*- Ведь Вам известно – сказал он,  
Как нам всем дорог Артефакт.*  
**К. Саймак. Заповедник гоблинов**

### 51.1.Миражи симметрии времени

*Физики гонятся за симметрией  
подобно тому, как путники преследуют  
в пустыне ускользящий мираж.*

**О.Мороз**

Перейдем к рассмотрению «обратимости» времени в других разделах физики. В механике сплошной среды есть уравнения «необратимые с первого взгляда» – теплопроводности, диффузии, Навье–Стокса. Однако имеются уравнения неразрывности и Эйлера, которые по формальным признакам «обратимы»: замены  $t \rightarrow -t$  и  $\mathbf{V} \rightarrow -\mathbf{V}$  оставляют их инвариантными. Однако привлечение ФКЗ сразу элиминирует эту «обратимость».

«Обратимость» макроскопических уравнений Максвелла формализуется условиями:  $t \rightarrow -t$ ,  $\mathbf{V} \rightarrow -\mathbf{V}$ ,  $\mathbf{B} \rightarrow -\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{E} \rightarrow \mathbf{E}$ . Система уравнений имеет вид [406:95]:

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad \operatorname{rot} \mathbf{B} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \mathbf{j}. \quad (13.38)$$

$$\operatorname{div} \mathbf{B} = 0, \quad \operatorname{div} \mathbf{E} = \frac{4\pi}{c} \rho_e. \quad (13.39)$$

К ним добавляется уравнение неразрывности (сохранение заряда  $\rho_e$ ):

$$\frac{\partial \rho_e}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{j} = 0. \quad (13.40)$$

Выражение для плотности потока заряда  $\mathbf{j}$  может быть записано в виде:

$$\mathbf{j} = \rho_e \mathbf{V}_{cp}, \quad \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} = -\sigma \nabla \varphi. \quad (13.41)$$

Условием «обратимости» его будет:  $\mathbf{j} \rightarrow -\mathbf{j}$ . Если  $\mathbf{V}_i \rightarrow -\mathbf{V}_i$ , то и  $\mathbf{V}_{cp} \rightarrow -\mathbf{V}_{cp}$ , и «обратимость» есть. Если же воспользоваться вторым из представлений (13.41) («термодинамическим»), то  $\mathbf{j} = \operatorname{invar}$  и обратимости нет. Нет ее и в первом случае, поскольку ФКЗ и здесь запрещает ее.

Важную роль в механике сплошной среды играет волновое уравнение, содержащее вторую производную по времени от соответствующей полевой величины. Кроме ФКЗ, в этом случае «обратимость» исключена и некорректностью понятия «обратимости времени» для периодических процессов. Волновое уравнение следует, в пределе  $N \rightarrow \infty$  при рассмотрении цепочки из  $N$  осцилляторов [406:63,103]. Для осциллятора же, «обратимость» – артефакт. Поясним подробнее некорректность «обращения времени» для периодических процессов. Эти процессы не являются эволюционными: с периодом  $T$  все состояния повторяются, так что усреднив по  $T$  получаем стационарное, не зависящее от времени поведение системы. Временная координата в периодических процессах циклическая и поэтому  $t \rightarrow -t$ , если  $t$  отсчитывать в целых периодах  $T$  ничего не меняет, так как весь процесс  $\square$  бесконечный ряд повторяющихся периодов:  $T_1, T_2, \dots, T_j, \dots$ , где все  $T_j = T$ . Так как нумерация этого ряда осуществляется положительными числами (натуральным рядом) и **начать** эту нумерацию можно **когда угодно**, то время, выраженное в периодах  $T$ , **всегда положительно**. Если же иметь в виду замену  $t \rightarrow -t$  внутри периода  $T$ , то надо рассмотреть осциллятор, что уже было сделано. «Обратимость» осциллятора – артефакт.

В микроскопической электродинамике, где система уравнений Максвелла имеет ту же структуру, что и в (13.38)–(13.39), а условия «обратимости» задаются теми же образом, для плотности потока заряда справедливо лишь первое из выражений (13.41). Но в этом случае требуемое соответствие  $\mathbf{j} \rightarrow -\mathbf{j}$  невозможно из-за ФКЗ. Если считать, что время в электродинамике (вакуума) – механическое, то необратимость уравнений Максвелла есть просто следствие необратимости уравнений механики.

**Специальная и общая теории относительности.** Специальная теория относительности (СТО) обобщает классическую механику и переходит в нее при умеренных скоростях движения ( $|\mathbf{V}| \ll c$ ). Поскольку СТО описывает лю-

**бые механические** движения со скоростями ( $|\mathbf{V}| < c$ ), время в СТО – механическое, ФКЗ действует и «обратимость» времени в СТО – артефакт. Считающееся «парадоксальным» положение СТО о разном ходе часов в различных системах отсчета (то есть наличие счетного числа хроношкал), является очевидным с точки зрения Боргартоники, где каждый процесс (диссипатор) обладает своим хроногенезом (шкалой). В парадигме СТО пространство и время по отдельности заменяются единым пространственно-временным континуумом, то есть времени предписывается физическое содержание. Однако смысл его вновь, как и в классической механике, «ускользает», теряясь в различных квазиопределениях. Время – это то, что указывают часы [406:246, с.11]; собственное время объекта – это время, отсчитываемое по часам, движущимся вместе с объектом [406:246, с. 20].

Подытожить сказанное можно так: время – не физическая величина, а шкала; шкала эта – непрерывная, положительно определенная и своя для каждой системы отсчета: шкала эта реализуется устройством, именуемым часами.

В общей теории относительности (ОТО) четырехмерный пространственно-временной континуум неэвклидов, а системы отсчета – неинерциальные. Временная координата  $x^0$  определяется произвольно идущими часами. Промежуток времени между двумя любыми событиями в одной и той же точке пространства зависит от местоположения этой точки [406:246]:

$$\tau = \frac{1}{c} \int \sqrt{g_{00}} dx^0, \quad g_{00} > 0,$$

где  $c$  – скорость света,  $g_{00}$  – компонента метрического тензора  $g_{ik}$ , зависящего от координат. Время в ОТО еще «более относительно», чем в СТО: если в СТО оно «течет по-разному» в различных системах отсчета (то есть имеется бесконечное, но счетное количество хроношкал), то в ОТО оно ведет себя таким же образом даже в различных точках одной и той же системы отсчета (несчетное количество – континуум хроношкал).

В предельном (нерелятивистском) случае слабых полей тяготения, формулы ОТО переходят в механические, в частности, из них следует [406:246]  $d\mathbf{r} = \mathbf{V} dt$ , то есть ОКС механики, являющееся ФКЗ на обратимость. Поскольку необратимость предельного случая не могла возникнуть в ходе редукции ОТО, следует признать обратимость времени в ОТО – артефактом.

Известны попытки доказательства необратимости времени во всех механиках на основе так называемой «причинной» механики [406:249]. В предложенной Н.А. Козыревым системе аксиом этой «новой» механики, первая гласит: «Время обладает особым свойством (непрерывностью, ходом), которое со-

здает отличие прошедшего от будущего, причин от следствий». Эта теория представляется излишне «странной». Квантовая механика также считается «обратимой». «Обратимость» эта, например в [406:32], определяется так: «Это уравнение (Шредингера) ... сохраняет свой вид, если в нем заменить  $t$  на  $-t$  и одновременно перейти к сопряженному». Противоречие налицо: вначале говорится о сохранении вида уравнения, а затем – о переходе к сопряженному уравнению – то есть к **другому**. Там же [с. 78] находим другую формулировку: «В квантовой механике симметрия к обоим направлениям времени выражается ... в неизменности волнового уравнения при изменении знака  $t$  и одновременной замене  $\Psi$  на  $\Psi^*$ ». Аналогичные определения квантово-механической «обратимости» дают и другие авторы [406:4,128,229,250].

Следствием «обратимых» уравнений Шредингера («прямого» и сопряженного) является квантово-механическое уравнение неразрывности [406:32]:

$$\frac{\partial |\Psi|^2}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{I} = 0, \quad (13.42)$$

в котором «плотность потока вероятности»  $\mathbf{I}$

$$\mathbf{I} = \frac{i\hbar}{2m} (\Psi \nabla \Psi^* - \Psi^* \nabla \Psi). \quad (13.43)$$

Поскольку (13.42) должно «унаследовать» от уравнения (уравнений!) Шредингера «обратимость», имеем, что  $t \rightarrow -t$  должно сочетаться с  $\mathbf{I} \rightarrow -\mathbf{I}$ . Для последнего достаточно осуществить замены:  $\Psi \rightarrow \Psi^*$ ,  $\Psi^* \rightarrow \Psi$ . Здесь уже не требуется замены уравнения на сопряженное. Поскольку операторы импульса и скорости связаны [406:32]:

$$\hat{\mathbf{V}} = \frac{\hat{\mathbf{p}}}{m}, \quad \hat{\mathbf{p}} = -i\hbar \nabla, \quad (13.44)$$

то для перехода  $\mathbf{I} \rightarrow -\mathbf{I}$  необходимо:

$$\Psi \rightarrow \Psi^*, \quad \Psi^* \rightarrow \Psi, \quad \hat{\mathbf{p}} \rightarrow -\hat{\mathbf{p}}^* = \hat{\mathbf{p}}, \quad \hat{\mathbf{V}} \rightarrow -\hat{\mathbf{V}}^* = \hat{\mathbf{V}}. \quad (13.45)$$

Таким образом, в условиях «обратимости» импульсы (скорости) не участвуют.

Предельный переход к классической механике ( $\hbar \rightarrow 0$ ) приводит к уравнениям Гамильтона–Якоби и непрерывности [406:32]:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{2m} (\nabla S)^2 + U = 0, \quad \frac{\nabla S}{m} = \mathbf{V}, \quad \frac{\partial a^2}{\partial t} + \operatorname{div} \left( a^2 \frac{\nabla S}{m} \right) = 0, \quad (13.46)$$

где  $a^2 = |\Psi|^2$ ,  $S$  – функция действия,  $\mathbf{V}$  – классическая скорость частицы. Как и в случае ОТО, заключаем, что предельный переход **не может изменить хроношкалу**. Поэтому, если уравнения (13.46) необратимы, то необратимы и уравнения Шредингера. Это так и есть, поскольку формальная «обратимость» (13.46) элиминируется ФКЗ.

Если волновую функцию  $\Psi = \Psi_a + i\Psi_b$  подставить в уравнение Шредингера

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi, \quad \hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + U(\mathbf{r}), \quad (13.47)$$

то, выделив действительную и мнимую части, получим:

$$\hbar \frac{\partial \Psi_a}{\partial t} = \hat{H}\Psi_b, \quad -\hbar \frac{\partial \Psi_b}{\partial t} = \hat{H}\Psi_a. \quad (13.48)$$

Условиями инвариантности относительно преобразования  $t \rightarrow -t$  (обращение времени) будут:

$$\begin{aligned} \Psi_a &\rightarrow -\Psi_a, & \Psi_b &\rightarrow -\Psi_b, & \Psi &\rightarrow -\Psi^*; \\ \Psi_b &\rightarrow -\Psi_b, & \Psi_a &\rightarrow \Psi_a, & \Psi &\rightarrow \Psi^*. \end{aligned} \quad (13.49)$$

Поскольку  $\Psi$ -функция определена с точностью до знака, эти условия эквивалентны друг другу. Таким образом, «обратимость» заключается в допустимости одновременных замен:  $t \rightarrow -t$ ,  $\Psi_b \rightarrow -\Psi_b$ , что следует также и из выражения:

$$\rho = |\Psi|^2 = \Psi\Psi^* = (\Psi_a + i\Psi_b)(\Psi_a - i\Psi_b) = \Psi_a^2 + \Psi_b^2.$$

Перехода к комплексно-сопряженному уравнению, как ранее, вновь не требуется. «Игры в обратимость» можно продолжить и «доказать», что замену  $t \rightarrow -t$  в уравнении Шредингера, если его заменить некоторым эквивалентным, «явно волновым» уравнением, можно осуществить даже и без замены  $\Psi \rightarrow \Psi^*$ , т.е. при  $\Psi = \text{inv}$ . Действительно, двумя способами можно получить уравнение

$$\hbar^2 \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} + \hat{H}^2 \Psi = 0. \quad (13.50)$$

Здесь уже есть «абсолютная обратимость»: кроме замены  $t \rightarrow -t$  ничего менять не надо, чтобы его вид оставался прежним. Если записать (13.50) в виде

$$\left( \hbar \frac{\partial}{\partial t} + i\hat{H} \right) \left( \hbar \frac{\partial}{\partial t} - i\hat{H} \right) \Psi = 0,$$

то получим, что возможны два решения,  $\Psi_1$  и  $\Psi_2$ , удовлетворяющие уравнениям:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi_1}{\partial t} = \hat{H}\Psi_1, \quad -i\hbar \frac{\partial \Psi_2}{\partial t} = \hat{H}\Psi_2. \quad (13.51)$$

Первое из уравнений (13.51) совпадает с (13.47), о котором уже было сказано выше; второе уравнение при замене  $t \rightarrow -t$  дает уравнение Шредингера относительно функции  $\Psi_2 = \Psi_2(\mathbf{r}_1, -t)$ , т.е. «решение в обратном времени» — для «прошлого» ( $t < 0$ ). Ситуация аналогична софизму с построением «обрати-

мого» уравнения теплопроводности, которое распадалось на два: «нормальное» уравнение – необратимое и на уравнение – «монстра».

Для более сложных квантовых объектов и описывающих их уравнений (Дирака, Клейна–Гордона) в литературе также уделяется достаточное внимание «обратимости» [406:251–254]. Первые работы по квантовомеханическому «обращению» были выполнены **Вигнером, Людгерсом** и др., причем оказалось, что «... рассмотрение операции «обращения времени» требует гораздо больше предосторожностей, потому что соответствующий оператор антиунитарен. Теоретически это обстоятельство должно приводить к новому квантовому числу и новой классификации частиц ...» [406:251, с. 56]. Такая вот «инвариантность» (т.е. неизменность! – И.В.). Далее Е. Вигнер пишет [с. 66]: «Соответствие между законами природы и естественными свойствами симметрии пространства–времени обладает двумя тревожными аспектами. Первый из них состоит в том, что операция симметрии физически очень сложна. Если бы оказалось, что операция обращения времени в том виде, как мы понимаем ее сейчас, не принадлежит к числу операций симметрии ... мы все же могли бы сохранить эту операцию симметрии, придав ей иную интерпретацию. Например, можно было бы постулировать, что обращение времени переводит материю в метаматерию, которая будет открыта позднее. Другой тревожный аспект ... мы усматриваем в том, что **столь долго заблуждались**, веря в существование бóльшего числа элементов симметрии, чем их имеем в действительности».

Приведенное высказывание, на наш взгляд, **является кратким, но исчерпывающим некрологом по «обратимости»**, где ключевое слово – «вера» (в симметрию, в «красоту» законов природы, которые «должны» быть одинаковы для  $t > 0$  и  $t < 0$ ). А вера, как известно, слепа, иначе чем объяснить «определение» Людгерсом обращения времени [406:251, с. 82], как преобразования, заменяющие каждую скорость на противоположно направленную, «вследствие чего частица в момент времени  $+t$  занимает то же положение, какое она без обращения времени.) занимала бы в момент  $-t$ ». Все это (т.е. просто изменение знака скорости частицы) Людгерсом названо «обращением времени I-го рода».

В [406:253,254] – весьма солидных книгах, авторы для «объяснения» обратимости времени вновь прибегает к образу киноплёнки, прокручиваемой в обратную сторону. Ранее уже отмечалось, что это – образ неверного – ОПО-определения обратимости. Далее фактически **подбирается** некоторое преобразование уравнения Дирака с «прежней физической интерпретацией», но **другого вида**, которое эквивалентно замене  $t$  на  $t' = -t$ . Инвариантность относительно обращения времени этого уравнения означает, что

$$FH(t)F^{-1} = -H(t'), \quad \Psi'(t') = T\Psi^*(t),$$

где  $F$  – оператор комплексного сопряжения, умноженный слева на матрицу  $T$  ( $4 \times 4$ ).

В квантовой теории поля также используется аналогичная «игра в операторы», именуемая «обращением времени», осуществляемая как ради «обращения» как такового, так и для доказательства СРТ-теоремы [406:252,254] (именуемой FCP-теоремой), согласно которой лагранжиан преобразуется следующим образом:  $PCFL(x,t)F^{-1}C^{-1}P^{-1} = L(-x,-t)$ .

Завершая краткий обзор «квантовомеханической обратимости», заметим, что несмотря на гораздо более сложные математические конструкции, она столь же противоречива и ошибочна, как и «механическая обратимость». Поскольку никакого введения «квантовомеханического времени» нигде и никем не осуществляется, то, стало быть, подразумевается, что это время – механическое. Обратимость же последнего, как было показано, артефакт.

Космология, как считает автор [406:237], «кардинально изменяет представления о времени». Фактически же, как это в дальнейшем выяснится, речь идет об изменениях представлений о времени, внесенных в физику СТО и ОТО.

По мнению С. Хокинга [222], «...время не отделимо полностью от пространства и не независимо от него, но вместе с ним образует единый объект. Пространство и время не только влияют на все, что происходит во Вселенной, но и сами изменяются по влиянием всего, в ней происходящего». Налицо следование автора парадигмам СТО и ОТО, время в которых – механическое, то есть «обратимое». Эту «обратимость» автор применил для «обращения» теоремы Пенроуза.

В связи с синтезом идей Р. Фейнмана (интегралы по траекториям) с ОТО, автор [406:222] приходит к введению эвклидова пространства для описания пространственно–временного континуума, это означает что «... ось времени – мнимая и не отличается от пространственных осей». Мнимое время, по автору, имеет преимущества: «В действительном времени у Вселенной есть начало и конец, отвечающие сингулярностям ... В мнимом же времени нет ни сингулярностей, ни границ ... между направлениями мнимого времени нет существенной разницы ... Законы науки не отличают прошлое от будущего» Таким образом, по С. Хокингу мнимое время, как и действительное, обратимо. Последнее утверждение, как и сама концепция мнимого времени, на наш взгляд, артефакты. Поскольку самые «безумные» космологические теории все же базируются на разделах физики, ранее рассмотренных, а время в них – необратимо, то необратимо время и в космологии.

Физика элементарных частиц также использует основные фундаментальные физические теории [406:222,227,233,248], обратимость времени в которых

– артефакт. **Артефактом являются и комбинированная четность (СРТ-симметрия).**

Устранение фундаментального хроноартефакта ведет к смене парадигмы времени в физике, а такие смены всегда сопровождались борьбой старого и нового. «Обратимость» времени давно входит в парадигму, на ее «стороне» крупнейшие авторитеты – Л. Больцман, А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, Л.Д. Ландау, Р. Фейнман, И. Пригожин и многие другие. Однако есть «союзники» и у автора. О том, что время – не физическая величина, а лишь шкала, высказывались в той или иной форме многие.

Аристотель считал, что «Время не есть движение, а является им постольку, поскольку **движение имеет число** (выделено мной – И.В.)». «Чисто относительным», как и пространство, считал время Лейбниц. Близких, «релятивистских» взглядов на время придерживались многие философы. А. Пуанкаре считал [406:210], что «... нам дано психологическое время, и мы хотим **создать** (выделено мной – И.В.) научное и физическое время». При этом он полагал, что «... измеримое время по существу тоже относительно ... **Свойства времени – только свойства часов** (выделено мной – И.В.), подобно тому, как свойства пространства – только свойства измерительных инструментов».

Содержит «еретические» высказывания о времени и книга **Х. Хармута** [406:234]. Редактор ее перевода размышляет так: «Если часы «генерируют», «порождают» время, что можно понимать как отсчет числа единиц измерения времени, укладываемых от начала измерения до его окончания, то что является физическим объектом (временем), которое мы измеряем? Можно ли здесь вводить разные модели, кроме линейной функции от количества единиц измерения? ... Или такого физического объекта нет?» (выделено мной – И.В.). Ему вторит один из цитируемых авторов, **М. Шлик**: «Утверждение о том, что все движения ... относительны, эквивалентно утверждению, что пространство и время не являются физической объективностью. Пространство и время сами по себе не измеряемы: **они образуют только каркас** (выделено мной – И.В.), в котором мы организуем физические события. В принципе этот каркас можно выбрать, как нам заблагорассудится ...». Р. Карнап высказывается в том же духе [406:229]: «Любые часы представляют собой инструмент для создания периодического процесса». Ясно, что **и измеряют любые часы всегда только свой собственный ход**, который используется для реализации хроношкалы – субъективной (человеческой) формы изучения интенсивности протекания физических процессов. Готовых заклеймить автора и признать его субъективистом, идеалистом, махистом и проч. (см. труды классиков истмата и диамата) я прошу обратиться к прекрасной книге академика Маркова [406:247]. Хорошо сформулировал С. Маршак: «Мы знаем – время растяжимо / Оно зависит от того / Какого рода содержимым / Вы наполняете его». Так что субъективная трактов-

ка времени – как шкалы, построенной человеком для анализа хода процессов, видимо, правильная. В Природе, в Мире нет никаких часов, никаких шкал. Как выразился Ж.-Б. Ламарк: «Для природы – время ничего не значит и никогда не представляет затруднений; она всегда его имеет в своем распоряжении и для нее это средство не имеет границ ...»

Что же касается необратимости времени, то здесь мне не на кого сослаться. Абсолютное и подавляющее большинство авторов уже несколько столетий твердят об «обращении» времени и «симметрии законов природы». Друг А. Эйнштейна, **М. Бессо** было усомнился, но получил категорическую «отповедь» (письмо А. Эйнштейна М. Бессо цитирую по [406:128]): «... необратимость это иллюзия, субъективное впечатление, обусловленное некими начальными условиями ... Необратимость не заключена в основных законах физики ... В динамике нет ничего такого, что позволило бы отличить прошлое от будущего ... согласно нашим современным представлениям, все элементарные процессы обратимы». То же самое говорят И. Пригожин [406:128,227], А. Зиновьев [406:41] и многие, многие другие ...

Тем не менее, еще раз повторим: **ВРЕМЯ НЕОБРАТИМО. МЕХАНИЧЕСКАЯ И ИНАЯ ОБРАТИМОСТЬ ЕГО – АРТЕФАКТ.**

### 51.2. Преобразования Галилея и Лорентца

*Тщательней ребята  
надо, тщательней.*

**М. Жванецкий**

**А. Статус ПГ и ПЛ.** Первое из этих преобразований – «бедный родственник», а второе претендует на фундаментальность и универсальность. Фактически же (как будет показано далее), оба – подстановки, причём ПЛ есть частный случай ПГ. ПГ используется (в основном) для демонстрации механического принципа относительности – инвариантности уравнения движения Ньютона относительно перехода  $K \rightarrow K'$ . ПЛ – основа СТО и возведено А. Эйнштейном и его последователями в ранг «закона законов», хотя в основополагающей работе

[352] говорилось о методе пересчёта решений задач оптики из  $K$  в  $K'$  (и не более того!). Недостатком ПГ является присущее им дальное действие ( $t'=t$ ), исключающее возможность метрологического использования. Кроме того, ПГ (как и ПЛ) одномерны и асимметричны (всегда рассматриваются только случаи  $v > 0$ ).

**В. Объекты и системы.** ПЛ сейчас «внедрены» во все разделы физики, хотя первоначально были выведены А. Эйнштейном в рамках оптики, т.е. части теории электромагнетизма, базирующейся на волновых уравнениях (Даламбе-

ра). Отсюда следует, что ПГ – объекты механики, а ПЛ – оптики, т.е. ПГ применимы при математическом моделировании движений материальных частиц и их систем, а ПЛ – распространения фотонов, световых лучей и волн. Обязательной составляющей всех моделей являются системы отсчёта (т.е. система координат, наблюдатель и его измерительные инструменты). Для однозначной фиксации системы отсчёта **вводим понятие конфигурации системы отсчёта (КСО).**

**Правой** будем именовать КСО, при которой система координат правая (ось  $Ox$  направлена слева- направо, ось  $Oy$  – снизу- вверх в плоскости листа, ось  $Oz$  – перпендикулярно плоскости). Наблюдатель располагается вблизи начала координат таким образом, что его вытянутая вдоль оси  $Ox$  правая «рука» направлена в сторону возрастания значений  $x$ . Эта конфигурация задаёт систему  $K$ ; система  $K'$  совпадает с ней в начальный момент времени, а затем движется в правую сторону вдоль оси  $Ox$  с постоянной скоростью  $v$ . ПЛ такого вида будем обозначать ПЛ ( $K, K'(v)$ ). При движении системы  $K'$  в противоположную сторону имеем ПЛ ( $K, K'(-v)$ ).

**С. Процессы и модели.** ПГ и ПЛ, будучи инструментом математического моделирования, являются сами по себе моделями. Особенно это относится к ПЛ: они описывают процесс косвенных метрологических измерений (дистанционных измерений пространственных и временных промежутков в системе  $K'$  на основе значений таковых, измеренных или вычисленных в системе  $K$ ). Аналогично тому, что математические модели некоторого процесса могут принимать различную форму, ПГ и ПЛ также могут быть записаны в алгебраической, интегральной и конечно – разностной формах.

Полученные ранее постгалилеевы (парагалилеевы) преобразования не следует применять в качестве критериев инвариантности уравнений: они - модели метрологических измерений и инструмент моделирования механических процессов. Считать, что критерием служат ПЛ, также нельзя: **ПЛ изначально выведены такими, которые не изменяют вид волновых уравнений.** Проще говоря: не вид ПЛ определяет форму волновых уравнений, а, напротив, форма волновых уравнений определяет вид ПЛ.

**Д. Артефакт лорентцева множителя.** Множитель (фактор) Лорентца  $\gamma = (\sqrt{1 - \beta^2})^{-1}$ , где  $\beta = v/c$ , в ПЛ (а, значит, в парадигме СТО) используется широко: 1. Определяет релятивистскую массу и другие динамические величины; 2. Задаёт формулы лорентцевых сокращений длины и времени; 3. Обеспечивает инвариантность волновых уравнений в системах  $K$  и  $K'$ . Покажем, что всё, за исключением п.3, – артефакты.

Рассмотрим преобразование  $K \Rightarrow \tilde{K}$  следующего вида:

$$\tilde{x} = x - vt, \quad \tilde{t} = t - \frac{vx}{c^2}, \quad \tilde{y} = y, \quad \tilde{z} = z, \quad \tilde{K} = \tilde{K}(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}, \tilde{t}). \quad (13.52)$$

Скалярный потенциал ( $\phi$ ) и вектор – потенциал ( $\mathbf{A}$ ) удовлетворяют уравнениям Даламбера:

$$\square\phi=0, \quad \square\mathbf{A}=0, \quad \square=\Delta-c^{-2}\partial_t^2. \quad (13.53)$$

Проверим, на примере  $\tilde{\square}\phi=0$ , будет ли оно совпадать с уравнением  $\square\phi=0$  при использовании (13.52). Имеем, вычислив вторые производные по координатам системы  $K$  и выразив их через вторые производные системы  $\tilde{K}$ :

$$\tilde{\square}\phi=[(1-\beta^2)(\partial_{\tilde{x}}^2-c^{-2}\partial_{\tilde{t}}^2)+\partial_{\tilde{y}}^2+\partial_{\tilde{z}}^2]\phi=0 \quad (13.54)$$

Уравнение  $\tilde{\square}\phi=0$  отличается от уравнения  $\square\phi=0$  тем, что в нём при вторых производных по  $\tilde{x}$  и  $\tilde{t}$  имеется множитель  $\gamma^{-2}$ . От него можно избавиться, т.е. добиться инвариантности волнового уравнения, двумя способами: 1. Ввести систему  $K'$ , в которой первая из круглых скобок перенесена в знаменатель второй, что приводит к ПЛ и инвариантности волнового уравнения; 2. Добиться того же, разделив (13.54) на первую из круглых скобок. Во втором случае имеем переход  $K \Rightarrow K''$ , а «дважды штрихованные» координаты:

$$x''=\tilde{x}, \quad t''=\tilde{t}, \quad y''=\tilde{y}\gamma^{-1}, \quad z''=\tilde{z}\gamma^{-1}. \quad (13.55)$$

Т.о., как при канонических ПЛ, так и при «паралорентцовых преобразованиях» (ПЛП) (13.55) вид волновых уравнений в системах  $K, K', K''$  одинаков. Отсюда следует, что фактор Лорентца  $\gamma$  везде играет роль подгоночного множителя (нормировочного и не более того!), обеспечивающего инвариантность волнового уравнения. Приписываемые ему другие функции – артефакты. Также констатируем первичность ПГ, из которых прямо следуют (не единственные!) парагалилеевы преобразования (ПГП), а затем –ПЛ. Из принципа хроногенеза и цепочки ПГ  $\rightarrow$  ПГП  $\rightarrow$  ПЛ следует, что ПЛ и ПЛП – частные случаи ПГ.

Артефактность множителя  $\gamma$  очевидным образом следует уже из самих ПЛ, в которых присутствие его нарушает начальные условия.

## §52. СТРУКТУРНЫЕ АРТЕФАКТЫ

*...для каждого шага вперёд необходимо пожертвовать представлениями и понятиями, которые до этого считались важными и существенными.*

**В. Гейзенберг**

### 52.1. Ядро парадигмы СТО

*Очевидные и громадные успехи механики Ньютона приводят нас к выводу, что если эта теория и должна быть изменена, то только так мало, как это возможно.*

**Г. Мак – Витти**

**А. Вывод ПЛ.** Был осуществлён А.Эйнштейном на основе двух постулатов. Первый из них, как эвристическое обобщение принципа Галилея, возражений не вызывает. Второй же, формулировавшийся и самим А. Эйнштейном и его последователями по –разному, часто утверждал одинаковость скорости света во всех инерциальных системах, что является артефактом. «Скорость света в вакууме» и «скорость света в системе  $K'$ » - понятия различные. Первое - максимально возможная скорость в абсолютной системе координат (в вакууме), а вторая – **относительная скорость (алгебраическая сумма скорости света в вакууме и скорости  $v$  движения системы  $K'$  относительно системы  $K$ ).**

Ранее было показано, что совпадение скоростей света в  $K$  и  $K'$  есть одно из следствий принципа хроногенеза и в постулировании не нуждается. При выводе ПЛ широко используются понятия: световые часы, световой вектор, интервал. Это – артефакты, в чём убедимся далее.

**А1. Световые часы.** Были использованы А.Эйнштейном в мысленных экспериментах, когда луч света от источника «на полу вагона» посылался к его потолку, отражался и приходил, из –за движения вагона, в точку, не совпадающую с источником. При этом из теоремы Пифагора следовало:

$$(ct')^2 = (ct)^2 - (Vt)^2, \quad t' = t\sqrt{1 - \beta^2}. \quad (13.56)$$

Время в подвижной системе  $K'$  -  $t'$  именуется «собственным» и из ПЛ выражение для него следует при совпадении скоростей  $K'$  и пробной частицы, что в силу принципа хроногенеза означает:  $t'=0$ . Но луч света можно направить и иначе, например от левого торца вагона к правому (т.е. вдоль вагона). Тогда при однократном ходе луча (без отражения) для движений вагона вправо и влево получим различные значения  $t'$ :

$$t' = t(1 \pm \beta) \quad (13.57)$$

Т.о., «штрихованное» время не однозначно, а световые часы – артефакт.

**А2. Световой вектор и интервал.** При использовании первого «векторность» маскируется: пишут  $R=ct$ , видимо интуитивно понимая, что  $R=ct$  – ошибка. Скорость света в вакууме ( $c$ ) **фундаментальная скалярная константа, а не вектор, поскольку все её декартовы составляющие одинаковы ( $=c$ ).** Т.о., **векторность света влечёт за собой векторность времени.** Таким же артефактом, как и световой вектор, является и интервал  $S^2$  :

$$S^2=R^2-(ct)^2=(R-ct)^2=0^2. \quad (13.58)$$

В работах по СТО часто «анализируются» случаи положительности и отрицательности интервалов, но в первом - допускается существование скорости, превышающей световую, во втором – получаем очевидное неравенство с нулевой информацией.

**В. Метрологические аспекты СТО.** В парадигме СТО имеются артефакты, которые можно отнести к метрологическим: 1. Парадокс штриха. 2. Парадоксы вырождения (сингулярности, обнуления, стабилизации  $x'$  и  $t'$ ). 3. Парадокс теоремы сложения скоростей. 4. Парадокс трёхмерности скорости пробной частицы.

**В1. Парадокс штриха.** Заключается в различии структур формул для  $x'$  и  $t'$ , в которых ошибочно присутствует множитель  $\gamma$ . Последний, в силу своего происхождения, к метрологии отношения не имеет. Правильные метрологические формулы следуют из ППП, приведенных ранее.

**В2. Парадоксы вырождения.** В конечно – разностном представлении, при использовании в качестве пробной частицы фотона (что необходимо в метрологии), ПЛ имеют вид:

$$\Delta x'=\Delta x\gamma(1-\frac{V}{c}), \quad \Delta t'=\Delta t\gamma(1-\frac{V}{c}) \quad (13.59)$$

Из (13.59) следует, что при  $V \rightarrow c$  штрихованные интервалы обнуляются. В случае, в парадигме не рассматриваемом, когда система  $K'$  не обгоняет систему  $K$ , а движется встречно (минус в скобках изменяется на плюс), получаем сингулярность штрихованных интервалов. Если от ПЛ перейти к ППП (т.е. положить фактор Лорентца равным единице), то обнуление сохраняется, а для встречного движения системы  $K'$  получаем стабилизацию (удвоение) штрихованных интервалов относительно нештрихованных.

**В3. Парадокс теоремы сложения скоростей.** Парадигмальная формула  $u=u(u',v)$  лишена смысла, т.к. в  $K'$  нет наблюдателя. Поэтому «правильной» формулой должна, казалось – бы, быть обратная формула, выражающая скорость в системе  $K'$  через таковую в  $K$ . Но и эта формула ошибочна (артефакт). Ранее было получено:

$$u'=\frac{u-V}{t'/t}=\frac{u-V}{1+\alpha_2 u}, \quad \alpha_2=-\frac{V}{u^2} \quad (13.60)$$

Поэтому в знаменателе (13.60) не может быть выражения  $Vu/c^2$ , а должно быть выражение  $V/u$ . При этом  $u \in [V, c]$ . При  $u < V$  вместо  $V/u$  в (13.60) присутствует обратное выражение.

**В4. Парадокс трёхмерной скорости пробной частицы.** В парадигме СТО скорость системы  $K'$  относительно системы  $K$  ( $v$ ) всегда направлена вдоль оси  $Ox$ . Для формул преобразования от  $K$  к  $K'$  компонент трёхмерной скорости пробной частицы  $\mathbf{U} = (\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{w})$  получены формулы – артефакты. Из принципа хроногенеза следуют другие формулы: штрихованная  $x$ -компонента скорости совпадает с таковой в случае одномерного движения пробной частицы, а штрихованные  $y$  и  $z$  – компоненты скорости совпадают с таковыми нештрихованными. При этом штрихованное время становится двухкомпонентным:  $x$  – компонента его определяется формулой (13.64), а  $uiz$ -компоненты совпадают с нештрихованным временем  $t$ .

**С. Обратные ПЛ.** В парадигме СТО их получают двумя способами: 1. Систему уравнений ПЛ решают относительно нештрихованных координат (алгебра). 2. Штрихи и отсутствия таковых меняют местами, как и знак перед скоростью  $K'$  (трюк). Эти способы **не физичны**, т.к. игнорируют обязательное требование сохранения при обратном переходе  $K' \Rightarrow K$  **исходной (правой) конфигурации ПЛ( $K, K'(v)$ )**.

Устранение этого артефакта заключается в операциональном (физическом) обратном переходе: 1. Наблюдатель (локализованный вблизи общего для  $K$  и  $K'$  начала координат) поворачивается (против часовой стрелки) на 180 градусов вокруг оси  $Oz$ , «захватив» с собой оси  $Ox, Ox', Oy, Oy'$  (т.е. проводится инверсия этих осей). 2. Штрихованная система координат и её оси переименовываются в нештрихованные и наоборот. 3. Фиксируется вновь полученная правая конфигурация, совпадающая с исходной. 4. Записываются уравнения обратных ПЛ, совпадающие с исходными.

Артефактность обратных ПЛ, ПГ и ПГП в парадигме выше обосновывалась концептуально. Но легко построить соответствующие контрпримеры. Достаточно в формулы для прямых преобразований подставить выражения для обратных, чтобы вместо ожидаемых тождеств получить совпадение штрихованных и нештрихованных величин: времён (в ПГ), координат (в ПГП), скоростей (в ПЛ).

**Д. Корректность ПЛ.** Трактую ПЛ как математическую модель косвенных измерений, рассмотрим её корректность, т.е. существование, единственность и устойчивость.

**Д1. Существование ПЛ.** Артефактность выводов ПЛ в парадигме СТО была преодолена каноническим путём – цепочкой  $ПГ \Rightarrow ПГП \Rightarrow ПЛ$ . При этом, однако, возникает **концептуальный артефакт**: входящая в выражение

для штрихованного времени величина  $x$  не может принимать произвольное численное значение или быть равной  $ct$ , хотя при выводах ПЛ это предполагается (явно или неявно). Связь  $x$  и  $t$  препятствует не только инвариантности волнового уравнения, но и разрушает это уравнение. Если же  $x$  – число, то ППП не может перейти в ПЛ (вырождается в ПГ). **Т.о., в рамках континуальных представлений ПЛ не существуют.**

**Попытаемся получить ПЛ исходя из концепции дискретных пространства и времени.** Осуществив минимизацию факторизаций – конечно – разностных выражений для функций действия по Лейбницу и Мопертюи, а также законов равномерного прямолинейного и волнового движений, получим:

$$Mc^2\tau_0 = \frac{h}{2}, \quad Mcl_0 = \frac{h}{2}, \quad c\tau_0 = l_0, \quad (13.61)$$

где:  $M$  – максимальная масса микрочастицы,  $c$  – скорость света в вакууме,  $h$  – постоянная Планка,  $l_0$ ,  $\tau_0$  – **фундаментальные длина и время**. Как было показано ранее, из ПГ для дискретных  $x$  и  $t$  следует ППП, в котором  $x$  можно трактовать как декартову координату, со временем не связанную (связь фундаментальных параметров играет роль условия калибровки дискретных шкал). Этим ПЛ признаётся существующим (хотя и с определённой натяжкой).

**D2. Единственность ПЛ.** В п.51.2 уже было показано, что множитель  $\gamma$  может быть включён в волновое уравнение двумя способами: 1. Так, что ПЛ принимают парадигмальный вид. 2. Так, что  $x$  преобразуется как в ПГ, а «поперечные» координаты  $y$  и  $z$  умножаются на лорентцев корень. С учётом «встречных» систем ПЛ( $K, K'(-v)$ ), получаем четыре ПЛ. Заметим что, в силу принципа хроногенеза, число возможных ППП произвольно.

**D3. Устойчивость.** Очевидно, что при  $v \rightarrow c$  ПЛ неустойчивы.

**Е. Артефакт группы ПЛ.** В парадигме СТО утверждается, что ПЛ образуют группу. Рассмотрим это утверждение с двух точек зрения.

**Е1. Концептуальный подход.** Группу могут образовывать различные, но однородные элементы, что в ПЛ отсутствует. При переходе от  $K$  к  $K'$  нештрихованные координаты заменяются на штрихованные, которые уже функции. Поэтому второй переход – от  $K'$  к  $K''$  уже не относится к ПЛ, как и все последующие. Кроме того, при переходах должны суммироваться скорости движущихся систем, которые в парадигме СТО подменены артефактными величинами – скоростями, полученными по «теореме сложения».

**Е2. Контрпример.** ПЛ в случае пробной частицы – фотона при переходе  $K \Rightarrow K'$ , начальном совпадении этих систем и движении  $K'$  со скоростью  $\Delta V$  дают:

$$x' = ct \sqrt{\frac{c - \Delta V}{c + \Delta V}}, \quad t' = x'/c.$$

Для второго перехода  $K' \Rightarrow K''$  (при всех переходах  $\Delta V$  одинаковы) имеем:

$$x'' = ct \sqrt{\left(\frac{c-\Delta V}{c+\Delta V}\right)^2}, \quad t'' = x''/c.$$

При  $N$ -м переходе:

$$x^N = ct \left(\sqrt{\frac{c-\Delta V}{c+\Delta V}}\right)^N, \quad t^N = x^N/c. \quad (13.62)$$

В (13.62) осуществим предельный переход:  $\Delta V \rightarrow 0$ ,  $N \rightarrow \infty$ ,  $N\Delta V = c$  и получим:

$$x'(c) = \lim_{N \rightarrow \infty} x^N = \frac{ct}{e}, \quad t'(c) = \frac{x'(c)}{c} = \frac{t}{e}, \quad e = 2,718\dots \quad (13.63)$$

Поскольку один глобальный переход от  $V=0$  до  $V=c$  по формулам ПЛ даёт обнуление  $x'$  и  $t'$  (не совпадает с (13.63)), **групповое свойство ПЛ отсутствует.**

**Г. Динамика СТО.** Повторим ранее высказанное: СТО – метод решения задач оптики и к механике отношения не имеет. Приводимое повсеместно «уравнение релятивистской динамики» - артефакт, поскольку в нём дифференцируется по времени скорость движения системы  $K'$  (постоянная!)

## 52.2. Ядро парадигмы термодинамики

**На основе Боргартоники в [406] устранены артефакты:**

1. Вариационного принципа Онзагера – Махлупа - путём замены его на принцип наименьшего значения  $D$ -периода. («шага» дискретной хроношкалы).
2. Принципа Онзагера симметрии кинетических коэффициентов, базирующегося на обращении времени. Принцип подтверждён двумя различными методами без использования «обращения»
3. Показано различие механической и термодинамической хроношкал и их положительность.
4. Сформулированы «запреты» на механическую и термодинамическую обратимости. Устранены и другие артефакты.

## ГЛАВА 14.АРТЕФАКТЫ – ЛАКУНЫ

*Один лишь маленький, один билет потерян  
А в боевых рядах – зияющий провал.*

**А.Безыменский**

Исторически сложившаяся парадигма теории электромагнитных полей в сплошных средах является, фактически, таковой для электромагнитных волн [536:1–3]. В сложных системах (композитах, гетероструктурах, непрерывно- и слоисто-неоднородных) с отличной от нуля проводимостью электромагнитные поля (ЭМП) должны описываться следующими из уравнений Максвелла диффузионными (при пренебрежении током смещения по сравнению с током проводимости) или телеграфными уравнениями (при учете обеих проводимостей) [536:4,5]. Моделей этого типа мало, для неоднородных, нестационарных, нелинейных и квазилокальных (слабонелокальных) систем они отсутствуют, т.е. имеется артефакт-лакуна.

В последнее время все большую роль начинают играть неоднородные твердотельные структуры, которые, в частности, могут быть созданы с помощью высоких давлений. Адекватное описание процессов распространения ЭМП в таких сложных системах заключается в построении и исследовании математических моделей – краевых задач для диффузионных и телеграфных уравнений для полей  $\mathbf{H}$  и  $\mathbf{E}$ . Далее на основе уравнений Максвелла выводятся одномерные уравнения для  $\mathbf{H}$  и  $\mathbf{E}$  в неоднородных (пространственно и во времени – нестационарных), нелинейных и квазилокальных системах.

### 53.1. Пространственно-неоднородные системы

Система уравнений Максвелла и уравнений состояния в отсутствие сторонних токов и зарядов имеет вид (в гауссовой системе) [536:5]:

$$\operatorname{rot}\mathbf{H} = \frac{4\pi}{c}\sigma\mathbf{E} + \frac{1}{c}\frac{\partial\mathbf{D}}{\partial t}, \quad \operatorname{div}\mathbf{B} = 0, \quad (14.1)$$

$$\operatorname{rot}\mathbf{E} = -\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}, \quad \operatorname{div}\mathbf{D} = 0, \quad (14.2)$$

$$\mathbf{B} = \mu\mathbf{H}, \quad \mathbf{D} = \varepsilon\mathbf{E} \quad (14.3)$$

Здесь использованы общепринятые обозначения. В одномерном случае, когда  $\mathbf{H} = \mathbf{H}(x, t)$ ,  $\mathbf{E} = \mathbf{E}(x, t)$ ,  $\partial_y = \partial_z = 0$ , эти уравнения можно записать в виде:

$$-\frac{\partial H_z}{\partial x} = \frac{4\pi}{c}\sigma E_y + \frac{1}{c}\frac{\partial(\varepsilon E_y)}{\partial t}, \quad \frac{\partial E_z}{\partial x} = \frac{1}{c}\frac{\partial(\mu H_y)}{\partial t}, \quad (14.4)$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} = \frac{4\pi}{c}\sigma E_z + \frac{1}{c}\frac{\partial(\varepsilon E_z)}{\partial t}, \quad \frac{\partial E_y}{\partial x} = -\frac{1}{c}\frac{\partial(\mu H_z)}{\partial t}. \quad (14.5)$$

Рассмотрим непрерывно-неоднородные системы, для которых  $\varepsilon = \varepsilon(x)$ ,  $\mu = \mu(x)$ ,  $\sigma = \sigma(x)$  – дифференцируемые функции. Исключая из (14.4), (14.5)  $H_y$  и  $H_z$ , находим:

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \frac{4\pi\sigma(x)\mu(x)}{c^2} \frac{\partial E_y}{\partial t} + \frac{\varepsilon(x)\mu(x)}{c^2} \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} + \left( \frac{1}{\mu} \frac{d\mu}{dx} \right) \frac{\partial E_y}{\partial x}, \quad (14.6)$$

$$\frac{\partial^2 E_z}{\partial x^2} = \frac{4\pi\sigma(x)\mu(x)}{c^2} \frac{\partial E_z}{\partial t} + \frac{\varepsilon(x)\mu(x)}{c^2} \frac{\partial^2 E_z}{\partial t^2} + \left( \frac{1}{\mu} \frac{d\mu}{dx} \right) \frac{\partial E_z}{\partial x}. \quad (14.7)$$

Уравнения (14.6) и (14.7) для  $E_y$  и  $E_z$  идентичные, они содержат «конвентивные» члены  $\sim \partial E_i / \partial x$  ( $i = y, z$ ). В отличие от них уравнения для  $H_y$  и  $H_z$  не «расщепляются»: в уравнения для  $H_y$  входят члены  $(4\pi d\sigma/c dx)E_z$  и  $(d\varepsilon/c dx)\partial E_z / \partial t$ , а в уравнения для  $H_z$  – аналогичные члены с  $E_y$ . Поэтому при решении конкретных задач целесообразно исходить из (14.6), (14.7), а  $H_y$  и  $H_z$  находить из вторых уравнений (14.4), (14.5). В случае слоисто-неоднородных систем, когда  $\varepsilon(x)$ ,  $\mu(x)$ ,  $\sigma(x)$  – кусочно-постоянные функции, уравнения радикально упрощаются (члены с  $d\mu/\mu dx$  выпадают) и переходят в телеграфные уравнения с постоянными коэффициентами.

### 53.2. Нестационарные системы

Пусть  $\varepsilon = \varepsilon(t)$ ,  $\mu = \mu(t)$  – непрерывные, дважды дифференцируемые по  $t$  функции времени, а  $\sigma = \sigma(t)$  – однократно (по крайней мере) дифференцируемая. Учитывая это в (14.4), (14.5), дифференцируя первое из уравнений по  $x$  и исключая  $E_y$  с помощью второго уравнения, получаем:

$$\frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2} = \Psi_0(t)H_z + \Psi_1(t) \frac{\partial H_z}{\partial t} + \Psi_2(t) \frac{\partial^2 H_z}{\partial t^2}, \quad (14.8)$$

$$\Psi_0(t) = \frac{4\pi\sigma(t)\dot{\mu}(t)}{c^2} + \frac{\dot{\varepsilon}(t)\dot{\mu}(t)}{c^2} + \frac{\varepsilon(t)\ddot{\mu}(t)}{c^2},$$

$$\Psi_1(t) = \frac{4\pi\sigma(t)\mu(t)}{c^2} + 2 \frac{\varepsilon(t)\dot{\mu}(t)}{c^2} + \frac{\mu(t)\dot{\varepsilon}(t)}{c^2}, \quad \Psi_2(t) = \frac{\varepsilon(t)\mu(t)}{c^2}, \quad (14.9)$$

а точка над функцией обозначает дифференцирование её по  $t$ . Уравнение для  $H_y$  имеет такой же вид, а для  $E_y$ ,  $E_z$  аналогичным образом находим:

$$\frac{\partial^2 E_i}{\partial x^2} = \phi_0(t)E_i + \phi_1(t) \frac{\partial E_i}{\partial t} + \phi_2(t) \frac{\partial^2 E_i}{\partial t^2}, \quad i = y, z, \quad (14.10)$$

$$\phi_0(t) = \frac{4\pi}{c^2} (\mu(t)\dot{\sigma}(t) + \sigma(t)\dot{\mu}(t)) + \frac{\dot{\varepsilon}(t)\dot{\mu}(t)}{c^2} + \frac{\mu(t)\ddot{\varepsilon}(t)}{c^2}, \quad \phi_1(t) = \frac{4\pi}{c^2} \mu(t)\sigma(t) + 2 \frac{\mu(t)\dot{\varepsilon}(t)}{c^2} + \frac{\varepsilon(t)\dot{\mu}(t)}{c^2}$$

$$\phi_2(t) = \Psi_2(t) = \frac{\varepsilon(t)\mu(t)}{c^2}. \quad (14.11)$$

Уравнения (14.8) и (14.10) при постоянных параметрах ( $\varepsilon, \mu, \sigma = \text{const}$ ) также переходят в «канонические» телеграфные уравнения, становящиеся, в свою очередь, диффузионными при элиминации тока смещения (что формализуется условием  $\varepsilon = 0$ ).

### 53.3. Нелинейные системы

В сильных полях  $\varepsilon = \varepsilon(|\mathbf{E}|)$ ,  $\mu = \mu(|\mathbf{H}|)$ ,  $\sigma = \sigma(|\mathbf{E}|)$  и система уравнений Максвелла становится нелинейной [536:5,6]. Случай одновременной зависимости всех параметров от величин полей ведет к весьма сложным, трудно реализуемым даже численно, моделям, поэтому ограничимся рассмотрением хорошо проводящей среды, током смещения в которой можно пренебречь.

Рассмотрим случаи: 1)  $\sigma = \text{const}$ ,  $\mu = \mu(|\mathbf{H}|)$ ; 2)  $\sigma = \sigma(|\mathbf{E}|)$ ,  $\mu = \text{const}$ . В первом случае из (14.4), (14.5) получаем:

$$\frac{\partial^2 H_i}{\partial x^2} = \frac{4\pi\sigma}{c^2} F_\mu(|\mathbf{H}|, H_i) \frac{\partial H_i}{\partial t} - F_\mu(|\mathbf{H}|, H_i) = \mu(|\mathbf{H}|) + \frac{d\mu}{d|\mathbf{H}|} \frac{\partial |\mathbf{H}|}{\partial H_i} H_i, \quad (14.12)$$

где  $i = y, z$ . Для  $E_i$  ( $i = y, z$ ) уравнения более сложны, чем (14.12), поэтому для их определения целесообразен подход, рекомендованный для нахождения  $H_i$  в неоднородных системах. Во втором случае аналогично получаем:

$$\frac{\partial^2 E_i}{\partial x^2} = \frac{4\pi\mu}{c^2} F_\sigma(|\mathbf{E}|, E_i) \frac{\partial E_i}{\partial t}, \quad F_\sigma(|\mathbf{E}|, E_i) = \sigma(|\mathbf{E}|) + \frac{d\sigma}{d|\mathbf{E}|} \frac{\partial |\mathbf{E}|}{\partial E_i} E_i, \quad (14.13)$$

где  $i = y, z$ . Здесь, напротив, более просты уравнения для  $E_i$  (14.13), а компоненты  $\mathbf{H}$  лучше находить из уравнений (14.4), (14.5).

### 53.4. Квазилокальные (слабонелокальные) системы

Нелокальные модели ЭМП в сегнетоэлектриках, ферромагнетиках, сверхпроводниках рекомендуется строить на основе линейных уравнений Максвелла и нелокальных (содержащих интегральные операторы) уравнений состояния [536:7]. Рассмотрим, полагая  $\mu = \text{const}$  и следуя [536:7], случай пространственной нелокальности закона Ома и временной – связи  $\mathbf{D}$  с  $\mathbf{E}$ :

$$\mathbf{j}(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} K_j(|x-x'|) \mathbf{E}(x', t) dx', \quad \mathbf{D}(x, t) = \int_0^t K_D(t-t') \mathbf{E}(x, t') dt'. \quad (14.14)$$

Здесь  $K_j$ ,  $K_D$  – ядра интегральных операторов, определяемых микроскопической теорией или экспериментом. В последнем случае гораздо легче найти первые моменты ядер – постоянные параметры, определяющие связи (14.14) приближенно. Если считать обычные, локальные соотношения первым приближением в (14.14), то во втором приближении эти уравнения дают:

$$j_i(x, t) = \sigma_0 E_i(x, t) + \sigma_2 \frac{\partial^2 E_i}{\partial x^2}, \quad i = y, z, \quad \sigma_0, \sigma_2 = \text{const}, \quad (14.15)$$

$$D_i(x, t) = \varepsilon_0 E_i(x, t) + \varepsilon_1 \frac{\partial E_i}{\partial t}, \quad i = y, z, \quad \varepsilon_0, \varepsilon_1 = \text{const}. \quad (14.16)$$

Здесь  $\varepsilon_0$ ,  $\sigma_0$  – нулевые,  $\varepsilon_1$  – первый,  $\sigma_2$  – второй моменты ядер  $K_j$  и  $K_D$ . Подставляя (14.15), (14.16) в (14.4), (14.5) и исключая описанным ранее способом компоненты электрического поля, для компонент магнитного находим:

$$\frac{\partial^2 H_i}{\partial x^2} = \frac{4\pi\sigma_0\mu}{c^2} \frac{\partial H_i}{\partial t} + \frac{\varepsilon_0\mu}{c_2} \frac{\partial^2 H_i}{\partial t^2} + \frac{4\pi\sigma_2\mu}{c_2} \frac{\partial^3 H_i}{\partial t \partial x^2} + \frac{\varepsilon_1\mu}{c_2} \frac{\partial^3 H_i}{\partial t^3}, \quad (14.17)$$

где  $i = y, z$ . Уравнения для  $E_y, E_z$  совпадают с (14.17), которое описывает слабую нелокальность (квазилокальное второе приближение). При элиминации нелокальности ( $\varepsilon_1 = \sigma_2 = 0$ ) (14.17) переходит в «каноническое» телеграфное уравнение.

### §54. Закон Гука (ретроартефакт)

Рассмотрены математические модели процессов растяжения и сжатия для одномерных твердых систем на основе анализа их поведения при приложенной постоянной нагрузке к цепочке частиц с конечной массой. Построены одно-, двух- и N-частичные дискретные модели, для последних осуществлены предельные переходы к континууму (непрерывные модели). Полученные результаты имеют теоретическое и практическое значение, поскольку уточнения роли закона Гука и уравнения движения в континуальной форме необходимы для развития теории реологических процессов.

При математическом моделировании процессов в геомеханике и в физической механике используются методы теорий упругости, пластичности, ползучести [537:1].

Одномерные модели являются приемлемой идеализацией в ряде случаев, поскольку многомерные сложные как для аналитических, так и для численных методов. Базисным уравнением для построения более сложных моделей является уравнение теории упругости в перемещениях (уравнение Ламе) [537:2], однако его решения являются волновыми (периодическими) и не описывают эволюцию полей смещений и напряжений. Принято считать, что в основе этого уравнения лежит закон Гука о пропорциональности относительного удлинения растягиваемого стержня приложенному растягивающему напряжению. Этот закон является макроскопическим и не может, как это предлагается в [537:3], обосновываться выражением для квазиупругой силы взаимодействия между частицами в кристаллической решетке, т. е. соотношением, верным на микроуровне. Кроме того, закон Гука, иногда называемый уравнением состояния твердого тела, описывает стационарное состояние системы, а не переходные процессы в ней.

Устранение этого артефакта осуществляется путем анализа дискретных и соответствующих им континуальных моделей растяжения и сжатия и выявлением фактического статуса закона Гука. Оказывается, что последний не реализуется в системах без диссипации как для дискретных, так и для континуальных моделей.

Аналізу встречающихся при математическом моделировании физических процессов (механических, теплофизических, электрофизических) разного рода парадоксов, противоречий и ошибок посвящено, относительно их общего числа, немного работ [537:4 – 8]. Такой анализ зачастую не только вносит ясность в казалось бы уже установленные теории и концепции, в фундаменте которых имеются «трещины» (обычно вроде – бы и не мешающие их использованию), но и позволяет находить новые взаимоотношения в областях, считающиеся хорошо изученными. В области механики сплошных сред, теория упругости, базирующаяся на законе Гука, широко применяется в многочисленных приложе-

ниях [537:1 – 3]. Тем не менее, тот факт, что уравнение упругости в перемещениях (уравнение Ламе) практически не пригодно, в качестве базиса, для построения теорий эволюционных термомеханических полей (пластичности, ползучести, вязкоупругости и т.д.), поскольку не учитывает диссипацию и описывает волновые процессы, был отмечен в литературе лишь недавно [537:9].

Популярными методами получения уравнений в частных производных, описывающих процессы переноса импульса, массы, тепла и заряда, является рассмотрение одномерных цепочек частиц с конечной массой, взаимодействующих между собой, с последующим предельным переходом к континууму [537:9 – 12]. Этим методом получены волновые уравнения [537:11, 12] и класс квазилокальных параболических уравнений теплопереноса [406]. В подавляющем большинстве работ рассматриваются случаи воздействия на цепочку масс силы, изменяющейся гармонически. Для анализа статуса закона Гука необходимо рассмотреть цепочки и непрерывные (континуальные) модели с постоянной приложенной к ним растягивающей (сжимающей) силой

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) сформулировать дискретные одно-, двух- и многомассовые ( $N$ -массовые) модели процессов растяжения (сжатия) цепочек с близкодействием масс, моделируемом пружинами, связывающими две любые смежные массы без учета диссипации механической энергии;
- 2) решить уравнение движения для упругих моделей и проверить связь их с законом Гука;
- 3) осуществить континуализацию цепочек из  $N$  масс, получить уравнения движения в случае отсутствия диссипации и выявить связь с законом Гука;
- 4) сформулировать те же модели, что и в задаче 1, но с учетом диссипации;
- 5) решить задачу 2 с учетом диссипации;
- 6) решить задачу 3 с учетом диссипации.

### 54.1. Построение дискретных моделей

**А.  $N$ -частичная модель.** Рассматривается цепочка из  $N$  частиц с массой  $m_0$  у каждой, соединенных посредством  $N$  пружин с коэффициентом упругости  $K$ . Длина каждой из пружин в свободном состоянии –  $a$ , общая длина цепочки  $L = Na$ . Левый край цепочки закреплен в точке  $x=0$ , а к правому краю её, к пружинке  $N$  ( $x=L$ ) в момент  $t=0$  прикладывается сила  $F_e$  (о ситуации, когда сила сжимающая, будет сказано дальше). Растягивающая сила  $F_e$  совпадает по направлению с осью  $Ox$  и считается положительной. Координаты частиц, считааемых материальными точками, в начальный момент времени  $t=0$  (сила прикладывается в момент  $t=+0$ ), таковы: крайне левая точка (нулевая) -  $x_0(0) = x_0(t) = 0$ , первая -  $x_1(0) = x_{10} = a$ , вторая точка -  $x_2(0) = x_{20} = 2a$ ,  $k$ -я точка -  $x_k(0) = x_{k0} = ka$  ( $k = \overline{1, N}$ ). После приложения силы  $F_e$  материальные точки начинают сдвигаться вправо и при некотором  $t$  имеют координаты  $x = x_k(t) = ka + U_k(t)$ . Здесь  $U_k(t)$  - смещение  $k$ -й точки от своего равновесного состояния  $x_{k0} = ka$  к моменту времени  $t$ .

На  $k$ -ую точку ( $k = \overline{1, N-1}$ ) действуют две силы: направленная вправо (в сторону возрастающих  $x$ )  $F_k^{(+)}$ , обусловленная растяжением  $(k+1)$ -й пружины и «тормозящая» сила -  $F_k^{(-)}$ , обусловленная реакцией на растяжение  $k$ -й пружины:

$$F_k^{(+)} = F_k^{(+)}(t) = K(x_{k+1}(t) - x_k(t) - a), \quad |F_k^{(-)}| = |F_k^{(-)}(t)| = K(x_k(t) - x_{k-1}(t) - a) \quad (14.18)$$

Поскольку смещение  $k$ -й точки -  $U_k(t) = x_k(t) - x_{k0}$ ,  $\dot{U}_k(t) = \dot{x}_k(t) = \dot{x}_k(t)$ ,  $\ddot{U}_k(t) = \ddot{x}_k(t) = \ddot{x}_k(t)$ . Смещение нулевой точки  $U_0(t) = x_0(t) = 0$ ,  $N$ -й точки -  $U_N = x_N(t) - L$ . Уравнения движения (второй закон Ньютона) для материальных точек цепочки будут иметь вид:

– для нулевой точки:

$$U_0(t) = 0 \quad (t > 0);$$

– для первой точки:

$$m_0 \ddot{U}_1 = F_1^{(+)} - |F_1^{(-)}| = K(U_2(t) - 2U_1(t)); \quad (14.19)$$

– для  $k$ -й точки ( $k = \overline{2, N-1}$ ):

$$m_0 \ddot{U}_k = F_k^{(+)} - |F_k^{(-)}| = K(U_{k+1}(t) - 2U_k(t) + U_{k-1}(t)) \quad (14.20)$$

– для  $N$ -й точки:

$$m_0 \ddot{U}_N = F_e - K(U_N(t) - U_{N-1}(t)) \quad (14.21)$$

Таким образом, для  $N$  неизвестных  $\{U_k(t)\}$  имеем  $N$  уравнений (14.19), (14.21) и  $N-2$  уравнений (14.20)), что обеспечивает определенность задачи. Для частных случаев одно- и двухмассовых систем (т. е. при  $N=1$  и  $N=2$ ) получаем:

– для одномассовой системы:

$$m_0 \ddot{U}_1 = F_e - KU_1, \quad U_1(0) = 0, \quad \dot{U}_1(0) = 0 \quad (14.22)$$

– для двухмассовой системы:

$$m_0 \ddot{U}_1 = K(U_2 - 2U_1), \quad m_0 \ddot{U}_2 = F_e - K(U_2 - U_1), \quad U_1(0) = U_2(0) = \dot{U}_1(0) = \dot{U}_2(0) = 0. \quad (14.23)$$

**В. Решения для дискретных моделей. Одномассовая система.** Уравнение и начальные условия даны (14.22), решение легко находим преобразованием Лапласа в по  $t$ :

$$U_1(t) = \Delta a (1 - \cos \omega_0 t), \quad \Delta a = \frac{F_e}{K}, \quad \omega_0 = \frac{K}{m_0}. \quad (14.24)$$

Полученное решение не имеет стационарного (при  $t \rightarrow \infty$ ) значения, получить из него закон Гука нельзя ( $\varepsilon = U_1(t)/a = \varepsilon(t)$ ). Возможно, однако, рассмотреть

«слабый закон Гука», когда  $\varepsilon = const$  обеспечивается усреднением  $U_1(t)$  по интервалам времени  $t \in [0, T]$ ,  $t \in [T, 2T]$ , ... Здесь период колебаний  $T = 2\pi / \omega_0$ . Имеем

$$\langle U_1(t) \rangle_T = \frac{1}{T} \int_0^T U_1(t) dt = \Delta a - \Delta a \langle \cos \omega_0 t \rangle_T = \Delta a, \quad \langle \varepsilon \rangle_T = \frac{\langle U_1(t) \rangle_T}{a} = \frac{\Delta a}{a} = \frac{F_e}{Ka} = \frac{\sigma_e}{E}. \quad (14.25)$$

Таким образом, «слабый закон Гука» присутствует.

**Двухмассовая система.** Система уравнений (14.23) также может быть решена преобразованием Лапласа по  $t$ . В силу громоздкости это решение, а также в силу того, что статус закона Гука определяется стационарными решениями, ограничимся качественными (но вполне достаточными для наших целей) соображениями. При обращении Лаплас-трансформант  $\bar{U}_1(p)$  и  $\bar{U}_2(p)$  возникают определяющие соответственно  $U_1(t)$  и  $U_2(t)$  функции вида

$$\operatorname{Re} \left\{ \sum_{i=1}^4 \frac{\bar{N}_1(p_i)}{\bar{M}'(p_i)} \exp(p_i t) \right\} \quad \text{и} \quad \operatorname{Re} \left\{ \sum_{i=1}^4 \frac{\bar{N}_2(p_i)}{\bar{M}'(p_i)} \exp(p_i t) \right\} \quad (14.26)$$

Величины  $p_i$  – корни биквадратного уравнения

$$\bar{M}(p) = p^4 + 3\omega_0^2 p^2 + \omega_0^4 = 0,$$

имеющие вид:

$$p_{1,2} = \pm i\omega_1, \quad p_{3,4} = \pm i\omega_2, \quad \omega_1 = \omega_0 \left( \frac{3 + \sqrt{5}}{2} \right)^{1/2}, \quad \omega_2 = \omega_0 \left( \frac{3 - \sqrt{5}}{2} \right)^{1/2}.$$

Таким образом  $U_2(t)$  (как и  $U_1(t)$ ) зависит от периодических функций с четырьмя частотами, в общем случае не кратными друг другу. Это значит, что максимальный «поглощающий» период  $T_4 > T_3 > T_2 > T_1$  не содержат целых значений  $T_i$  ( $i = \overline{1,3}$ ) и усреднение по периоду  $T_4$  невозможно. Отсюда следует, что даже «слабый закон Гука» ввести нельзя и получить квазистационарное (усредненное) значение  $\varepsilon$  не удастся.

**N-массовая система (цепочка).** Все, ранее сказанное при анализе двухмассовой системы остается в силе, поскольку для цепочки из  $N$  осцилляторов, как показано в [537:13], также получается нестационарное решение, характеризующееся теперь  $N$  частотами, не кратными друг к другу. Т. о. усреднение по «поглощающему» периоду невозможно, невозможно корректно ввести  $\langle \varepsilon \rangle$ , т.е. закон Гука даже в «слабом смысле» места не имеет.

## 54.2. Континуализация N-массовой цепочки

Полагаем  $a \rightarrow 0$ ,  $m \rightarrow 0$ ,  $N \rightarrow \infty$ ,  $N \cdot a = L = const$ ,  $N \cdot m_0 = M = const$ . Уравнение (14.20) приводится к виду:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad U = U(x, t), \quad U(0, t) = 0, \quad U(x, 0) = 0, \quad x \in (0, L). \quad (14.27)$$

Здесь использованы соотношения:

$$M = \rho V, \quad V = S_0 L, \quad Na / S_0 = E, \quad E / \rho = c^2.$$

Уравнение (14.21) преобразуется к виду:

$$E \frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=L} = \sigma_e, \quad U = U(x, t), \quad E = const, \quad \sigma_e = const \quad (14.28)$$

и приобретает смысл граничного условия при  $x=L$ . Одновременно (14.28) будет представлять собой закон Гука, если решение задачи покажет, что левая часть её равна, как и правая, константе. Дополнив краевую задачу граничным условием и вторым начальным условием  $(\partial U / \partial t)_{t=0} = 0$ , решаем её преобразованием Лапласа по  $t$ .

Стандартная процедура приводит к выражению Лаплас-трансформанты решения:

$$\bar{U}(x, p) = \frac{\sigma_e c}{Ep^2} \left[ \frac{sh\left(\frac{p}{c} x\right)}{ch\left(\frac{p}{c} L\right)} \right]. \quad (14.29)$$

Для  $\bar{U}_L(p) = \bar{U}(L, p) = \sigma_e th(\tau_L p) / p^2 E$  (где  $\tau_L = L/c$ ) по таблицам изображений преобразования Лапласа находим:

$$\bar{U}_L(p) \Rightarrow \bar{U}_L(t) = \frac{\sigma_e c}{E} \left[ \tau_L + (-1)^n (2n\tau_L - \tau_L - t) \right], \quad t \in [(n-1)2\tau_L, n2\tau_L], \quad n=1, 2, \dots \quad (14.30)$$

Функция  $U_L(t)$ , как следует из [537:14] – периодическая, с периодом  $T = 4\tau_L$ . На первом полупериоде, при  $t \in (0, 2\tau_L)$ , функция  $U_L(t)$  расчет линейно по  $t$ , изменяясь от нуля до максимально возможного значения  $U_{Lmax} = U_L(2\tau_L) = 2\sigma_e c \tau_L / E = 2\sigma_e L / E$ . Затем, во втором полупериоде, при  $t \in (2\tau_L, 4\tau_L)$  также линейно по  $t$  убывает от  $U_{Lmax}$  до 0. На втором и последующих интервалах ( $t \in (4\tau_L, 8\tau_L), t \in (8\tau_L, 12\tau_L)$  и т.д.) все повторится. Имеем треугольные колебания в положительном интервале  $U_L(t) \in [0, U_{Lmax}]$ .

Следовательно, стационарного состояния нет, и закон Гука не соблюдается. Однако, поскольку в отличие от дискретной цепочки, где было  $N$  частот колебаний, здесь имеем одну частоту  $\omega_L = 2\pi / T_L = 2\pi / 4\tau_L = \pi / 2\tau_L$ , возможно усреднение по каждому из периодов  $T_L$ . Интегрирование по  $t$ , в силу линейности по  $t$  функции  $U_L(t)$  на каждом из полупериодов, можно заменить множителем  $1/2$ :

$$\langle U_L(t) \rangle_{T_L} = \frac{1}{2} U_{Lmax} = \frac{\sigma_e L}{E}, \quad \langle \varepsilon \rangle = \frac{\langle U_L(t) \rangle_{T_L}}{L} = \frac{\sigma_e}{E}, \quad (14.31)$$

т. е. «слабый закон Гука» имеет место.

Мы рассматривали, как в дискретных моделях, так и в непрерывных процессы растяжения. Это определяется тем (и прямая проверка это подтвердила),

что все уравнения и соотношения инвариантны относительно замены знака «+» на знак «-» одновременно у сил и у смещений. Т.о. и далее достаточным является анализ моделей растяжения.

### 54.3. Дискретные модели с диссипацией

Учет диссипации механической энергии, т. е. анализ более реалистических моделей растяжения одномерных цепочек мы осуществляем, следуя [537:13], т. е. введя силу трения  $F = -\alpha \dot{U} = -\alpha v$ , где  $v$  – скорость движения частицы в дискретной модели и скорость смещения точки сплошной среды в континуальной модели. Коэффициент трения  $\alpha$  имеет феноменологический характер, а роль «среды», оказывающей сопротивление, играет фононный газ [537:15].

Для **одномассовой системы** имеем уравнение

$$m_0 \ddot{U}_1 + \alpha \dot{U}_1 = F_e - KU_1. \quad (14.32)$$

Лаплас-трансформанта  $\bar{U}_1(p)$ , следующая из (14.32):

$$\bar{U}_1(p) = \frac{F_e}{p^2 m_0 + \alpha p + K}. \quad (14.33)$$

Используем известную теорему операционного исчисления, согласно которой [537:14]:

$$U_{1,s} = \lim_{t \rightarrow \infty} U_1(t) = \lim_{p \rightarrow 0} p \bar{U}_1(p) = \frac{F_e}{K}. \quad (14.34)$$

Поскольку имеется стационарное решение  $U_{1,s}$ , имеет место и закон Гука:

$$\varepsilon = \frac{U_{1,s}}{a} = \frac{F_e}{Ka} = \frac{\sigma_e}{E}, \quad \sigma_e = F_e / S_0, \quad E = Ka / S_0. \quad (14.35)$$

Для **двухмассовой системы** имеем уравнения:

$$m_0 \ddot{U}_1 + \alpha \dot{U}_1 = K(U_2 - 2U_1), \quad m_0 \ddot{U}_2 + \alpha \dot{U}_2 = F_e - K(U_2 - U_1). \quad (14.36)$$

Решение системы (20) преобразованием Лапласа дает:

$$\bar{U}_1(p) = \frac{K \bar{U}_2}{(m_0 p^2 + \alpha p + 2K)}, \quad \bar{U}_2(p) = \frac{F_e p^{-1} + K \bar{U}_1(p)}{(m_0 p^2 + \alpha p + K)}. \quad (14.37)$$

Ранее использованным способом находим:

$$U_{1,s} = \Delta a, \quad U_{2,s} = 2U_{1,s} = 2\Delta a, \quad \varepsilon = \frac{U_{2,s}}{2a} = \frac{2\Delta a}{2a} = \frac{\sigma_e}{E}, \quad (14.38)$$

то есть вновь получаем закон Гука.

Для **N-массовой системы** все аналогично случаю  $N=2$ , но выкладки достаточно громоздки. Опуская их, замечаем, что и в этом случае закон Гука выполняется.

#### 54.4. Непрерывные системы с диссипацией

Подстановка в (14.20) диссипативного члена  $\alpha \dot{U}_K$  приводит после предельных переходов к континууму к уравнению вида:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \tau_r \frac{\partial U}{\partial t^2} = D_r \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad U = U(x, t), \quad x \in (0, L), \quad t > 0. \quad (14.39)$$

Здесь обозначены:  $\tau_r = m_0 / \alpha$ ,  $D_r = \tau_r C^2$ ,  $C = (E / \rho)^{1/2}$ . Краевые условия к (14.39):

$$U(0, t) = 0, \quad E \frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=L} = \sigma_e, \quad U(0, x) = \dot{U}(0, x) = 0. \quad (14.40)$$

Преобразовав (14.39) по Лапласу с учетом (14.40), получим

$$p\bar{U} + \tau_r p^2 \bar{U} = D_r \frac{d^2 \bar{U}}{dx^2}, \quad U(0, p) = 0, \quad E \frac{\partial \bar{U}}{\partial x} \Big|_{x=L} = \frac{\sigma_e}{p}. \quad (14.41)$$

Находим  $U_s(x) = \lim_{t \rightarrow \infty} U(x, t) = \lim_{p \rightarrow 0} p\bar{U}(x, p)$ , для чего умножаем уравнение на  $p$  и переходим к пределу  $p \rightarrow 0$ :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} D_r \frac{d^2(p\bar{U})}{dx^2} = \lim_{p \rightarrow 0} p^2 (1 + \tau_r p) \bar{U} = D_r \frac{d^2 U_s(x)}{dx^2} = 0.$$

Дважды проинтегрировав по  $x$  и учтя граничные условия, находим:

$$U_s(x) = \frac{\sigma_e x}{E}, \quad U_s(L) = U_{L,S} = \frac{\sigma_e L}{E}, \quad \varepsilon = \frac{U_{L,S}}{L} = \frac{\sigma_e}{E}$$

т. е. вновь получаем закон Гука.

Уравнение (14.39), именуемое обычно телеграфным (хотя должно называться уравнением Кирхгофа [537:16]), по свойствам является более близким к параболическому уравнению (уравнению теплопроводности), чем к волновому уравнению. При  $t_k \gg \tau_r$  член  $\tau_r \partial^2 U / \partial t^2$  можно опустить и оно перейдет в уравнение теплопроводности, которое описывает эволюционные поля, более существенные в ряде областей, чем волновые. Уравнение (14.39), после его обобщений (на многомерный случай, на неоднородную и нелинейную среды) может быть приемлемой альтернативой уравнению Ламе теории упругости, которое, не учитывая диссипацию, является аналогом уравнения Эйлера в гидродинамике, менее адекватного, чем уравнение Навье-Стокса, диссипацию учитывающее.

#### Выводы:

1. Анализ одно-, двух и многомассовых дискретных цепочек с протекающими в них в отсутствие диссипации процессами растяжения и сжатия показал,

что с законом Гука в «слабом» смысле согласуется только одночастичная модель.

2. Предельный переход в  $N$ -частичной цепочке к континууму привел к волновому уравнению, решение которого оказалось периодическим, а поэтому тоже приводящая к «слабому» закону Гука.

3. Учет в моделях как дискретных, так и в непрерывных, диссипации механической энергии, осуществленный введением в уравнение силы трения, приводит к закону Гука в его нормальной форме.

4. Полученное при континуализации  $N$ -частичной цепочки с учетом диссипации уравнение в частных производных – уравнение Кирхгофа (телеграфное) может служить базовым уравнением для дальнейшего развития теории эволюционных механических полей. Оно выгодно отличается от уравнения Ламе теории упругости, которое является волновым уравнением.

## §55. Парадоксы СТО

*...в физике парадоксы – всего лишь путаница в нашем собственном понимании.*

**Р. Фейнман**

В §18 (п.18.2) приведены парадоксы СТО. Далее излагаем нашу точку зрения на эти парадоксы.

**1. Парадокс Эренфеста.** В парадоксе содержатся две ошибочные предпосылки: а). сокращение длины элемента окружности, вращающемся вокруг оси (лорентцово сокращение); б) движение элемента окружности, криволинейное (круговое) считается **локально-прямолинейным**. Обе эти посылки – ошибочны, сокращение длины в СТО – не реальный эффект, а **результат способа косвенного измерения**  $\Delta l'$  (в  $K'$ ) по измерению  $\Delta l$  (в  $K$ ). Т.о., это просто ошибка принятого способа измерения.

**2. Парадокс взаимного уменьшения длин стержней.** Этот парадокс – недоразумение, опровергается первым началом СТО.

**3. Парадокс «отставания» обоих часов** (в  $K$  и в  $K'$ ). Логическая ошибка того же типа, что и в парадоксе 2.

**4. Парадокс близнецов.** – То же самое (см. два предыдущих случая).

**5,6. Парадоксы** – аналоги парадоксов 2 и 3.

**7. Парадокс «штриха»** – устранен (как артефакт) ранее.

**8. Парадокс Я.П.Терлецкого** – возражение против одинаковости скорости света  $c$  в  $K$  и  $K'$ , (т.е. против второго постулата А.Эйнштейна) справедливо, т.е. скорость света  $c$  есть скорость его в вакууме, т.е. относительно абсолютной (и неподвижной) системы координат. Скорость света в системе  $K'$  – скорость **относительная**, т.е. зависящая от скорости  $K'$ .

**9. Второй парадокс Я.П.Терлецкого.** – разъяснён им в [186], это, фактически, устранение артефакта «четырёхмерности» Г.Минковского.

**10. Парадокс Саньяка.** Этот парадокс является таковым только с ортодоксальной точки зрения. Фактически же данный эксперимент Саньяка соответствует истине.

## ГЛАВА 15. ЧТО В ИТОГЕ?

*Донбасс порожняк не гонит.*

**Шахтёрская поговорка**

### §56. Обнаруженные артефакты и проблемы

При анализе ядер классических парадигм (Часть 1, главы 2 -4) были обнаружены многочисленные артефакты (§§ 10,16,19). В Части 2 (главы 5 - 7) артефакты базисов парадигм приведены в §§ 23,28,29,33. Все артефакты были классифицированы : А. Фундаментальные; В. Структурные; С. Артефакты – лакуны. Устранение последних оказалось возможным без изменения существующей парадигмы.

Поскольку устранение любого артефакта всегда решает минимум одну проблему, пришлось кластеризовать проблемы, что позволило сгруппировать в ряд кластеров и «подсказки Мудрецов». Приводим кластеры артефактов и проблем, им соответствующих.

1. Ошибочность трактовки термина «наблюдатель».
2. Ненаблюдаемость дифференциалов физических величин и их производных.
3. Субстанциальные концепции пространства и времени. Это - проблема реальности (философская) – А.
4. Симметрия (обратимость) времени.
5. Структурный артефакт ядра парадигмы термодинамики. 6. Структурный артефакт ядра СТО.
7. Артефакты – лакуны.
8. Артефакты – «теории всего» («дары данайцев»)
9. Артефакты фетишизации понятий (инвариантность, безальтернативность континуального подхода, универсальность ПЛ - «закона законов»). Это – проблема теорфизической методологии – В.
10. Отсутствие анализа генезиса понятий «пространство» и «время».
11. Отсутствие анализа следствий из фундаментальных законов (формулы Планка, Де – Бройля, прямолинейного равномерного движения, волнового движения.
12. Отсутствие «генетического» метода вывода ПЛ из ПГ. Это – проблема отсутствия протофизических основ СТО – С.
13. Наличие дихотомий пространства и времени.
14. Артефакт- лакуна: отсутствие корректного и полного анализа метрических свойств пространства и времени. Это – проблема свойств пространства и времени –D.

15. Артефакт ФБМО. 16. Артефакты «старта» и «финиша». 17. Артефакт инфинитности полей. 18. Артефакт – лагуна: отсутствие конечно – разностных методов, базирующихся на дискретных шкалах пространства и времени. Это – проблема континуума – Е.

### §57. Протофизика – методология устранения артефактов

Философские и физико – методологические парадигмы (**Часть3**) также содержат артефакты. Предоставляя устранение философских артефактов философам, в Главе 8 ограничиваемся элементами философии физики (§§34 - 36), главные выводы из чего: 1. Процесс познания субъективен; 2. Пространство и время - реляционны (являются конструктами); 3. Выбор из множества конструктов – результат конвекций; 4. Предложения М.Бунге о протофизике актуальны.

Анализ физико – методологических парадигм (Глава9) включал: физические понятия (§37), суждения о них физиков – методологов (§38), физическую аксиоматику (§39), артефакты – «дары данайцев» (§40). В Главе10 рассмотрены артефакты и проблемы, ими обусловленные, кратко упомянута проблема вакуума и приведены относительно недавние суждения В.Л. Гинзбурга, М.Б. Менского и И.Ф. Гинзбурга, сформулирован перечень артефактов, подлежащих устранению (§41). В §42 осуществлена кластеризация «подсказок», а в § 43 сформулированы и устранены дихотомии пространства и времени. В §42 подсказки физиков, математиков и философов кластеризованы по проблемам (А,В,С,Д,Е). Приводим наиболее важные: **А. К проблеме реальности:** 1. Познавательная деятельность человека – субъективна (М.Планк). 2. Физический смысл имеет лишь та система координат, с которыми связан наблюдатель и его инструменты (П. – У. Бриджмен). 3. Эвклидова геометрия была и всегда будет наиболее удобной (А.Пуанкаре). 4. Утверждения о равенстве двух промежутков времени не имеют смысла; факт одновременности двух событий, происходящих в различных местах, установить нельзя (А.Пуанкаре). 5. Свойства пространства – это свойства только измерительных инструментов, а свойства времени – это свойства часов (А.Пуанкаре). **В. К проблеме методологии теоретической физики:** 1. Метод решения проблем – расчленение и деление; время и движение – взаимопределяемы (Аристотель). 2. Новизну теории определяют не столько новые понятия, сколько ограничение и исключение старых понятий (М.Марков). 3. Нет необходимости расширять применение СТО повсеместно; её область применения - электродинамические явления в движущихся телах (Л. Мандельштам, С. Хайкин). 4. Ни одна теория не может быть построена без учёта понятий целостности и абсолютной величины (М. Планк). 5. Научные революции часто приводят к «возвращению на круги своя» (Г.Идлис). **С. К проблеме протофизических основ :** 1. Ответы на вопросы о

пространстве и времени должна дать протофизика (М.Бунге). 2. Относительность движения должна «генетически» переходить в относительность скорости и ускорения (Ш. Авалиани). 3. Сведение времени к пространству – идея древняя и плодотворная (К. де Борегар). 4. От причинно – следственного порядка – к временному. Это ясная и привлекательная идея (А. Чернин). 5. Механика не может рассматривать такие понятия как «скорость», «ускорение», «траектория», поскольку они зависят от движения системы отсчёта (И.Яглом).

**Д.К проблеме генезиса и свойств пространства и времени:** 1. Универсальное время не существует. Время – это конкретное физическое свойство протекающих процессов (А.Чернин). 2. Природа времени воплощена в самих протекающих процессах (Я.Аскин). 3. Идея произвольности времени была выдвинута ещё Блаженным Августином (А. Фридман). 4. Любые часы – это всегда способ арифметизации времени (В. Фредерикс, А. Фридман). 5. Время порождается причинной цепью процессов (М.Бунге). 6. Фактически время – это длина, а не понятие, неё независимое (Дж. Уилер). 7. Установить одновременность двух удалённых друг от друга событий однозначно невозможно (Г.Мак - Витти). В «малом» пространство и время – дискретны (В.Л.Гинзбург).

**Е. К проблеме континуума:** 1. Появление сингулярности - признак неблагополучия теории (В.Л. Гинзбург). 2. Мгновенная скорость – физическая фикция, т.к. наблюдаемы только конечные интервалы длины и времени (А. Вяльцев, Б. Брусиловский). 3. Бесконечных величин нет в природе, континуум – понятие математическое, а не физическое (Д. Гильберт, М. Марков).

Главой 10 завершаются Часть 3 и Раздел 1. В Разделе 2 предпринята попытка реализации идеи М.Бунге – создания основ протофизики как новой теории пространства и времени, как аппарата для устранения фундаментальных и структурных артефактов.

В Части 4 изложены основы протофизики : 1. Определены её основные понятия (Глава 11). 2. Сформулирован ультрарелятивистский принцип хроногенеза (Глава 12).

В Главе 11 изложены: основные понятия (§44), введение времени в геометрию – физикализация геометрии (§45), обобщение ПГ и ПЛ на трёхмерный случай (§46). Приведены Принципы протофизики и кратко изложена Боргартоника. Изложены методы протофизики: минимизации факторизаций (метод тройного прыжка) и метод генетической связи («путь А.А. Тяпкина»). Продемонстрирована множественность и эквивалентность парагалилеевых преобразований, получены формулы «сжатия» и «растяжения». Показана невозможность трёхмерных ПЛ ввиду трёхкомпонентности времени (как в системе  $K$ , так и в системе  $K'$ ).

Ультрарелятивистский Принцип хроногенеза включает: мысленные эксперименты по введению понятия «время» в механику (§47), методы построения

непрерывных и дискретных хроношкал (§§48,49). Для построения абсолютной дискретной хроношкалы (с фундаментальной длиной и фундаментальным временем) был использован метод минимизации факторизаций (законов Планка и де - Бройля). В **Протофизике исключаются понятия – физические фикции:** 1.Отрицание существования, в классе инерциальных систем, абсолютной (связанной с неподвижным вакуумом); 2.Отрицание преобразований Галилея; 3.Методы вывода преобразований Лорентца, использующие физические фикции: точечное событие, мировая линия, четырёхмерный интервал, световые часы, световой вектор, относительная и абсолютная одновременности; 4.Все(кроме электродинамических) следствия из преобразований Лорентца, содержащие  $\gamma$  - фактор; 5.Формулы, которые являются следствием преобразований Лорентца: обратные преобразования Лорентца, формула сложения скоростей и др.; 6.Симметрия(обращение)времени. **В Протофизике предлагаются:**1.Аксиомы протофизики – а)все физические величины – конечны; б) существует квант действия (половина постоянной Планка); в) формулы Планка и Де Бройля, для равномерного прямолинейного движения и волнового движения являются фундаментальными законами физики. 2.Принципы протофизики – а) ультрарелятивистский принцип хроногенеза; б)принцип бифакторизации аддитивных шкал; в) принцип континуализации дискретных цепочек. 3.Методы протофизики – а)метод минимизации факторизаций; б) генетический метод. На основе протофизики, в Части 5 были устранены фундаментальные и структурные артефакты Пространства и Времени (Глава13) и артефакты – лакуны (Глава14).

### **§58. Не устранённые артефакты и нерешённые проблемы**

Вне нашего анализа остались: проблема 1 – построение моделей диссипаторов для механики сплошных сред (обобщение Боргартоники); проблема 2 – наличие большого числа парадоксов электродинамики; проблема 3 – не исследованы механические и электродинамические следствия имеющих парагалилеевых и паралорентцовых преобразований; проблема 4 – неполнота общей группы ПЛ при исключении преобразования инверсии времени; проблема 5 – вопрос о сечениях прямого и обратного рассеяний (при признании обращения времени артефактом); проблема 6 - обоснование принципа детального равновесия; проблема 7 – корректность теоремы Пенроуза – Хокинга; проблема 8 – нелегитимность СРТ – преобразования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*Но кто ж он? На какой арене  
Стяжал он поздний опыт свой?  
С кем протекли его боренья?  
С самим собой, с самим собой.*

**Б.Л.Пастернак**

Кроме «вопросов по - существу», у Пытливого Читателя могут возникнуть и такие: 1. Зачем автор «всё это» затеял? 2. Как это всё воспримут Читатели? Ответы на эти вопросы автор, как он уже это делал, решил предоставить «Мудрецам» :

**Вопрос 1. Р.Декарт:** «Если я, в достаточной мере, удовлетворён моим произведением, чтобы дать Вам образец его, то этим я никому не даю совета мне подражать. Люди с большими духовными способностями и более вдумчивые могут охватить и более возвышенные планы, но большинству, как я считаю, моё намерение покажется слишком смелым».

**Т.Мор:** «...Вкусы смертных столь различны, нравы их столь причудливы...кажется намного счастливее живут те, которые ублажают себя приятностями и веселием, чем те, кто изводится в заботах издать что – ни будь...».

**Ж. Кювье:** «...Я ни сколько не буду жалеть, что представил публике не совершенное произведение, если это принесёт через меня или других некоторую пользу науке».

**Вопрос 2. А. Л. Лавуазье:** «Я не жду, что мои взгляды будут сразу приняты; человеческий ум привыкает видеть вещи определённым образом, и те, кто в течение части своего поприща рассматривал природу с известной точки зрения, обращаются с трудом к новым представлениям».

**Г.Галилей:** «Многие, прочитав мои труды, будут думать не о том, чтобы убедиться в истинности сказанного мной, а только о том, как бы найти пути для опровержения моих доводов, правдой или неправдой».

**Б.Спиноза:** «Если у Вас при чтении явятся сомнения в том, что я утверждаю, то я прошу Вас не торопиться со своими возражениями, пока не потратите достаточно времени на размышления».

**А.Эйнштейн:** «Честного человека следует уважать, даже если он придерживается иных взглядов».

ДОНЕЦК, 29.10. 2020.

# ЛИТЕРАТУРА

## 1. Справочники, словари, сборники.

1. **Яворский Б. М., Детлаф А. А.** Справочник по физике. – Издание 3-е, исправл. – М.: 1965. – 848 С.
2. **Двайт Г. Б.** Таблицы интегралов и другие математические формулы. – Перев. с англ. – М.: Наука, 1966. – 228 с.
3. **Лыков А. В.** Тепломассобмен / Справочник. – М. : Энергия, 1972. – 560 с.
4. **Кочанов Б. С.** Компактные шестизначные математические таблицы. – Издание 2 – е , допол. – Л., Машиностроение, 1973 г.- 264 с.
5. **Хромов Ю. А.** Физики. Биографический справочник. – Киев :Наукова думка, 1977. – 510 с.
6. **Бутковский А. Г.** Характеристики систем с распределенными параметрами. – М. : Наука, 1979. – 224 с.
7. **Ахиезер А. И.** Общая физика. Электрические и магнитные явления. Справочное пособие. – Киев :Наукова думка, 1981. – 472 с.
8. **Боголюбов А. Н.** Математики. Механики. Биографический справочник. – Киев :Наукова думка, 1983. – 640с.
9. **Ожегов С. И.** Словарь русского языка. – Издание 15 – е, стереотип. – М. :Русский язык, 1984. – 816 с.
10. **Охотин А. С. Боровикова Р. П.** и др. Теплопроводность твердых тел. / Справочник. – М. :Энергоатомиздат, 1984. – 320 с.
11. **Словарь иностранных слов.**–Издание 12 – е, стереотип. – М. : Русский язык, 1985. – 608 с.
12. **Алексидзе М. А.** Фундаментальные функции в приближенных решениях граничных задач. – М. : Наука, 1991 – 352 с.
13. **Большой энциклопедический словарь.** – В 2 – х томах. – М. : Советская энциклопедия , 1991. – Том 1. – 864 с.
14. **Большой энциклопедический словарь.** – В 2 – х томах. – М. : Советская энциклопедия. 1991. – Том 2. – 768 с.
15. **Спиридонов О. П.** Фундаментальные физические постоянные. – М. : Высшая школа, 1991. – 238 с.
16. **Малый энциклопедический словарь.** – Том 1 // Репринтное воспроизведение издания Ф. А. Брокгауз – И. А. Ефрон. – М. : ..Терра –терра, 1994.- с.972 – 973.
17. **Малый энциклопедический словарь.** – Том 4 // Репринтное воспроизведение издания Ф. А. Брокгауз – И. А. Ефрон. – М. : «Терра –терра « 1994- с. 1096.
18. **Философские проблемы современного естествознания.** / Труды всесоюзного совещания. –М. : Издательство АН СССР, 1959. – 664 с.

19. Развитие современной физики. / Сборник статей. – М.:Наука, 1964.– 330 с.
20. Гносеологические аспекты измерений./ Материалы научного симпозиума. – Киев :Наукова думка, 1968. – 304 с.
21. Пространство и Время в современной физике. / Материалы всесоюзного симпозиума. – Киев :Наукова думка,1968. – 300 с.
22. Время и современная физика. – Перев. с франц. / Сборник статей. – М. : Мир, 1970. -152 с.
23. Эйнштейновский сборник, 1971. – М. : Наука, 1972. – 280 с.
24. Методологический анализ теоретических и экспериментальных оснований физики гравитации. / Материалы 3 – го Всесоюзного симпозиума. – Киев :Наукова думка, 1973. – 248 с.
25. Эвристическая роль математики в физике и космологии. / Сборник статей. – Л. : Наука, Л. О. , 1975.- 164 с.
26. Эйнштейновский сборник, 1974. – М. Наука, 1976. – 400 с.
27. Альберт Эйнштейн и теория гравитации. / Сборник статей. – М. : Мир, 1979. – 592 с.
28. Эйнштейн и философские проблемы физики XX – го века. / Сборник статей. – М. : Наука, 1979. – 568 с.
29. Астрофизика, кванты и теория относительности. – Перев. с англ. – М.: Мир.-600 с.
30. Проблемы физики : классика и современность. / Материалы Международной конференции. – Перев. с немец. и англ. – М. : Мир,- 1982. – 560 с.
31. Физика за рубежом. Исследования 1984. – Перев. с англ. / Сборник статей. – М. : Мир, 1984. – 240 с.
32. Прошлое и будущее Вселенной. /Сборник статей.–М. Наука,1986 – 176с.
33. Эйнштейновский сборник, 1984 – 1985. – М. : Наука, 1988.- 352 с.

## **2. Научно – популярная литература.**

### **2. 1. Физика, астрономия, математика.**

34. Арсенов О. О. Григорий Перельман и гипотеза Пуанкаре. – М. : ЭКСМО, 2010.- 256 с.
35. Вайнберг С. Первые три минуты. – Перев. с англ. – Москва – Ижевск :Изд – во «РХД» , 2000. – 272 с.
- 36.Виленкин Н. Я. В поисках бесконечности. – М. : Наука, 1983. – 162 с.
37. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация.– М.: Наука,1986. – 192 с.
38. Грин Б.Элегантная Вселенная.– Перев.с англ. – М. : УРСС, 2004. – 288 с.
39. Грин Б. Ткань Космоса. – Перев. с англ. – М. : Книжный дом « ЛИБРОКОМ » , 2009. – 600 с.
40. Дэвис П. Случайная Вселенная. – М. : Мир, 1985.- 160 с.

41. **Завельский Ф. С.** Время и его измерение. – Изд. – е 4 – е, перераб. – М. : Наука, 1977. – 288 с.
42. **Комаров В. Н.** Вселенная видимая и невидимая. – М.: Знание, 1979. – 208 с.
43. **Комаров В. Н., Пановкин Б. Н.** Занимательная астрофизика. – М. : Наука, 1984. – 192 с.
44. **Корсунь А. О.** Вимір часу. Від давніх – давен до сучастності. – Київ: Техніка, 2009. – 176с.
45. **Мигдал А. Б.** Как рождаются физические теории. – М. : Педагогика, 1984. – 128 с.
46. **Мороз О. П.** В поисках гармонии. – М. : Атомиздат, 1978. – 208 с.
47. **Мухин Л. М.** Мир астрономии. – М. : Наука, 1979. – 208 с.
48. **Новиков И. Д.** Эволюция Вселенной. – М. : Наука. – 1979. – 176 с.
49. **Новиков И. Д.** Куда течет река времени? – М. : Молодая гвардия, 1990. – 238 с.
50. **Пенроуз Р.** Новый ум короля. – Перев. с англ. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 384 с.
51. **Редже Т.** Этюды о Вселенной. – Перев. с итальянского – М. : Мир, 1985. – 192 с.
52. **Рыдник В. И.** Поле. – М. : Знание, 1976. – 160 с.
53. **Сморodinский Я. А.** Температура. – М. : Наука, 1981. – 160 с.
54. **Смирнов Г. В.** Под знаком необратимости. – М. : Знание, 1977. - 144 с.
55. **Тарасов Л.** Этот удивительно симметричный мир. – М. : Просвещение, 1982. – 176 с.
56. **Улам С.** Приключения математика. – Перев. с англ. - - Ижевск: НИЦ» Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 272 с.
57. **Филиппов А. Т.** Многоликий солитон. – М. : Наука, 1986. – 224 с.
58. **Хокинг С.** От большого взрыва до черных дыр. Краткая история времени. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1990. – 168 с.
59. **Хокинг С.** Черные дыры и молодые вселенные. – Перев. с англ. - Санкт – Петербург: Амфора / Эврика, 2001. – 190 с.
60. **Хокинг С. Млодинов Л.** Краткая история времени. – Перев. с англ. – СПб. : Амфора, 2007. – 180 с.
61. **Чернин А. Д.** Звезды и физика. – М. : Наука, 1984. – 160 с.
62. **Чернин А. Д.** Физика времени. – М. : Наука, 1987. – 224 с.
63. **Франк – Каменецкий Д. К.** Инвариантность в современной физике - « Природа» 1966, №10, с. 3 – 12.
64. **Кан Ж. – Л.** Измерение времени. – Перев. с франц. – В кн. : [22], с. 29 – 40.
65. **Жермен П.** Время в классической механике. – Перев. с франц. – В кн. : [22], с. 40 – 54.

66. **Каньяк Б.** Атомные или молекулярные часы.–Перев.с франц.- В кн. :[22], с. 64 – 80.
67. **Костабель П.** Несколько старых парадоксов – Перев. с франц.- В кн. :[22], с. 94 – 101.
68. **Борегар О. К.** Принципы относительности и физическая эквивалентность пространства и времени. – Перев. с франц. – В кн. :[22], с. 109 – 122.
69. **Борегар О. К.** Второй принцип науки о времени. – Перев. с франц. В кн. :[22], с. 125 – 138.
70. **Леннюйе Р.** Время в новейшей физике. – Перев. с франц. – В кн. :[22], с. 140 – 152.
71. **Чернин А. Д.** Реликтовое излучение, бесконечность и горизонт. – В кн. :[32], с.45 – 60.
72. **Либшер Д. – Э., Новиков И. Д.** Река времени. – В кн. :[32], с. 104 – 114.
73. **Эйнасто Я. Э. Яанисте Я. А.** В поисках крупномасштабной структуры Вселенной.-В кн. [32], с.142 – 150.
74. **Левич А. П.** Знаем ли мы, что такое время? – В мире науки, 2003, №1,с. 92 – 94.
75. **Каллендер К.** Время как иллюзия – В мире науки, 2010, №8 – 9, с.33 – 39.
76. **Массер Дж.** Может ли время закончиться? – В мире науки, 2010, №11 – 12, с. 98 – 107.
77. **Эллис Дж.** Что там снаружи? – В мире науки, 2011, №10, с. 6 – 12.
78. **Мойер М.** Если эксперимент, подготовка к которому идет в окрестности Чикаго, окажется успешным, то, возможно, будут переписаны законы физики. – В мире науки, 2012, №4, с. 26 - 33.

## 2.2. Естественно – научные и гуманитарные науки.

79. **Баблюяц А.** Молекулы, динамика и жизнь. – перев. с англ. – М. : Мир, 1990. – 376 с.
80. **Бубер М.** Два образа веры. – Перев. с немец. – М. : АСТ, 1999. – 592 с.
81. **Вирченко Н. А.** Математика в афоризмах, цитатах, высказываниях. - Киев :Изд – во при КГУ изд. объединения « Вища школа » 1983. - 278 с.
82. **Гангнус А.** Через горы времени. – М. : Мысль, 1973. – 176 с.
83. **Гильберт Дж.,Малкой М.** Открывая ящик Пандоры. Социологический анализ высказываний ученых. - Перев. с англ.– М.: Прогресс,1986. - 269 с.
84. **Дильман В. Н.** Большие биологические часы. – Издание 2 – е, перераб. и дополн. – М. : Знание, 1986. – 256 с.
85. **Еврейзмы : в мире мудрых мыслей.** Автор – составитель Н. Ш. Битман. - Ростов н / Д : Феникс, 2009. –396 с.
86. **Елисеев Д.** История Китая. Корни настоящего. – Перев. с франц. – Санкт - Петербург : Евразия, 2008. – 322 с.

87. **Зайверт Л.** Ваше время – в ваших руках. – Перев. с немец. – М. : Экономика, 1991. – 232 с.
88. **Ивин И. А.** Искусство правильно мыслить. – М.: Просвещение, 1985. – 224 с.
89. **Иваницкий Г. Р.** Мир глазами биофизика. – М. : Педагогика, 1985. – 128 с.
90. **Иваницкий Г. Р.** Ритмы развивающихся сложных систем. – М. : Знание, 1988. – 48 с.
91. **Костинчук Л. Я.** Пословицы о времени и пространстве. – Вестник Новгородского государственного университета, 2014, №77, с. 28 – 31.
92. **Лещенко В.** Ветвящееся время. – М. : АСТ, 2003. - 588 с.
93. **Лихтенштейн Е. С.** Слово о науке. – Том. 1 – М. : Знание, 1978. – 272 с.
94. **Лихтенштейн Е. С.** Слово о науке. – Том. 2 – М. : Знание, 1981. – 272 с.
95. **Озима О.** История Земли. – Перев. с япон. – М. : Знание, 1983. – 205 с.
96. **Раушенбах Б. В.** Пространственные построения в живописи. – М. : Наука, 1980. – 240 с.
97. **Ритм, пространство и время в литературе и искусстве.** / Сборник статей, - Л. : Наука, Л. о. 1974. – 299 с.
98. **Мейлах Б. С.** Проблемы ритма, пространства и времени в комплексном изучении творчества. – В кн. : [97], с. 3 – 10.
99. **Зобов Р. А. Мостепаненко Р. М.** О типологии пространственно – временных отношений в сфере искусства. – В кн. : [97], с. 11 – 25.
100. **Медриш Д. Н.** Структура художественного времени в фольклоре и литературе. – В кн. : [97], с. 121 – 144.
101. **Маклова Т. Л.** О времени и пространстве в современном зарубежном романе. – В кн. : [97]. с. 186 – 262.
102. **Молчанов В.В.** Время как прием мистификации читателя в современной западной литературе. – В кн. : [97], с. 200 – 216.
103. **Татаркевич В.** О счастье и совершенстве человека. – Перев. с польск. - М. : Прогресс, 1981. – 368 с.
104. **Тойнби А. Дж.** Постигание истории. Избранное. – Перев. с англ. – М. Айрис – Пресс, 2006. 640 с.
105. **Флинт Р.** История Земли. Перев. с англ. – М. : Прогресс, 1978. – 358 с.
106. **Хофстадтер Д.** Гедель, Эсхер, Бах : вечная золотая цепь. – Нью – Йорк, 1979.
107. **Шубников А. В. Копчик В. А.** Симметрия в науке и искусстве. – М. : Наука, 1972.
108. **Щербак Н. П.** Геологическое время и прогнозирование полезных ископаемых. – Киев. : Знание, 1984. – 48 с.
109. **Энтова А.** О восприятии времени у античных греков и древних евреев. - Междун. Журнал « Двадцать два» , 2002, №126, с. 107 -117.

### 3. Философская литература

#### 3.1 Монографии

110. **Авалиани С. Ш.** Очерки философии естествознания. – Тбилиси :Мецниереба, 1968. -312 с.
111. **Анисов В. М.**Время и компьютер. Негеометрический образ времени. – М. : Наука, 1991. – 152 с.
112. **Аскин Я. Ф.** Проблема времени. М. : Мысль, 1966. – 200 с.
113. **Ахундов М. Д.** Проблема прерывности и непрерывности пространства и времени. – М. : Наука, 1974. – 254 с.
114. **Ахундов М. Д.** Концепции пространства и времени : истоки, эволюция, перспективы. – М. : Наука, 1982. – 222 с.
115. **Бунге М.** Причинность. Место принципа причинности в современной науке. – Перев. с англ. – М. :Изд – во иностр. литературы, 1962. – 512 с.
116. **Бунге М.**Философия физики. –Пер. с англ. – М. : Прогресс, 1975. - 348 с.
117. **Готт В. С.** Философские вопросы современной физики. – М. : Высшая школа, 1967. – 296 с.
118. **Грюнбаум А.** Философские проблемы пространства и времени. – Перев с англ. – М. Едиториал УРСС, 2003. – 568 с.
119. **Карнап Р.** Философские основания физики. – Перев. с англ. – М. Прогресс, 1971. – 290 с.
120. **Лукьянец В. С.**Физико- математические пространства и реальность. – Киев. :Наукова думка, 1971. – 112 с.
121. **Молчанов Ю. Б.** Проблема времени в современной физике. – М. :Наука, 1990. – 134 с.
122. **Рейхенбах Г.** Направление времени. – Перев. с англ. – М. :Едиториал УРСС, 2003. – 360. – 360 с.
123. **Рейхенбах Г.** Философия пространства и времени. – Перев. с англ. –М. :Едиториал УРСС, 2003. – 320 с.
124. **Турсунов А.** Философия и современная космология. – М. : Политиздат, 1997. -192 с.
125. **Уитроу Дж.** Естественная философия времени. – Перев. с англ. – М. :Едиториал УРСС, 2003. – 400 с.
126. **Энгельс Ф.** Диалектика природы. – М. : Политиздат, 1987. – 349 с.

#### 3.2. Статьи

127. **Тяпкин А. А.** О теории относительности. – В кн. :[18], с. 446 – 449.
128. **Яновская С. А.** Математические корни трудностей в физике. – В кн. :[18], с. 458 – 459.

129. Любинская Л. Н. К вопросу о познании пространства и времени. – В кн. : Вопросы теории познания / Сб-к статей. – Пермь : Пермское книжное издательство, 1961, с. 58 – 70.
130. Дышлевый П. С. Понятие физической реальности в современной физике. – В кн. : [20], с. 36 – 41.
131. Бажан П. В. Условия познания и проблемы физической реальности. – В кн. : [20], с. 61 – 79.
132. Копнин Н. В. Теоретические построения Альберта Эйнштейна и современная философия. – в кн. : [21], с. 5 – 12.
133. Свидерский В. И. О некоторых методологических принципах теории пространства и времени. – В кн. : [21], с. 139 – 147.
134. Тяпкин А. А. Конвенциональные определения и объективные инварианты. – Вопросы философии, 1970, №7, с. 64 – 71.
135. Бунге М. Пространство и время в современной науке. – Вопросы философии, 1970, №7, с. 81 – 92.
136. Лукьянец В. С. Классический взгляд на математизацию знания и пространственно – временной подход в физике. – В кн. : [24], с. 159 – 173.
137. Мостепаненко А. М., Мостепаненко В. М. Обратная теорема Нетер и симметрия в физике. В кн. : [25], с. 78 – 95.
138. Карлин Н. С. Смысл и условия применимости представлений о конечности и бесконечности пространства и времени в релятивистской космологии. В кн. : [25], с. 96 – 117.
139. Ахлибинский Б. В., Арлычев А. Н. Методологическое значение принципа единства субъекта и объекта в построении физических теорий. – В кн. : [25], с. 144 – 158.
140. Александрова А. Д. О философском содержании теории относительности. – В кн. : [28], с. 117 – 137.
141. Молчанов Ю. Б. Понятие одновременности и концепция времени в специальной теории относительности. – В кн. : [28], с. 138 – 162.
142. Мостепаненко А. М. .. Дополнительность физики и геометрии ( Эйнштейн и Пуанкаре ). – В кн. : [28], с. 223 – 254.
143. Родичев В. И. Методологические проблемы единой теории поля. – В кн. : [28], с. 408 – 440.
144. Чудинов Э. М. Эйнштейн и проблемы бесконечности Вселенной- В кн. [28], с. 274 – 300.
145. Делокаров А. Х. Теория относительности и советская философская наука. – В кн. : [28], с. 520 – 563.
146. Чудинов Э. М. Эйнштейн и операционализм Бриджмена. – В кн. [28], с. 504 – 519.

147. Аронов Р. А. Тереньев В. В. Существуют ли нефизические формы пространства и времени? – В опросы философии, 1988, №1, с. 71 – 84.

## 4. Историко – методологическая литература

### 4.1. Монографии

148. Ахиезер А. И. Эволюция физической картины мира / Препринт ИТФ - 71 – 104 Р. – Киев : ИТФ АН УССР, 1971. – 33 с.
149. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Парадоксы мира нестационарных структур. – М. : Знание. 1985, - 48 с.
150. Ахундов М. Д., Баженов Л. Б. Физика на пути к единству. – М.: Знание, 1985. – 64 с.
151. Базаров И. П. Методологические проблемы статистической физики и термодинамики. – М. :Изд – во МГУ, 1979. – 88 с.
152. Биркгоф Г. Гидродинамика. – Перев. с англ. – М. :Изд – во иностр.литературы, 1963. – 244 с.
153. Блехман И.И., Мышкис А. Д., Пановко Я. Г. Механика и прикладная математика. – М. : Наука, 1983. – 328 с.
154. Бом Д. Причинность и случайность в современной физике. – Перев. с англ. – М. : иностранная литература, 1959. – 248 с.
155. Бонди Г. Гипотезы и мифы в физической теории. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1972. – 104 с.
156. Брусиловский Б. Я. Теория систем и система теорий. – Киев: Вищашкола, 1979. – 192 с.
157. Вяльцев А. Н. Дискретное пространство – время. – М. : Наука, 1965. – 400 с.
158. Гельфер Я. М. История и методология термодинамики и статистической физики. – М. : Высшая школа, 1981. – 536 с.
159. Горелик Г. Е. Почему пространство трехмерно? – М.:Наука, 1982. – 168 с.
160. Грановский Я. И. Проблема Кеплера. XXI – й век. – Ростов н/ Дону : Изд – во ЮФУ, 2009. – 160 с.
161. Джеммер М. Понятие массы в современной и классической физике. – перев. с англ. – М. : Прогресс, 1968. – 254 с.
162. Дуков В. М. Электродинамика, - М. : Высшая школа, 1975. – 248 с.
163. Иванов Б. Н. Принципы современной физики. – М.: Наука, 1973. – 128 с.
164. Идлис Г. М. Революции в астрономии, физике и космологии. – М. : Наука, 1985. – 232 с.
165. Исследования по истории физики и механики / Сб – к научных трудов ИИЕТ им. С. И. Вавилова РАН. – М. :Физматлит, 2009. – 416 с.

166. **История механики** / Колл. монография под общ. ред. Л. Т. Григорьяна и И.В. Погребысского. – М. : Наука, 1972. – 414 с.
167. **Картвелишвили Н. Л., Галактионов Ю. И.** Идеализация сложных динамических систем. – М. : Наука, 1967. – 272 с.
168. **Кац М.** Несколько вероятностных задач физики и математики. Перев. с польск. – М. : Наука, 1967. – 167 с.
169. **Клайн М.** Математика. Утрата определенности. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1984. – 434 с.
170. **Коздоба Л. А.** Вычислительная теплофизика. – Киев. :Наукова думка, 1992. – 224 с.
171. **Крон Г.** Исследование сложных систем по частям – диакоптика. – М. : Наука, 1972. – 542 с.
172. **Кузнецов Б. Г.** Галилей. – М. : Наука, 1964. – 326 с.
173. **Кузнецов Б. Г.** Принцип дополнительности. – М. : Наука, 1968. – 88 с.
174. **Кун Т.** Структура научных революций. – Перев. с англ. – М. : Прогресс, 1977, - 300 с.
175. **Лаврентьев М. А. , Шабат Б. В.** Проблемы гидродинамики и их математические модели. – М. : Наука, 1973. – 416 с.
176. **Марков М. А.** О природе материи. – Наука, 1976. – 216 с.
177. **Менде Ф. Ф.** Великие заблуждения и ошибки физиков XIX – XX столетий. Революция в современной физике. – М.:Харьков МТМТ , 2010. – 176 с.
178. **Налимов В. В.** Вероятностная модель языка.–М.:Наука,1979. - 304 с.
179. **Никольский В. В., Никольская Т. И.** Декомпозиционный поход к задачам электродинамики. – М. : Наука, 1983. – 304 с.
180. **Пайерлс Р.** Сюрпризы в теоретической физике. – Перев. с англ. - М. : Наука, 1988. – 176 с.
181. **Пановко Я. Г., Губанова И. И.** Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки. – М. : Наука, 1987. – 352 с.
182. **Пуанкаре А.** О науке. – Перев. с франц. – М. : Наука, 1983. – 560 с.
183. **Пфанцагль И.** Теория измерений. – Перев. с англ. –М. : Мир, 1976. - 248 с.
184. **Секей Г.** Парадоксы в теории вероятностей и математической статистике. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1966. – 106 с.
185. **Скобельцын Д. В.** Парадокс близнецов в теории относительности. – М.: Наука, 1966. – 106 с.
186. **Терлецкий Я. П.** Парадоксы теории относительности. – М. – М. : Наука, 1966. – 120 с.
187. **Харламов П. В.** Очерки об основаниях механики. Мифы, заблуждения и ошибки. – Киев, :Наукова думка, 1995. – 407 с.

188. Харламов П. В. Избранные труды. – Киев : Наукова думка, 2005. - 256 с.  
 189. Штейнман Р. Я. Пространство и время. – М. : Физматгиз, 1962, - 240 с.

#### 4. 2. Статьи

190. Каратеодори К. К аксиоматике специальной теории относительности. - В кн. : [19], с. 167 – 187.  
 191. Погребысский И. Б. Механика XIX – века и проблемы ее аксиоматизации. – В кн. : [19], с. 293 – 323.  
 192. Дайсон Ф. Математика и физика. – УФН, 1965. Том 85, вып. 2, с. 351 – 366.  
 193. Румер Ю. Б., Овчинников Н. Ф. Пространство – время, энергия – импульс в структуре физической теории. – Вопросы философии, 1968, № 4, с. 82 – 92.  
 194. Франк – Каменецкий Д. К. Предисловие редактора. – В кн. : [22], с. 7 – 19.  
 195. Тяпкин А. А. Дополнение. – В кн. : Б. Клайн. В поисках. – Перев. с англ. - М. : Атомиздат, 1971, с. 255 – 287.  
 196. Смородинский Я. А., Угаров В. А. Два парадокса специальной теории относительности. – УФН, 1972. Том 107, вып. 1, с. 141 – 152.  
 197. Сретенский Л. Н. Аналитическая механика ( XIX – й век ). – В кн. : [166], с. 7 – 45.  
 198. Михайлов Г. К. Механика сплошной среды ( XIX – й век ) – В кн. : [166], с. 46 – 89.  
 199. Рейтман М. И., Рыхлевский Я., Шапиро Г. С. Механика деформируемого твердого тела. ( XX – й век ). – В кн. : [166], с. 245 – 280.  
 200. Михайлов Г. К. Гидроаэродинамика ( XX – й век ) – В кн. : [166], с. 281 – 307.  
 201. Баранов А. Г., Франкфурт У. И. Релятивистская механика. – В кн. [166], с. 347 – 378.  
 202. Кузнецов А. А. Механика и физика. – В кн. : [166], с. 379 – 394.  
 203. Тяпкин А. А. Выражение общих свойств физических процессов в пространственно – временной метрике специальной теории относительности. – УФН, 1972. Том 106, вып. 4, с. 617 – 651.  
 204. Родичев В. И. Геометрические свойства системы отсчета. В – кн. : [23], с. 88 – 113.  
 205. Меллер Х. Статистическая механика Гиббса и теория относительности. - В кн. : [23], с. 114 – 162.  
 206. Меллер Х. Термодинамические потенциалы в теории относительности и их статистическая интерпретация. – В кн. : [23], с. 163 – 191.  
 207. Молчанов Ю. Б. К вопросу определения одновременности с помощью транспортировки часов. – В кн. : [23], с. 254 – 253.

208. **Линец А. М.** О системах отсчета классической механики. – В кн. :[23], с. 254 – 271.
209. **Итенберг И. Я., Франкфурт У. И.** К истории релятивистской механики точки. ( 1905 – 1913 ). – В кн. :[23], с. 379 – 396.
210. **Тяпкин А. А.** Об истории формирования идей специальной теории относительности. – В кн. : Принцип относительности / Сборник статей.- М.: Атомиздат, 1973.
211. **Фейнберг Е. Л.** Можно ли рассматривать релятивистские изменения масштабов длины и времени как результат действия некоторых сил?- УФН, 1975, том 116, вып. 4, с. 709- 730.
212. **Болотовский Б. М., Столяров С. М.** Современное состояние электродинамики движущихся сред ( безграничные среды ).- В кн. :[26],с. 179 – 215.
213. **Родичев В. И.** Эволюция понятия системы отсчета и программа Эйнштейна. В – кн. :[26], с. 286 – 334.
214. **Чудинов Э. М.** Эйнштейн и Бриджмен. – В кн. :[26], с. 335 – 350.
215. **Клиффорд В.** Здравый смысл точных наук. – В кн. :[27], с. 38 – 48.
216. **Мах Э.** Механика. – В кн. :[27], с. 49 – 72.
217. **Мах Э.** Познание и заблуждение. – В кн. :[27], с. 73 – 84.
218. **Скобельцын Д. В.** Два парадоксальных эпизода из истории физики. – В кн. : Проблемы современной физики / Сборник научных работ. – Л. : Наука. Л. о., 1980, с. 339 – 356.
219. **Карелли А.** Введение . В кн. :[29],с. 7 – 16.
220. **Меллер К.** Успехи и ограниченность эйнштейновской теории относительности и гравитации. – В кн. :[29], с. 17 – 41.
221. **Бонди Г.** Необходима ли общая относительность для эйнштейновской теории гравитации? – В кн. :[29], с. 42 – 52.
222. **Реками Э.** Новый подход к специальной теории относительности: частицы, античастицы, тахионы. – В кн. :[29], с. 53- 128.
223. **Лихнерович А.** Теория относительности и математическая физика. В кн.: [29], с. 129 – 214
224. **Шапиро И.** Экспериментальная проверка общей теории относительности. - В кн. :[29], 215 – 240.
225. **Нарликар Дж. В.** Инерция и космология в теории относительности. - В кн. :[29], с. 498 – 534.
226. **Уилер Дж.** Квант и Вселенная . – В кн. :[29], с. 535 – 558.
227. **Бергман П. Г.** Единая теория поля: вчера, сегодня завтра. – В кн. :[30], с. 69 – 85.
228. **Уилер Дж. А.** Эйнштейн: Чего он хотел? – В кн. :[30], с. 86 – 98.

229. Тредер Г. – Ю. Взгляды Гельмгольца, Планка и Эйнштейна на единую физическую теорию. – В кн. :[30], с. 295 – 314.
230. Форд Дж. Случаен ли исход бросания монеты? – В кн.:[31], с. 186 – 209.
231. Перес А. Релятивистская телеметрия. – Перев. с англ. – УФН, 1988. том 156, вып. 1, с. 145 – 151.
232. Кравчук Н. В. Некоторые аспекты концепции необратимости в физике. - ДАН Украины, 1990, №7, с. 59 – 63.
233. Кадомцев Б. Б. Необратимость классическая и квантовая. – УФН, 1995, том 165, №8, с. 967 – 973.
234. Фейнберг Е. Л. Специальная теория относительности – природа добро-совестных заблуждений. – УФН, 1997, том 167, №4, с. 455 – 457.
235. Якоби К. Г. О жизни Декарта и его методе направлять ум правильно и изыскивать в науках истину. – УФН, 1999, том 169, №12, с. 1332 – 1338.
236. Долгополов В. В. О парадоксе часов в теории относительности. – ДАН Украины, 2000, №7, с. 79 – 81.
237. Малыкин Г. Б. О возможности экспериментальной проверки второго постулата специальной теории относительности. – УФН, 2004, том 174, №7, с. 801 – 804.
238. Шварцбург А. Г. Туннелирование электромагнитных волн – парадоксы и перспективы. – УФН, 2007, том 177, №1, с. 43 – 58.
239. Менский М.Б. Квантовые измерения, феномен жизни и стрела времени. Связи между «тремя великими проблемами» ( по терминологии В. Л. Гинзбурга ). – УФН, 2007, том 177, №4, с. 415 – 425.
240. Малыкин Г. Б., Малыкин Э. Г. Френк Роберт Тангерлини и его преобразования. – В кн. :[165], с. 266 – 294.
241. Малыкин Г. Б. Паралоренцевские преобразования. – УФН, 2009, том 179, №3, с. 285 – 288.
242. Гинзбург И. Ф. Нерешенные проблемы фундаментальной физики. – УФН, 2009, том, №5, с. 525 – 529.

## 5. Физико – математическая литература

### 5.1. Работы Классиков

243. Больцман Л. Статьи и речи. – Перев. с немец. – М. : Наука, 1970. – 408с.
244. Больцман Л. Второй закон механической теории тепла. – В кн. : [243], с. 3 – 28.
245. Больцман Л. О значении теории. – В кн. :[243], с. 53 – 57.
246. Больцман Л. О методах теоретической физики. – В кн. :[243], с. 58 – 66.
247. Больцман Л. О принципах механики. – В кн. :[243], с. 136 – 162.
248. Бор Н. Избранные научные труды, том II( статьи 1925 - 1961 г.г. ) –М. ; Наука, 1971. – 676 с.

249. Бор Н. Квант действия и описание природы. – В кн. :[248], с. 56 – 61.
250. Бор Н. Теория атома и принципы описания природы. – В кн. :[248], с.62 – 71.
251. Бор Н.Максвелл и современная теоретическая физика.В кн.: [248],с 72 – 75.
252. Бор Н. О принципе соответствия в теории электрона. – В кн. :[248], с. 163 – 172.
253. Бор Н. Единство знаний. – В кн. :[248], с. 481 – 496.
254. Бор Н. Математика и естествознание. – В кн. :[248], с. 491 – 503.
255. Борн М. Физика в жизни моего поколения. / сборник статей. – М.: Госинлитиздат, 1963. – 536 с.
256. Борн М. Философские аспекты современной физики. – В кн. :[255], с. 77 – 101.
257. Борн М. Причина, цель и экономия в законах природы ( минимальные принципы в физике ), - В кн. : [255], с. 102 – 134.
258. Борн М. Состояние идей в физике. – В кн. :[255], с. 227 – 251.
259. Борн М. Физическая реальность. – В кн. :[255], с. 267 – 284.
260. Борн М. Действительно ли классическая механика детерминистична? - В кн. :[255], с. 285 – 293.
261. Борн М. Эйнштейновская теория относительности. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1972. – 368 с.
262. Борн М. Моя жизнь и взгляды. – Перев. с англ. – Прогресс,1973. – 176 с.
263. Борн М. Состояние идей в физике и перспективы их дальнейшего развития. –В кн. :Вопросы причинности в квантовой механике.–Перев. с англ. – М. :Госинлитиздат, 1955, с. 102 – 121.
264. Брюллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. – Перев. сангл. М. : Мир, 1972 – 144 с.
265. Бриллюэн Л. Теория информации и ее приложение к фундаментальным проблемам физики. – В кн. :[19], с. 324 – 329.
266. Де Бройль Л. По тропам науки. – Перев. с франц. – М. :Госинлитиздат, 1962. – 408с.
267. Де Бройль Л. Таинственная постоянная  $h$  – великое открытие Макса Планка. – В кн. :[266], с. 139 – 148.
268. Де Бройль Л. По тропам физики. –В кн. :[266], с. 162 – 181.
269. Де Бройль Л. Труды Больцмана и современная физика. – В кн. :[266], с. 206 – 266.
270. Де Бройль Л. Роль любопытства, игр, воображения и интуиции в научном исследовании. – В кн. :[266], с. 289 – 295.
271. Де Бройль Л. Польза и уроки истории наук. – В кн. :[266], с. 296 – 317.
272. Вейль Г. Избранные труды. Математика. Теоретическая физика. - Перев. с немец. – М. : Наука, 1984. – 512 с.

273. Вейль Г. Электрон и гравитация. – В кн. :[272], с. 198 – 218.
274. Вейль Г. Основные черты физического мира. Форма и эволюция. В [272], с. 345 – 360.
275. Вейль Г. Гравитация и электричество. – В кн. :[27], с. 513 – 528.
276. Вигнер Е. Этюды о симметрии. –Перев. с англ. –М. : Мир,1971.- 320с.
277. Вигнер Е. Инвариантность в в физической теории.– В кн. :[276],с.9-19
278. Вигнер Е. Симметрия и законы сохранения. – В кн. :[276], с. 20 – 34.
279. Вигнер Е. Роль принципов инвариантности в натуральной философии. – В кн. :[276], с. 35 – 44.
280. Вигнер Е. Явления, законы природы и принципы– В кн.: [276], с. 45 – 58.
281. Вигнер Е. Релятивистская инвариантность и квантовые явления. – В кн.: [276], с. 59 – 90.
282. Вигнер Е. Пределы науки. – В кн. :[276], с. 170 – 181.
283. Вигнер Е. Непостижимая эффективность математики в естественных науках. –В кн. :[276], 182 – 198.
284. Вигнер Е. Релятивистская инвариантность уравнений квантовой механики. – В кн. :[276], с. 246 – 261.
285. Вигнер Е. Нарушения симметрии в физике. – УФН, 1966, том 89, вып. 3, с. 453 – 466.
286. Гильберт Д. Основания физики. – В кн. :[27], с. 133 – 145.
287. Гинзбург В. Л. Теоретическая физика и астрофизика. – М. : Наука, 1981. – 504 с.
288. Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике / Статьи и выступления. – М. : Наука, 1985. – 400 с.
289. Гинзбург В. Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными? – В кн. :[288], с. 7 - 193.
290. Гинзбург В. Л. Замечания о методологии и развитии физики и астрофизики. – В кн. :[288], с. 194 – 232.
291. Гинзбург В. Л. Как развивается наука? – В кн. :[288], с. 233 – 255.
292. Дирак П. А. М. Воспоминания о необычайной эпохе. / Сборник статей. – Перев. с англ. – М. : Наука, 1990. – 208 с.
293. Дирак П. А. М. Воспоминания о необычайной эпохе. В кн. :[292],с. 7 – 45.
294. Дирак П. А. М. Эйнштейн и развитие физики. – В кн. :[298], с. 46 – 53.
295. Дирак П. А. М. Совершенство теории гравитации Эйнштейна. – В кн. : [292], с. 54 – 60.
296. Дирак П. А. М. Требования фундаментальной физической теории –В кн. [292], с. 61 – 65.
297. Дирак П. А. М. Развитие физических представлений о Природе. –В кн.: [292], с. 66 – 81.

298. Дирак П. А. М. Релятивистское волновое уравнение без отрицательных энергий – В кн. : [292], с. 166 – 177.
299. Дирак П. А. М. Космология и гравитационная постоянная. – В кн. : [292], с. 178 – 188.
300. Дирак П. А. М. Космологическая постоянная. – В кн. : [27], с. 538 – 539.
301. Зельдович Я. Б., Хлопов М. Ю. Драма идей в познании природы. Частицы, поля, заряды. – М. : Наука, 1988 – 240 с.
302. Зельдович Я. Б. Современная космология. – В кн.: [32], с. 11 – 35.
303. Зельдович Я. Б. Почему расширяется Вселенная. – В кн. : [32], с. 35 – 45.
304. Зоммерфельд А. Механика. – Перев. с немец. – М. : Госинлитиздат, 1947. – 392 с.
305. Зоммерфельд А. Электродинамика. – Перев. с немец. – М. : Госинлитиздат, 1958. – 502.
306. Кирхгоф П. Р. О цели естествознания . – В кн. : Кирхгоф П. Р. Избранные труды. – М. : Наука, 1988, с. 331 – 344.
307. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Механика. – М. : Наука, 1965, - 204 с.
308. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. – М. : Наука, 1964. – 568 с.
309. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика. – М. : Наука, 1988. - 736 с.
310. Ландау Л. Д. Лифшиц Е. М. Теория упругости. – М. : Наука, 1987.- 248. с.
311. Ландау Л. Д. Лифшиц Е. М. Электродинамика сплошных сред. – М. : Наука, 1982. – 622 с.
312. Ландау Л. Д. Лифшиц Е. М. Теория поля. – М. : Наука, 1967. – 460 с.
313. Лауэ М. К столетию со дня рождения Людвиг Больцмана. – В кн. : [243], с. 235 – 238.
314. Лорентц А. – Г. Людвиг Больцман. – В кн. : [243], с. 203 – 234.
315. Лорентц А. – Г. Теория электронов. – Перев. с англ. – М. - Л. : Гостехтеориздат, 1934. – 432 с.
316. Лорентц А. – Г. Лекции по термодинамике. – Перев. с англ. – М. –Л. Гостехтеориздат. – М. : 1946. – 156 с.
317. Мандельштам Л. И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. – М. : Наука, 1972. – 440 с.
318. Пайерлс Р. Законы природы. – Перев. с англ. – М. : Физматлит. 1958. – 340 с.
319. Паули В. Теория относительности. – Перев. с немец. – М. – Л. : Гостехтеориздат. 1947. – 300 с.
320. Паули В. Принцип запрета, группа Лоренца, отражение пространства – времени и заряда. – В кн. : Паули В. Труды по квантовой теории. – М. : Наука. 1977, с. 634 – 655.
321. Планк М. Избранные труды. – Перев. с немец. – М. : Наука, 1975. - 788 с.

322. Планк М. Законы теплового излучения и гипотеза элементарного кванта действия. – В кн. :[321], с. 282 – 310.
323. Планк М. Принцип относительности и основные уравнения механики. – В кн. :[321], с. 445 – 448.
324. Планк М. Кауфмановские измерения отклонения В – лучей и их значение для динамики электронов. – В кн. :[321], с. 449 – 461.
325. Планк М. Дополнение к обсуждению измерений Кауфмана. – В кн. :[321], с. 462 – 465.
326. Планк М. К динамике движущихся систем. – В кн. :[321], с. 466 – 493.
327. Планк М. Замечания о принципе действия и противодействия. – В кн. :[321], с. 494 – 497.
328. Планк М. Теоретическая физика. – В кн. :[321], с. 506 – 515.
329. Планк М. Происхождение и влияние научных идей. – В кн. :[321], с. 590 – 602.
330. Планк М. Единство физической картины мира. – В кн. :[321], с. 613 – 633.
331. Пригожин И. Р. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках. – Перев. с англ. – М. : Наука, 1985. – 328 с.
332. Пригожин И. Р., Стенгерс И. Порядок и хаос. – Перев. с англ. – М.: Прогресс. 1986. – 432 с.
333. Пригожин И. Р., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. – Перев. с англ. – М. : Прогресс. 1994. – 272 с.
334. Пуанкаре А. Наука и гипотеза. – В кн. :[182], с. 7 – 152.
335. Пуанкаре А. Ценность науки. – В кн. :[182], с. 153- 282.
336. Пуанкаре А. Наука и метод. – В кн. :[182], с. 283 – 403.
337. Пуанкаре А. Последние мысли. – В кн. :[182], с. 405 – 520.
338. Пуанкаре А. О динамике электрона. – В кн. :[27], с. 85 – 98.
339. Фейнман Р. Характер физических законов. – Перев. с англ. – М. Мир, 1968. – 232с.
340. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1. Современная наука о природе. Законы механики. – Перев. с англ. – М. : Мир. 1965. – 270 с.
341. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 2. Пространство, время, движение. – Перев. с англ. – М. : Мир. 1965. – 168 с.
342. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 3. Излучение. Волны. Кванты. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1966. – 260 с.
343. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. – Вып. 4. Кинетика. Теплота. Звук. – Перев. с англ. – М.: Мир, 1966. – 296 с.

344. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Выпуск. 5. Электричество и магнетизм. Перев. с англ. – М.: Мир, 1966. – 296 с.
345. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 6. Электродинамика. – Перев. с англ. – М. Мир. 1966. – 344 с.
346. Фок В. А. Принципиальное значение приближенных методов в теоретической физике. – УФН. 1936. том 16, вып. 8, с. 1070 – 1083.
347. Фок В. А. Теория пространства, времени и тяготения. – М.: Гостехтеориздат, 1955. – 504 с.
348. Фок В. Н. Физические принципы теории тяготения Эйнштейна. В кн. :[28], с. 255 – 267.
349. Фридман А. А. О кривизне пространства. – В кн. :[27], с. 320 – 329.
350. Фридман А. А. Избранные труды. – М. : Наука, 1966. – 462 с.
351. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 1. Работы по теории относительности 1905 – 1920 г. г. – М. : Наука, 1965. – 700 с.
352. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. – В кн. :[351], с. 7 – 35.
353. Эйнштейн А. Зависит ли инерция тела от содержащейся в нём энергии? – В кн. :[351], с. 36 – 38.
354. Эйнштейн А. О методике определения соотношений между поперечной и продольной массой электрона. – В кн. :[351], с. 45 – 48.
355. Эйнштейн А. О возможности нового доказательства принципа относительности. – В кн. :[351], с. 49 – 50.
356. Эйнштейн А. Об инерции энергии, требуемой принципом относительности. – В кн. :[351], с. 53 – 64.
357. Эйнштейн А. О принципе относительности и его следствиях. – в кн. :[351], с. 65 – 114.
358. Эйнштейн А., Лауб И. Об основных электродинамических уравнениях движущихся тел. – В кн. :[351], с. 115 – 122.
359. Эйнштейн А. Теория относительности . – В кн. :[351], с. 175 – 186.
360. Эйнштейн А. К парадоксу Эренфеста. – В кн. :[351], с. 187 – 188.
361. Эйнштейн А. Принципиальные вопросы общей теории относительности и теории гравитации. – В кн. :[351], с. 319 – 325.
362. Эйнштейн А. К проблеме относительности. – В кн. :[351], с. 385 – 394.
363. Эйнштейн А. О принципе относительности. – В кн. :[351], с. 395 – 398.
364. Эйнштейн А. Теория относительности. – В кн. :[351], с. 410 – 424.
365. Эйнштейн А. К общей теории относительности. – В кн. :[351], с. 425 – 434.
366. Эйнштейн А. Основы общей теории относительности. – В кн. :[351], с. 452 – 504.
367. Эйнштейн А. О специальной и общей теории относительности. В кн. :[351], с. 530 – 600.

368. Эйнштейн А. Диалог по поводу возражений против теории относительности. – В кн. :[351], с. 616 – 625.
369. Эйнштейн А. Что такое теория относительности? – В кн. :[351], с. 677 – 681.
370. Эйнштейн А. Эфир и теория относительности. – В кн. :[351], с. 682 – 689.
371. Эйнштейн А. Мой ответ по поводу антирелятивистского акционерного общества. В кн. :[351], с. 693 – 696.
372. Эйнштейн А. Физика и реальность / Сборник статей. – М. : Наука, 1965. – 360 с.
373. Эйнштейн А. Принципы теоретической физики. – В кн. :[372], с. 5 - 7.
374. Эйнштейн А. Принципы научного исследования.– В кн.: [372], с. 8 – 10.
375. Эйнштейн А. Физика и реальность. – В кн. :[372], с. 38 – 60.
376. Эйнштейн А. О методе теоретической физики. – В кн. :[372], с. 61 – 66.
377. Эйнштейн А. Основы теоретической физики. – В кн. :[372], с. 67 – 76.
378. Эйнштейн А. Предварительные замечания о фундаментальных понятиях. – В кн. :[372], с. 77 – 82.
379. Эйнштейн А. Творческая биография. – В кн. :[372], с. 151 – 166.
380. Эйнштейн А. О современном состоянии теории поля. – В кн. :[372], с. 264 – 271.
381. Эйнштейн А. Современное состояние теории относительности. В кн. :[372], с. 271 – 274.
382. Эйнштейн А., Смолуховский М. Броуновское движение / Сборник статей – Перев. с англ. – Л. : ОНТИ, 1936. – 608.
383. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. – Перев. с англ.– М.– Л. : Гостехтеориздат, 1948. -268 с.
384. Эренфест П. Относительность, кванты, статистика. / Сборник статей. М. : Наука, 1972. – 360 с.
385. Эренфест П. Принцип относительности. – В кн. :[384], с. 1 – 11.
386. Эренфест П. Кризис в гипотезе о световом эфире.– В кн.: [384], с. 12 – 21.
387. Эренфест П. Равномерное вращательное движение твердых тел и теория относительности. – В кн. :[384], с. 37 – 39.
388. Эренфест П. Замечание о приближенной справедливости классической механики в рамках квантовой механики. – В кн. :[384], с. 82 – 84.
389. Эренфест П., Афанасьева - Эренфест Т. А. О двух известных возражениях против Н – теоремы Больцмана. – В кн. :[384], с. 89 – 111.
390. Юкава Х. Лекции по физике. – Перев. с япон. – М. : Энергоиздат, 1981. – 128 с.

## 5.2. Монографии

391. Ансельм А. И. Основы статистической физики и термодинамики. М. : Наука, 1973. – 424 с.
392. Астарита Дж., Маруччи Дж. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1978. – 312 с.
393. Бахарева И. Ф. Нелинейная неравновесная термодинамика. Саратов : Изд – во Саратовского университета, 1976. – 140 с.
394. Богущ А. А. Мороз Л. Г. Введение в теорию классических полей. – Минск : Наука и техника, 1968. – 386 с.
395. Бом Д. Специальная теория относительности. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1967. – 287 с.
396. Био М. Вариационные принципы в теории теплообмена. – Перев. с англ. – М. : Энергия, 1975. – 208 с.
397. Боргардт А. А., Карпенко Д. Я. Задача Коши для уравнений гиперболического типа. /Препринт Дон ФТИ –87– 7(137). – Донецк:Дон ФТИ АН УССР, 1987. – 38 с.
398. Боргардт А. А., Карпенко Д. Я. Поле равномерного ускоренного релятивистского заряда. /Препринт Дон ФТИ – 88 – 2 (139), - Донецк : Дон ФТИ АН УССР, 1989. – 30 с.
399. Боргардт А.А.,КарпенкоД. Я.Симметрии волнового уравнения с электромагнитным взаимодействием. /Препринт Дон ФТИ – 89 – 46. Донецк : Дон ФТИ АН УССР. – 45 с.
400. Бурланков Д. Е. Анализ общей теории относительности. – Нижний Новгород :Изд – во Нижегородского университета, 2011. – 239 с.
401. Бхатнагар П. Нелинейные волны в одномерных дисперсных системах. – Перев. с англ.М. : Мир, 1983. – 136 с.
402. Вакуленко А. А. Термодинамическое время в механике деформируемых сред. / Автореферат дисс ...д. ф. – м. н. в форме научн. докл.– Л.:1989. – 42 с.
403. Вейнберг С. Гравитация и космология. Принципы и приложения общей теории относительности. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1975. – 696 с.
404. Венгеров И. Р. Теория линейного переноса в слоистых системах. / Препринт Дон ФТИ – 82 – 27. –Донецк : Дон ФТИ АН УССР, 1982. – 64 с.
405. Венгеров И. Р. О парадигме времени в физике. / Препринт Дон ФТИ – 2004 – 1. – Донецк : Дон ФТИ им. Галкина НАН Украины, 2004. – 36 с.
406. Венгеров И. Р. Хроноартефакты термодинамики. – Донецк :Изд – во Норд – Пресс, 2005. – 236 с.
407. Венгеров И. Р. Теплофизика шахт и рудников. Математические модели. / В 2 – х томах. – Донецк : Норд – Пресс, 2008. Том 1 – 632 с.

408. Венгеров И. Р. Теплофизика шахт и рудников. Математические модели. / В 2 – х томах. – Донецк : Донбасс, 2012. – Том 2 – 684 с.
409. Венгеров И. Р. Математическое моделирование эволюционных теплофизических процессов в сложных системах геотехносферы. – Киев :Наукова думка, 2017. – 432 с.
410. Виноградова М. Б., Руденко О. В., Сухоруков А. П. Теория волн. – Наука, 1979. – 384 с.
411. Владимиров Ю. С.Геометрофизика. – М. : БИНОМ, 2010. – 536 с.
412. Владимиров Ю. С. Пространство – время. Явные и скрытые размерности. – М. : ЛИБРОКОН, 2010.- 208 с.
413. Выпов Г. П. Новые методы общей теории относительности. – Киев : Наукова думка, 1972. – 108 с.
414. Георгиев Г. Геометрические группы и эволюция идеи пространства. - Перев.с румынск. – Киев :Изд – во КГУ, 1968 – 64 с.
415. Гласко В. Б. Обратные задачи математической физики. – М. :Изд – во МГУ, 1984. – 112 с.
416. Гравитация и относительность. / Колл. Монография. – Перев. с англ. М. : Мир, 1965. – 544 с.
417. Гринберг Г. А. Избранные вопросы математической теории электрических и магнитных явлений. – М. – Л. :Изд – во АН СССР, 1948. -748 с.
418. Гроот С. Р., Сатторн Л. Г. Электродинамика. –Перев. с англ. – М. Наука, 1982. – 560 с.
419. Гроот С. Р., Мазур П. Неравновестная термодинамика. – Перев. с англ. – Мир, 1964. – 456 с.
420. Гуревич Л. Э., Глинер Э. Б. Общая теория относительности после Эйнштейна. – М. : Знание, 1972. – 64 с.
- 421.Гуров К.П.Феноменологическая термодинамика необратимых процессов. - М. : Наука, 1978. – 128 с.
422. Драбл Дж., Голдсמיד Г. Теплопроводность полупроводников. –Перев. с англ. Изд – во иностр. литературы, 1963. – 266 с.
423. Дьярмати И. Неравновесная термодинамика.Теория поля и вариационные принципы. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1974. – 304 с.
424. Заславский Г. М., Сагдеев Р. З. Введение нелинейную физику. – М. : Наука, 1988. – 368 с.
425. Зельманов А. Л. Хронометрические инварианты Докторская диссертация, М., 1944 ) – America Research Press, New Mexico, USA,2006. – 232 с.
426. Зубарев Д. Н. Неравновесная статистическая термодинамика. – М. : Наука, 1971. – 416 с.
427. Иваненко Д., Соколов А.Классическая теория поля. Новые проблемы. – М. – Л. :Гостехтеориздат, 1951. – 480 с.

428. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. – Перев. с англ. – М. : Наука, 1964. – 488 с.
429. Коздоба Л. А. Вычислительная теплофизика. – Киев, Наукова думка, 1992. – 224 с.
430. Кунин И. Н. Теория упругих сред с микроструктурой. – М. : Наука, 1975. – 416 с.
431. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена. –Атомиздат : Наука, С. о., 1970. – 660 с.
432. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Физическая кинетика. – М. : Наука, 1979. – 528 с.
433. Лыков А. В. Некоторые проблемные вопросы теории тепломассопереноса. – В кн. : Проблемы тепло – и массопереноса / Сб – к статей. – Минск : Наука и техника, 1976, с. 9 – 82.
434. Мак – Витти Г. Общая теория относительности и космология. – Перев. с англ. – М. :Изд – во иностранной литературы, 1961. – 284 с.
435. Михайлов Ю. А., Глазунов Ю. Т. Вариационные методы в теории нелинейного тепло – и массопереноса. – Рига :Зинатне, 1985. – 190 с.
436. Морс Ф. М., Фешбах Г. Методы теоретической физики, том 1. – Перев. с англ. – М. :Госинлитиздат, 1958. – 930 с.
437. Моффат Г. Возбуждение магнитного поля в проводящей среде. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1980. – 340 с.
438. Неванлинна Р. Пространство, время и относительность. – Перев. с немец. - М. : Мир, 1966. – 230 с.
439. Нелинейные электромагнитные волны. / Колл. монография. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1983. – 312 с.
440. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. - Перев. с англ. – М. : Мир, 1990. – 600 с.
441. Парновский С. Л., Парновский А. С. Введение в современную космологию. – Киев :Наукова думка, 2013. - 150 с.
442. Петров А. З. Пространства Эйнштейна.– М.:Физматгиз, 1961. - 464 с.
443. Петров Н., Бранков Й. Современные проблемы термодинамики. – Перев. с болгарск. – М. : Мир, 1986. – 288 с.
444. Рабинович М. И., Трубецков Д. И. Введение в теорию колебаний и волн. - М. : Наука, 1984. – 432 с.
445. Райченко А. И. Математическая теория диффузии в приложениях. – Киев :Наукова думка, 1981. – 396 с.
446. Селезов И. Т., Керсунский С. В.Нестационарные и нелинейные волны в электропроводящих средах. – Киев :Наукова думка, 1991. – 198 с.
447. Сиамма Д. Физические принципы общей теории относительности. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1971. – 104 с.

448. Станюкович К. П., Колесников С. М., Московкин В. П. Проблемы теории пространства, времени и материи. – М. :Атомиздат, 1968. – 174 с.
449. Терлецкий Я. П. Статистическая физика. – М. : Высшая школа, 1973. – 280 с.
450. Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. – Перев. с англ. – М. : Наука, 1974. – 520 с.
451. Толубинский Е. В. Теория процессов переноса. – Киев :Наукова думка, 1969. – 260 с.
452. Тредер Г. – Ю. Теория гравитации и принцип эквивалентности. – Перев. с немец. – М. :Атомиздат, 1973. – 168. с.
443. Трусделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред. – Перев. с англ. – М. :Мир, 1975. – 592 с.
444. Угаров В. А. Специальная теория относительности. – М. : Наука, 1969. – 237 с.
445. Уилер Дж. А. Гравитация, нейтрино и Вселенная. – Перев. с англ. – М. : Изд – во иностр. Литературы, 1962. – 404 с.
446. Уилер Дж. А. Предвидение Эйнштейна. – Перев. с немец. – М. : Мир, 1970. – 112 с.
- 447.Фущич В. И., Никитин А. Г.Симметрия уравнений квантовой механики. – М. : Наука, 1990. – 400 с.
448. Хаар Д. Основы гамильтоновой механики. – Перев. с англ. – М. : Наука, 1974.- 224 с.
459. Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства – времени. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1977. – 432 с.
460. Хургин Я. И., Яковлев В. П. Фinitные функции в физике и технике. – М. : Наука, 1971. – 408 с.
461. Честер Дж. Теория необратимых процессов. – Перев. с англ. – М. : Наука, 1966. – 112 с.
462. Циглер Г. Экстремальные принципы термодинамики необратимых процессов и механика сплошной среды. - Перев. с англ. – М. : Мир, 1966. – 136 с.
463. Шашков А. Г., Волохов Г. М. и др. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. – М. : Энергия, 1973. - 336 с.
464. Шермергор Т. Д. Теория упругости микронеоднородных сред. – М. : Наука, 1977. – 400 с.
465. Яглом И. М. Принцип относительности Галилея и неэвклидова геометрия. – М. : Наука, 1969. – 304 с.

### 5.3. Учебники

466. **Акоста В., Кован К., Грэм Б.** Основы современной физики. – Перев. с англ. – М. : Просвещение, 1981. – 496 с.
467. **Базаров И. П.** Термодинамика. – М. :Высшая школа, 1991. – 376 с.
468. **Барьяхтар В. Г., Барьяхтар И. В. и др.** Механика. – Киев : Ин – т магнетизма НАН Украины и МОН Украины, 2004. – 384 с.
469. **Бухгольц Н. Н.** Основной курс теоретической механики. – Часть 1. – М. : Наука, 1965. – 468 с.
470. **Бухгольц Н. Н.** Основной курс теоретической механики. – Часть 2. – М. : Наука, 1966. – 332 с.
471. **Владимиров В. С.** Уравнения математической физики. – М. : Наука, 1976. – 528 с.
472. **Власов А. А.** Макроскопическая электродинамика.– М.:Гостехтеориздат, 1955. – 228 с.
473. **Гребер Г., Эрк С.** Основы учения о теплообмене. – Перев. с немец. – М. – Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. – 328 с.
474. **Добронравов В. В.** Основы аналитической механики. – М. : Высшая школа, 1976. – 264 с.
475. **Зельдович Я. Б., Мышкис А. Д.** Элементы математической физики. – М. : Наука, 1973. – 386 с.
476. **Карташов Э. М.** Аналитические методы в теории теплопроводности. –М. : Высшая школа, 1985. – 480 с.
477. **Квасников И. А.** Термодинамика и статистическая физика. Теория неравновесных систем. – М. :Изд – во МГУ, 1987. – 560 с.
478. **Кемпфер Ф.** Путь в современную физику. – Перев. с англ. – М.: Мир,1972. – 376 с.
479. **Кошляков Н. С., Глинер Э. Б., Смирнов М. М.** Уравнения в частных производных математической физики. – М. : Высшая школа, 1970. - 712 с.
480. **Киттель Ч., Найт В., Рудерман Н.** Механика / Берклевский курс физики, том 1. – Перев. с англ. – М. : Наука, 1983. – 448 с.
481. **Левич В. Г.,Вдовин Ю. Н., Мямлин В. А.**Курс теоретической физики, том 2. – М. :Физматгиз, 1962. – 820 с.
482. **Лыков А.В.**Теория теплопроводности.– М.:Высшая школа, 1967. - 600 с.
483. **Логунов А.А.**Лекции по теории относительности и гравитации.Современный анализ проблемы. – М. : Наука, 1987. – 272 с.
484. **Маслов В. П., Данилов В. Г., Волков К. В.** Математическое моделирование процессов тепломассопереноса. – М. : Наука, 1987. - 352 с.
485. **Положий Г. Н.** Уравнения математической физики. – М. : Высшая школа, 1964. – 560 с.

486. **Поль Р. В.** Механика, акустика и учение о теплоте. – Перен. с немец. – М. : Наука, 1971. – 480 с.
487. **Самарский А. А., Михайлов А. П.** Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. – М. : Наука, 1977. – 320 с.
488. **Самарский А. А., Галактионов В. А. и др.** Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. – М. : Наука, 1987. – 480 с.
489. **Самойлович П. Г.** Термодинамика и статическая физика. – М. : Гостехтеориздат, 1955. – 368 с.
490. **Седов Л. И.** Механика сплошной среды. – Том 1. – М.: Наука, 1970. – 492 с.
491. **Седов Л. И.** Механика сплошной среды. – Том 2. – М.: Наука, 1970. – 568 с.
492. **Слеттери Дж. С.** Теория переноса импульса, энергии и массы в сплошных средах. – Перев. с англ. – М. : Энергия, 1978. – 448 с.
493. **Тейлор Э., Уилер Дж.** Физика пространства – времени. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1971. – 320 с.
494. **Толоконников Л. А.** Механика деформируемого твердого тела. – М. : Высшая школа, 1979. – 318 с.
495. **Тихонов А. Н., Самарский Н. А.** Уравнения математической физики. – М. : Наука, 1972. – 736 с.
496. **Терлецкий Я. П., Рыбаков Ю. П.** Электродинамика. – М. : Высшая школа, 1980. – 336 с.
497. **Толпыго К. Б.** Термодинамика и статистическая физика. – Киев : Изд – во КГУ, 1966. – 364 с.
498. **Фредерикс В. К.** Электродинамика и введение в теорию света. – Л.: КУБУЧ, 1934. – 608 с.
499. **Хайкин С. Э.** Физические основы механики. – М. : Наука, 1971. – 752 с.
500. **Шамбадаль П.** Развитие и приложения понятия энтропии. – Перев. с франц. – М. : Наука, 1967. – 278 с.

#### 5.4. Статьи

501. **Граверт Г., Людерс Г., Рольник Г.** Теорема ТСР и ее применение. – УФН, 1960, том 71, вып. 2, с. 289 – 325.
502. **Кадышевский В. Г.** К теории дискретного пространства – времени. ДАН СССР, 1961, том 136, №1, с. 70 – 73.
503. **Шифф Л.** Классические примеры пространственной инверсии и обращение времени. – УФН, 1965, том 86, вып. 4, с. 756 – 759.
504. **Файнберг В. Я.** Теоретические основы СРТ – теоремы. – УФН, 1968, том 95, вып. 3, с. 479 – 489.

505. Шмидт – Отт В. – Д. Некоторые новые измерения в связи с доказательством справедливости специальной теории относительности.–УФН,1968, том 96, вып. 3, с. 519 – 527.
506. Петров А. З. Физика гравитации на современном уровне. – В кн. :[24], с. 103 – 104.
507. Итенберг И. Я., Франкфурт У. И. Работы М. Планка по специальной теории относительности. – В кн. :[321], с. 754 – 756.
508. Клиффорд В.О пространственной теории материи. В кн.: [27], с. 36 – 37
509. Пенроуз Р. Гравитационный коллапс и пространственно – временные сингулярности, - В кн. :[27], с. 529- 534.
510. Калуца Т. К проблеме единства физики. – В кн. :[27], с. 529 – 534.
511. Мизнер Ч. ,Уилер Дж. Классическая физика как геометрия. - В кн. : [27], с. 542 – 547.
512. Марков М. Н. Современные проблемы общей теории относительности. - В кн. :[28], с. 233 – 268.
513. Бартошевич М. А., Прудников А. П. Применение операторов Ватсона к решению задач теории теплопроводности. – ИФЖ, 1979, том 37, № 3,
514. Сахаров А. Д. Космологические модели Вселенной с поворотом стрелы времени. – ЖЭТФ, 1980, том 79, № 3, с. 689 – 693.
515. Эддингтон А. С.Теория групп. – В кн. : Современные проблемы математики. – Пер. с англ. – М. : Знание, 1981, с. 3 -15.
516. Дульнев Г. Н., Сигалов А. В. Поэтапное моделирование теплового режима сложных систем. – ИФЖ, 1983, том 45, № 4, с. 651 - 656.
517. Сидоров А. Ф. Аналитические методы математической физики и математический эксперимент. – В кн. : Число и мысль, вып.4/ Сб –к статей – М. : Знание, 1987, с. 75 – 100.
518. Попов В. В. Теплопередача в растягиваемых телах. – ИФЖ, 1987, том 52, № 1, с. 161 – 162.
519. Логунов А. А., Чугреев Ю. В. Специальная теория относительности и эффект Саньяка – УФН, 1988, том 156, вып. 1, с. 137 – 143.
520. Андрианов И. В.Континуальное приближение для высокочастотных колебаний цепочки. – ДАН УССР, сер. А, 1991, № 2, с. 13 – 15.
521. Березовская Л. М., Догучаева С. М.Пространственная локализация и стабилизация в процессах диффузии с реакцией. – ДНАН Украины, 1997, № 2, с. 7 – 10.
522. Ривлин Л. А. Фотоны в волноводе (несколько мысленных экспериментов). – УФН, 1997, том 167, № 3, с. 309 – 322.
523. Купряев Н. В. Расширенное представление преобразований Лорентца. – Известия ВУЗов. Физика, 1999, № 7, с. 8 – 14.

- 524. Фредерикс В. К.** Общий принцип относительности Эйнштейна. – УФН, 1999, том 169, № 12, с. 1339 – 1350.
- 525. Чернин А. Д.** Космический вакуум. – УФН, 2001, том 171, № 11, с. 1153 – 1175.
- 526. Рубаков В. А.** Физика частиц и космология: состояние и надежды. – УФН, том 169, № 12, с. 1299 – 1309.
- 527. Холл Дж. Л.** Определение и измерение оптических частот: перспективы оптических часов – и не только / Нобелевская лекция – УФН, 2006, том 176, № 12, с. 1353 – 1367.
- 528. Хэнш Т. В.** Страсть к точности / Нобелевская лекция – УФН, 2006, том 176, № 12, с. 1368 – 1380.
- 529. Смут Дж. Ф. Ш.** Анизотропия реликтового излучения. Открытие и научное значение. – УФН, 2007, том 177, № 12, с. 1294 – 1317.
- 530. Лукаш В. Н., Рубаков В. А.** Темная энергия : мифы и реальность. – УФН, 2008, том 178, № 3, с. 301 – 308.
- 531. Венгеров И. Р.** К обобщению задачи Зоммерфельда о теплопроводности в кольце. – ИФЖ, 1978, том 35, № 1, с. 150 – 154.
- 532. Венгеров И. Р.** Теплофизика деформирующихся твёрдых тел : 1. Структура парадигмы. – Физика и техника высоких давлений (ФТВД), 2006, том 16, № 1, с. 7 – 25.
- 533. Венгеров И. Р.** Теплофизика деформирующихся твердых тел : 2. Модели микроуровня, - ФТВД, 2006, том 16, № 2, с. 14 – 28.
- 534. Венгеров И. Р.** Теплофизика деформирующихся твёрдых тел : 3. Модели мезоуровня – ФТВД, 2008, том 16, № 3, с. 7 – 26.
- 535. Венгеров И. Р.** Теплофизика деформирующихся твердых тел : 4. Модели макроуровня. – ФТВД, 2008, том 18, № 1, с. 7 – 24.
- 536. Венгеров И. Р.** Диффузия электромагнитных полей в неоднородных твердых телах. – ФТВД, 2008, том 18, №3, с. 62 – 66.
- 537. Венгеров И.Р.** Одномерная математическая модель растяжения и сжатия твердых тел. – Восточно – Европейский журнал передовых технологий / Серия « Прикладная механика » - 2014, №2/7 (68), с. 23 – 27.

## 6. Материалы из Интернета

- 538. <http://www.chrones.msu.ru/rindex.html>.** – Веб – сайт Института исследований природы времени при МГУ.
- 539. Палант Д.** Миры Всевышнего – от суда к милосердию, от идеала к реальности, - [www.Judaica.ru.org/luah/rosh-palant.html](http://www.Judaica.ru.org/luah/rosh-palant.html).
- 540. Федоровский Г. Д.** О « времени» в механике деформированного тела. – [www.Physical-Congress.spb.ru](http://www.Physical-Congress.spb.ru), 2004. с. 1 – 5.

541. **Пространство в физике.** // [http:// ru.wikipedia, org/ wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki) – 11 / 30/ 2013.
542. **Время.** // [http :// ru. wikipedia. org/ wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki) – 11 / 21 / 2013.
543. **Бураго С. Г.** Гравитация, темная материя и темная энергия. –The General Science Journal, 2013, с. 1 – 20.
544. **Путенихин П. В.** Великая тайна специальной теории относительности. - Copyright pe put @ rambler.ru – 05 / 05 / 2010 – 20 с.
545. **Бояринцев В. И.** Анти Эйнштейн. Главный миф XX – го века. – Электронная библиотека Rogalib. Com, 2010 – 2016. – 89 с.
546. **Акимов О.Е .** Критика теории относительности. Парадоксы времени. - Sceptic – Ratio. narod. ru/ fi / esg. htm. – 20с.
547. **Акимов О. Е.** Почему теория относительности ошибочна. – [http :// Sceptic – ratio. narod. ru/ fi / pochemy.htm](http://Sceptic-ratio.narod.ru/fi/pochemy.htm). – 6 с.
548. **Дунаев И.** Бархатная критика теории относительности. – [www. proza. ru / 2012 / 05 / 05 / 847](http://www.proza.ru/2012/05/05/847). – 5 с.
549. **Теория относительности против теории эфира.** – [http:imperial Comuiss. Livejournal. com / 1475 257. html](http://imperial-comuiss.livejournal.com/1475257.html).
550. **Отрицание теории относительности.** – [https: // tradition. wiki](https://tradition.wiki). ( Обзор экспериментов по проверке СТО ).
551. **Секерин В.** Теория Эйнштейна – тест на вменяемость. / [ss69100. Livejournal. com / 278 2434. html](http://ss69100.livejournal.com/2782434.html).
552. **Ацюковский В. А.** Блеск и нищета теории относительности Эйнштейна – М. : « Петит « , 2000. – 17 с.
553. **Пословицы и поговорки о времени.** / Сб – к пародий мудрости / [hth: // sbornikmudrosti. ru](http://sbornikmudrosti.ru).
554. **Теория относительности, квантовая механика и начало атомного века.** – [http: // www realing. by / chapter . php/ 312 19 / 7 / Kusnecov](http://www.realing.by/chapter.php/31219/7/Kusnecov)
555. **Артеха С. Н.** Критика некоторых аспектов теории относительности. – E – masil:arteha @ mxiki, ru.
556. **Артеха С. Н.** Критика основ теории относительности. – М. :Эдиториал УРСС, 2004, [hth: // antidogma. ru](http://antidogma.ru).
557. **Носков Н.** Общего принципа относительности не существует. – N – T. Ru / Электронная библиотека « Наука и техника « , 04. 04. 2016.
558. **Парадоксы и заблуждения в термодинамике.**–Химия и Химики № 2 (2010 ) – chemistry – chemist. com . № 2 2010 / 29 42 pdf.
559. **Борисов Ю. Ф.** Обзор критики теории относительности. Bor. 1946 Vjandex. ru. с. 1 – 17.
560. **Ерохин В.** Противоречие электродинамики опыту / VEV 50. Narod.Ru /Exper – ntEДhtml.

## 7. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

561. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. –Перев.с англ. –М. Наука, 1978. – 720 с.
562. И. Д. Ван – дер – Ваальс, Ф. Констамм Курс Термостатики. Часть I. – Пер. с немец. М.: ОНТИ, 1936. – 452 с.
563. Зедгенидзе Г. П., Гонсадзе Р. Ш. Математические методы в измерительной технике. – М. : Изд-во Стандартов, 1970. – 615 с.
564. Франкфурт У. И. Специальная и общая теория относительности в России и в СССР. – В кн. : [33], с. 7 – 70.
565. Визгин В. П., Кобзарев И. Ю., Явелов Б. Б. Наука, творчество и жизнь Альберта Эйнштейна. Рецензия на кн. А. Пайса (1983). – В кн. : [33], с. 301 – 305.
566. Омеляновский М. Э. Законы природы и измерения. Косвенное измерение. - В кн. : [20], с. 191 – 199.
567. Кирия В. С. О существовании преимущественной системы отсчета и о бесконечности и вселенной. – В кн. : [20], с. 252 – 262.
568. Касти Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы. Перев. с англ. – М. : Мир, 1982. – 216 с.
569. Самарский А. А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. – Вестник А. Н. СССР, 1979. №5, с. 38 – 49.
570. Морс Ф. М., Фешбах Г. Методы теоретической физики. – Том 2 – Перев. с англ. – М. : Изд – во иностранной литературы, 1960, - 896 с.
571. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. – М. Наука, 1981. - 488 с.
572. Джеммер М. – Эволюция понятий квантовой механики. – М. : Наука, 1985. – 384 с.
573. Каратеодори. Об основах термодинамики. – В кн. : [19], с. 188 – 222.
574. Л. Б. Окунь. Нарушение CP – инвариантности., УФН, 1968, т. 95, вып. 3, с. 402 – 416.
575. К. Руббиа. Нарушение CP инвариантности в распаде  $K_0$  мезонов. УФН, 1968, т. 95, вып. 3. с. 416 – 428.
576. В. Я. Файнберг. Теоретические основы СРТ – теоремы. УФН, 1968, т. 95, вып. 3, с. 479 – 489.
577. С. С. Кутателадзе. Основы теории теплообмена. – Новосибирск, Наука, С.о., 1970. - 660 с.
578. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М. : Наука, 1976. – 544 с.
579. Курант Р. Уравнения с частными производными. – Перев. с англ. – М. : Мир, 1964. – 832 с.

- 580. Температурные измерения. Справочник / Геращенко О. А., Еремина А. К. и др. – Киев, Наукова думка, 1989. – 704 с.**
- 581. Самарский А. А. Введение в теорию разностных схем. – М. : Наука, 1971.-552 с.**
- 582. Робертс Дж. Теплота и термодинамика. – Перев. с англ. – М. – Л. : Гостеиздат, 1950. – 592 с.**

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ВЕРБАЛЬНЫЕ ПАРАДИГМЫ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

*Отныне Пространство – маршруты и рейсы  
а Время - до смерти с момента зачатья.  
И Время своё и Пространство в кармане,  
Но главное – Слово и музыка речи.  
Прощайте славяне! Прощайте цыгане!  
Я – Время, и я, слава Богу, не вечен.*

**А. Дольский**

### **Приложение 1.** Социокультурные парадигмы:

П1.1. Социум

П1.2. Искусство, проза

П1.3. Поэзия

### **Приложение 2.** Научно-популярные парадигмы:

П2.1. Физико-математические науки

П2.2. Естественные науки

П2.3. Гуманитарные науки

### **Приложение 3.** Парадигмы Мудрецов:

ПЗ.1. Пространство и Время в физике

ПЗ.2. Философия и методология физики

ПЗ.3. Догматизм и заблуждения в физике.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПАРАДИГМЫ

*А надо жить без самозванства,  
Так жить – чтобы в конце концов  
Привлечь к себе любовь Пространства,  
Услышать Будущего зов.*  
**Б. Пастернак.**

### П1.1. СОЦИУМ

**Социум**, или общество, это то, во что погружена вся жизнь каждого человека, от ее начала и до конца. Восприятие пространства и времени у детей возникает и развивается с момента рождения под влиянием их окружающего. Время постепенно входит в жизнь ребенка : через периоды между едой, промежутки времени для игр и сна. С возрастом эмпирические представления о пространстве и времени расширяются, т. к. учеба ( в школе и в ВУЗе ) требует каждодневного преодоления первого и учета второго. Большинство взрослого населения довольствуется простыми, бытовыми представлениями: пространство – это нечто «географическое и топонимическое», а время – то, что управляет жизненными циклами. **Этот бытовой уровень – первый в многоуровневой системе «человек – пространство – время».** В повседневной трудовой деятельности людей ( если они - не летчики, моряки, космонавты, географы, геодезисты или военные ) пространство играет существенно более важную роль, чем время, о чем свидетельствуют прикладные исследования ( в частности – [87]). Отношение к пространству и времени в ходе трудовой деятельности человека образует **второй (прагматический) уровень системы « человек – пространство – время».**

**Третий** (фольклорный) уровень образует те оценки свойств пространства и времени, которые содержатся в пословицах и поговорках, работах филологов, литературоведов и искусствоведов. Пословиц о пространстве мало, они тривиальны. Пословицы о времени многочисленны, только в [87], [553] их более ста. Приводим выборку из пословиц о времени [553]: Время всему научит. / Всякому овощу – свое время. / Время жить – время умирать. / Час от часу не легче. / Утро вечера мудренее. / Время что вода, течет незаметно./Время на войне дороже вдвое./ Время никого не ждет./ Время – людей лечит./ Минута час бережет./ Время ушло – счастье ушло./ Время не делает врага другом./ Время и камни точит./ Ничто так не воспитывает, как время.

**Четвертый** уровень - литературы и искусства - образуют представления о пространстве и времени у писателей, драматургов, художников, композиторов, а **пятый – уровень поэзии** – у поэтов. Эти представления о пространстве и времени являются перцептуальными, в отличие от представлений концептуаль-

ных, которые используются учеными и философами. Концептуальные парадигмы образуют **шестой уровень**, в котором можно выделить два подуровня: 6.1 – совокупность работ авторов научно – популярных произведений; 6.2 – совокупность толкований и разъяснений свойств пространства и времени, которые можно назвать «официальными парадигмами». Они обычно содержатся в справочных и энциклопедических изданиях. **Подуровень 6.1.** Анализ более ста источников показал, что общее число различных вопросов, формирующихся в связи с пространством и временем, близко к двумстам. Фильтрация этих вопросов, в ходе которого: отбрасывались вопросы, дублирующие по смыслу другие и вопросы, сводимые к другим. «Сухой остаток» вопросов был разбит на две группы: 1) философские вопросы; 2) физические вопросы.

### **Философские вопросы о Времени.**

1. Какие бывают «времена» и как они взаимосвязаны? / 1.1 Различаются ли понятия времени для вещей и для людей? 1.2. Как перейти от времени Вселенной к человеческому масштабу времени? 1.3. Каковы свойства космологического времени? 1.4. Возможна ли связь между различными временами?

2. Время объективно или субъективно? / 2.1. Прав ли Бергсон, считавший, что время само по себе есть средство инновации или ничто? 2.2. Прав ли Кант, различавший статическое время классической физики и субъективное (переживаемое человеком) время? 2.3. Почему интуитивное представление о времени не является ясным? 2.4. Реально ли «течение» времени, или это – иллюзия разума? 2.5. Откуда берется представление о непрерывности времени? 2.6. Откуда в наших воспоминаниях пустые промежутки времени?

3. Что такое «время», в чем «проблема времени»?

4. Какова психология восприятия времени?

5. Одинаков ли смысл понятия «время» в физике и в философии?

6. Сколько существует «стрел времени»?

7. Почему не устраняется (более 200 – т лет) актуальность проблемы необратимости времени?

8. Как согласовать понятия «бытия» и «становления» / 8.1. Каковы физические корни связи «бытия» и времени? 8.2. Отличается ли бытие прошлых и будущих событий от бытия событий настоящего?

9. Является ли физика наукой о времени и если нет, то нужна ли наука о времени? / 9.1. Является ли теория физического пространства – времени основой философской категории «время»? 9.2. Должна ли теория времени быть универсальной?

10. Почему физики считают, что время должно, при определенных обстоятельствах, ускоряться (замедляться)?

11. «Проблема времени уже решена» - это верно или нет?

### Философские вопросы о Пространстве

1. Пространство объективно или субъективно?
2. Что такое реляционная концепция пространства?
3. Что такое субстанциональная концепция пространства?
4. Чем объяснить внеопытность (непознаваемость) абсолютного пространства Ньютона?
5. Что позволяет телам располагаться в пространстве по – разному?
6. Существует ли и почему возникло пустое пространство?
7. Конечно или бесконечно Мировое пространство?
8. Какова роль Пространства в процессах чувственного и абстрактного познания?
9. Как формируется восприятие пространства?
10. Представимо ли неевклидово пространство?
11. Почему существует Вселенная?
12. Почему она такая, какая она есть?
13. Возможно ли существование других Миров?
14. Как связано пространство с материей?

### Вопросы о физическом времени

1. Откуда берется время и какова его размерность? / 1.1 Как измеряется время в различных науках? 1.2. Содержит ли СТО специфичное рассмотрение времени? 1.3. Какова физическая природа времени? /
2. Равномерен ли ход времени? / 2.1. Почему ход часов отождествляется со свойством времени? 2.2. Можно ли считать, что физические процессы замедлились, а время – нет, если признавать их неразрывную связь?
3. Время непрерывно или дискретно?
4. Время обратимо или необратимо?
5. Время конечно или бесконечно?
6. Время локально или универсально?
7. Как измерить время, если различные часы имеют разные показания?
8. Чем определяется собственное время различных систем и процессов?
9. Возможно ли управлять временем?
10. Связано ли (и как) время с фундаментальными понятиями физики (пространство, движение, заряд, взаимодействие, энергия, энтропия)?
11. Связано ли (или как) физическое время с биологическим и психологическим временем?
12. Все ли отрасли знания располагают способом описания хода процессов во времени?
13. Каков смысл времени в микромире?
14. Непрерывно ли время, если пространство дискретно?

### Вопросы о физическом пространстве

1. Что такое пространство?
2. Что такое Мировое пространство?
3. Существует ли пустое (без материи) пространство?
4. Что такое вакуум и почему скорость света в нем постоянна?
5. Какова размерность пространства?
6. Возможно ли, в ходе эволюции Вселенной, изменение размерности пространства?
7. Пространство абсолютно или относительно?
8. Что такая система отсчёта и тело отсчёта?
9. В чем отличие пространства Ньютона от пространства – времени Эйнштейна?
10. Какова геометрия и топология пространства?
11. Пространство дискретно или непрерывно?
12. Каковы основные свойства пространства?

**Подуровень 6.2.** В начале 20 – го века классическая (ньютонова) парадигма пространства и времени подверглась изменению: появилась специальная теория относительности (СТО). Приведём те «официальные», т.е. зафиксированные в энциклопедических изданиях определения и разъяснения понятий «пространство» и «время», которые были характерны: для конца 19 – го века и также начала 20 – го века [16, 17], для середины 20 – го века [9, 13, 14] и для начала 21 – века [541, 542].

**Малый энциклопедический словарь Ф.А.Брокгауза и И.А. Ефрона[16,17]**

**Пространство** -(философ.) необходимая форма, в которой располагаются все наши ощущения; оно всегда связано с ощущениями и неотделимо от них не только в восприятиях, но и в представлениях. Следовательно, пространство – неизбежная форма познания, возникающая одновременно с ним, почему и не возможно ни эмпирическое объяснение его происхождения, ни определение его сущности. Исследованию подлежат лишь наши представления о пространстве, их психологический состав и возникновение. Вопрос о сущности самого пространства отдельными философами решается различно; наибольшее распространение получило учение критической философии (И.Кант) по которой пространство, как мы его воспринимаем в опыте, есть наше представление, т.е. вполне субъективно; оно не воспринимается извне, а налагается самим познающим субъектом на весь материал чувственных восприятий.

**Время** - 1). Философская, необходимая форма, в которой мы сознаем все наши представления, а через это и все то, что только может быть доступным нашему сознанию. Время, как форма, присущая всякому акту сознания, возникает одновременно с ним, почему не допускает ни элементарного объяснения своего происхождения, ни определения своей сущности. Положительные же

исследования времени имеет в виду лишь наше представление о нем и оценку его.

Представление времени опирается: а). на сознание смены ощущений и явлений. б). на повторении узнавания разных состояний сознания. Оценка времени совершается на основании количества образов, заполняющих наше сознание. Помимо субъективной оценки существует объективное, более точное измерение времени, основанием которого является равномерное передвижение небесных светил; для точного подразделения пользуются измерительными приборами, например: маятником, хроноскопом, хронометром.

Что касается вопроса о сущности понятия времени, то, по оценке критической философии, время есть наше представление, т.е. оно вполне субъективно и кажется нам как бы существующим само по себе; в действительности оно не имеет объективной реальности. Но так как время есть необходимая форма внешнего и внутреннего опыта, то оно должно реализовываться во всяком опыте.

#### **Большой Энциклопедический словарь, тома 1, 2 [13, 14]**

Пространство и время. Пространство – форма существования материальных объектов и процессов (характеризует структурность и протяженность материальных систем); время – форма последовательной смены явлений и состояний материи (характеризует длительность их бытия). Пространство и время имеют объективный характер, неотделимы от материи, неразрывно связаны с ее движением и друг с другом, обладают количественной и качественной бесконечностью. Универсальные свойства времени – длительность, неповторяемость, необратимость; всеобщие свойства пространства – протяженность, единство прерывности и непрерывности.

#### **Словарь русского языка С. И. Ожегова [9]**

Пространство: 1). объективная реальность, форма существования материи; 2). промежуток между телами, место, где что-то помещается.

Время: 1). В философии одна из форм существования материи; 2). Продолжительность, длительность чего-нибудь, измеряемая секундами, минутами, часами; 3). Промежуток той или иной длительности, в которой что-либо совершается, последовательные смены часов, дней, лет; 4). определенный момент, в который что-нибудь происходит; 5). период, эпоха; 6). пора дня, года; 7). подходящая, удобная пора, благодатный момент; 8). то же, что и досуг; 9). грамматическая форма; 10). уменьшительная форма; 11). прилагательное – временной; 12). составные слова: время препровождения и т. д.; 13). Предметы: времена и т.д.; 14). люди: временщик и т. п.

#### **Википедия – свободная энциклопедия [541, 542]**

Пространство в физике. Термин «пространство» понимают в двух смыслах: 1). обычное (физическое) трехмерное пространство окружающего нас ми-

ра; 2). различные абстрактные пространства (математические). В теории относительности пространство – одно из представлений единого пространства – времени; в общей теории относительности пространство – время неевклидово. **Время.** 1. Свойства времени. 1.1. Направленность времени. Большинство физиков считает, что различие между прошлым и будущим является принципиальным. Существует космологическое направление времени (теория «большого взрыва»). 1.2. Зависимость от времени. Физические явления образуют три группы : стандартные – с неизменными со временем характеристикам; не стандартные – для которых зависимость характеристик от времени принципиально важна (они подразделяются на периодические, квазипериодические, хаотические); квазистационарные. 2. Концепции времени (единой, общепринятой теории не существует). 2.1. Классическая физика. Время непрерывная величина, характеристика, существующая сама по себе. Время в механике и электродинамике – обратимо (Т – симметрия ). 2.2. Квантовая механика. Время – внешний, неквантовый (непрерывный) параметр. Время необратимо ввиду взаимодействия измеряемого квантово -механического объекта с макроскопическим измерительным прибором.

### **III.2. Искусство, проза.**

Рассмотрим образцы [96 – 103]. **А. Песни.** Песни советских композиторов, написанные в 30 – 80 – е годы 20 – века, - социокультурный феномен, еще ждущий своего исследования. В 30 – е годы большинство песен имеют романтически-патриотический характер. Пространство и Время в них – трудности, которые будут, несомненно, преодолены пролетариатом, либо выступают характеристиками Страны и Эпохи. Приводим фрагменты:

Мы рождены, чтоб сказку сделать былью / Преодолеть Пространство и Простор/ нам Разум дал стальные руки – крылья/ А в вместо сердца – пламенный мотор.

Широка страна моя родная/ Много в ней лесов, полей и рек/ Я другой такой страны не знаю, / Где так вольно дышит человек.

Шагай вперед, комсомольское племя/ Шути и пой, чтоб улыбки цвели/ Мы покоряем Пространство и Время,/ Мы – молодые хозяева земли.

Спой нам, ветер, про синие горы/ Про глубокие тайны морей....

На просторах Родины чудесной, / Закалялась в битвах и в труде/ Мы сложили радостную песню о великом друге и Вожде.

В 60 – 80 – е годы, наряду – героико – романтической тематикой, получила развитие лирическая. В ней оценка Пространства и Времени подверглась определенной коррекции:

Я жил в такие времена, / Такие дни, такие даты.../ Меня, безусого, война/ До срока призвала солдаты.

Я все смогу, я клятву не нарушу,/ Своим дыханьем землю обогрею/ Ты только прикажи – и я не струшу,/ Товарищ Время, товарищ Время.

Слышишь, время гудит – БАМ. На просторах крутых БАМ/ И большая тайга покоряется нам.

Свистят они, как пули у виска, / Мгновения, мгновения, мгновенья...

На душе и легко и тревожно: / Мы достигли чудесной поры / Невозможное стало возможным, / Нам открылись иные Миры.

Есть только миг, между прошлым и будущим, / Именно он называется жизнь...

Было и прошло! – твердит мне время / Но ему назло тебе я верю!

Жизнь невозможно повернуть назад, / И время ни миг не остановишь...

У природы нет плохой погоды, / Ход времен нельзя остановить...

Струится время без конца у тихой рощи, / Встречают юные сердца седой паромщик...

**В. Художественное творчество.** Пространственные построения в живописи, графике, архитектуре исследовались многими авторами. Рассматривая Пространство как объект зрительного восприятия, автор [98] прослеживает, в историческом плане, состояния между зримым ощущением перспективы и трёхмерностью реальных предметов. Еще Р. Бекон писал о том, что опыт не может основываться лишь на внешних ощущениях; он о вещах телесных говорит не полностью, а о вещах духовных – ничего. Нашему сознанию принадлежит решающая роль в пространственной ориентации; корректирующая работа мозга при восприятии пространства весьма велика.

Передача глубины, выявление точных пространственных отношений в изобразительном искусстве возникли не сразу. Древние египтяне вообще не исследовали приемов передачи глубины, т.к. вероятно, они не знали законов перспективы. Греческие мастера, при росписи ваз, уже пользовались некоторыми простейшими приемами, в частности удлиненные предметы изображались лишнего размера.

В византийской и древнерусской живописи передача глубины осуществлялась методом обратной перспективы. Большой прогресс был достигнут в эпоху Возрождения ( Джотто, Леонардо да Винчи), а дальнейшее развитие ( расширение горизонтальной протяженности изображаемого пространства) происходило в 17 – м – 18 – м веках. У импрессионистов изображения объективных предоставленных закономерностей подменялось их субъективными представлениями о меняющемся мире; пространственные отношения заменялись временными.

Видовые различия между пространственными и временными искусствами существуют, но в ряде случаев оно, в практике художественного творчества, элиминируется. Живопись может изображать остановленное мгновенье. (И. И.

Левитан, «Тишина» ) или воспроизводить ощущения, обычно вызываемые музыкой с присущей ей ритмичностью.

**Анализ пространственно – временной проблематики в искусстве ( и в художественном творчестве в частности) невозможен без понятий концептуального и перцептуального пространств [97 – 101].** Реальные пространства и время определяют сосуществование и смену состояний реально существующих объектов и процессов, а концептуальное пространство и время – абстрактная хронологическая модель, упорядочивающая идеализированные события. Это – отражения реальных пространств и времени на уровне понятий (концептов), имеющих одинаковый смысл для всех. Перцептуальное пространство и время – условия существования и смены человеческих ощущений и других психических актов субъекта [94-99].

**С Литературная проза.** Начнем с двух прозаических фрагментов, по эмоциональной насыщенности приближающихся к «белым» стихам. **Хорхе Луис Борхес** в рассказе «Новое опровержение времени» говоря о теории, объявляющей время иллюзией, его завершает: «И все же, и все же... Отрицание временной последовательности, отрицание себя, отрицание астрономической Вселенной – все это акты отчаяния и тайного сожаления... Время – это субстанция, из которой я состою. Время – это река, уносящая меня, но я сам река; это тигр, пожирающий меня, но я сам тигр: это огонь, пожирающий меня, но я сам огонь. Мир, к сознанию, реален; я, к сожалению, Борхес». **Иво Андрич:** «Время для меня – самое большое чудо. Понятия времени, употребления времени – все это для меня подлинная загадка, возникающая передо мной ежедневно... Я задыхаюсь от недостатка времени, или чувствую, как оно сжигает меня, или же я плыву в нем с ощущением божественной легкости. И в любую минуту я понимаю, что время есть болезненная иллюзия, это, по сути дела, число отпущенных нам биений нашего пульса и что иначе оно и не существует».

Сказано красиво, но информации о времени нет. Это – образцы перцептуального (художественного) времени, право которого (как и право пространства) на существование в литературе и искусстве утверждал романтизм [98]. Еще А. Пушкиным были открыты возможности разнообразных ..превращений.. времени, его ..остановки», «растяжения.. и т. п. А. П. Чехов в «Степи» достигает ритмической многослойности повести, создав образ степного пространства [98].

Структура художественного времени в фольклоре и литературе проанализирована в [94]. Наиболее близкий к поверхности структурный слой – временная протяженность, что часто видно уже из заглавия произведения ( Утро помещика, Ночь полководца, Семнадцать мгновений весны). Событийное время

(время как длительность) имеет признаки: а) продолжительность; б) прерывность или непрерывность; в) конечность или бесконечность.

Промежуточное время в фольклорном повествовании характерно и вполне определено (3 года, 6 лет, 12 лет). Неповторимая индивидуальная судьба героев для древних авторов отсутствует. События в эпосе основываются также «приблизленно»: Татары единожды приходят на Русь и сразу же изгоняются. Один былинный день может равняться целой эпохе [101]. Различные временные перестановки и даже обратное время – часто появляются в литературе.

В западном литературоведении считается, что современное искусство анализирует время как объективную историю [102]. В драме С. Беккета «В ожидании Годо» время топчется на месте, все чего-то ждут. У К. Воннегута, в «Бойне №5» герой, Билли Пилигрим «отключается» от времени. В 1939 г. Ж. – П. Сартр написал статью о времени в романе У. Фолкнера «Шум и ярость», в которой, в частности, утверждается: Большая часть современных писателей – Пруст, Джонс, Дос Пассос, Фолкнер, Вирджиния Вульф – постарались, каждый по своему, искалечить время.

Художественное время, считает автор [102], имеет необычайную силу эмоционального воздействия; оно способно мистифицировать читателя, заставить его доверчиво идти вслед за писателем по самым невероятным маршрутам во времени и в пространстве. После «Машины времени» Г. Уэллса появились тысячи фантастических произведений о путешествиях во времени. Много произведений есть также и о путешествиях в пространстве (в частности, К. Прист «Машина пространства»). Систематика, классификация и анализ фантастических произведений, где ареной действия являются Пространство и Время, еще ждут своих исследователей.

### III.3. Поэзия

#### 1. Лукреций

Если ж пространства иль места, что мы пустотой называем,  
 Не было б вовсе, тела не могли бы нигде находиться  
 И не могли б никуда двигаться также различно...  
 Так же и времени нет самого по себе, но предметы  
 Сами ведут к ощущенью того, что в веках совершилось,  
 Что происходит теперь и что воспоследует позже.  
 И неизбежно признать, что никем ощущаться не может  
 Время само по себе, вне движения тел и покоя.

**2. В.Шекспир**

Ты притупи, о Время, когти льва,  
Клыки из пасти леопарда рви,  
В прах обрати земные существа  
И феникса сожги в его крови

Зимою, летом, осенью, весной  
Сменяй улыбкой слёзы, плачем – смех,  
Что хочешь делай с миром и со мной,  
- Один тебе я запрещаю грех.

Чело, ланиты друга моего  
Не борозди тупым своим резцом.  
Пускай черты прекрасные его  
Для всех времён послужат образцом.

\*

Седины ваши зеркало покажет,  
Часы – потерю золотых минут.  
На белую страницу строчка ляжет –  
И вашу мысль увидят и прочтут.

По черточкам морщин в стекле правдивом  
Мы все ведём своим утратам счёт  
А в шорохе часов неторопливых  
Украдкой время к вечности течёт.

Запечатляйте беглыми словами  
Всё, что не в силах память удержать.  
Своих детей, давно забытых вами,  
Когда – нибудь вы встретите опять.

**3. Г.Державин**

Река времён в своём стремленьи  
Уносит все дела людей  
И топит в пропасти забвенья  
Народы, царства и царей.  
А если что и остаётся  
Чрез звуки лиры и трубы,  
То вечности жерлом пожрётся  
И общей не уйдёт судьбы.

## 4. Ф.Тютчев

Часов однообразный бой,  
Томительная ночи повесть!  
Язык для всех равно чужой  
И внятный каждому как совесть!

Кто без тоски внимал из нас,  
Среди всемирного молчанья,  
Глухие времени стенанья,  
Пророчески прощальный глас?

Нам мнится: мир осиротелый  
Неотразимый рок настиг -  
И мы, в борьбе, природой целой  
Покинуты на нас самих;

И наша жизнь стоит пред нами,  
Как призрак на краю земли,  
И с нашим веком и друзьями  
Бледнеет в сумрачной дали;

И новое, младое племя  
Меж тем на солнце расцвело,  
А нас, друзья, и наше время  
Давно забвеньем занесло!

Лишь изредка, обряд печальный  
Свершая в полуночный час,  
Металла голос погребальный  
Порой оплакивает нас!

\*

Сижу задумчив я один,  
На потухающий камин  
Сквозь слёз гляжу...  
С тоскою мыслю о былом  
И слов в унынии моём  
Не нахожу.

Былое – было ли когда?  
Что нынче – будет ли всегда?

Оно пройдёт -  
Пройдёт оно, как всё прошло,  
И канет в тёмное жерло  
За годом год, за веком век...  
Что ж негодует человек,  
Сей знак земной!..  
Он быстро, быстро вянет – так,  
Но с новым летом новый знак  
И лист иной.

И снова будет всё, что есть,  
И снова розы будут цвести,  
И терни тож...  
Но ты, мой бедный, бледный цвет,  
Тебе уж возрожденья нет,  
Не расцветёшь!

\*

Природа знать не знает о былом,  
Ей чужды наши призрачные годы,  
И перед ней мы смутно сознаём  
Себя самих – лишь грёзою природы

Поочерёдно всех своих детей,  
Свершающих свой подвиг бесполезный,  
Она равно приветствует своей  
Всепоглощающей и миротворной бездной.

### 5. А.Белый

Огонёчки небесных свечей  
снова борются с горестным мраком.  
И ручей  
чуть сверкает серебряным знаком.

О поэт – говори  
о неслышном полёте столетий.  
Голубые восторги твои  
ловят дети.

Говори о безумье миров,  
завертевшихся в танцах,

о смеющейся грусти веков,  
о пьянящих багрянцах.

### 6.А.Блок

Ночь, улица, фонарь, аптека,  
Бессмысленный и тусклый свет.  
Живи ещё хоть четверть века –  
Всё будет так. Исхода нет.

Умрёшь – начнётся всё сначала  
И повторится всё, как встарь:  
Ночь, ледяная рябь канала,  
Аптека, улица, фонарь.

### 7.В.Маяковский

В снегах России,  
в бреду Патагонии  
расставило  
время  
станки потогонные.  
У Иванова уже  
у Вознесенска  
каменные туши  
будоражат  
выкрики частушек:  
«Эх, завод ты мой, завод,  
желтоглазина.  
Время нового зовёт  
Стеньку Разина.»

Время  
часы  
капитала  
кралю,  
побивая прожекторов яркость.  
Время  
родило  
брата Карла –  
старшего ленинского брата Маркса.

## 8.И.Бродский

Мимо ристалищ, капищ, мимо храмов и баров,  
 Мимо шикарных кладбищ, мимо больших базаров,  
 мира и горя мимо, мимо Мекки и Рима,  
 синим солнцем палимы идут по земле пилигримы.

Увечны они, горбаты, голодны, полуодеты,  
 глаза их полны заката, сердца их полны рассвета.

За ними поют пустыни, вспыхивают зарницы,  
 звёзды встают над ними, и хрипло кричат птицы:  
 что мир останется прежним, да, останется прежним,  
 ослепительно снежным и сомнительно нежным,  
 мир останется лживым, мир останется вечным,  
 может быть, постижимым, но всё – таки бесконечным.

И, значит, не будет толка от веры в себя да в Бога  
 и, значит, остались только иллюзия и дорога.  
 И быть над землёй закатам, и быть над землёй рассветам.

Удобрить её солдатам.

Одобрить её поэтам.

\*

Да. Времени – о собственной судьбе  
 кричу всё громче голосом печальным.

Да. Говорю о времени себе,  
 но время мне отвечает молчаньем.

Пусть время обо мне молчит.  
 Пускай рыдает ветер резкий  
 и над моей могилою еврейской  
 младая жизнь настойчиво кричит.

\*

В одиночке желание спать  
 исступленье смиряет кругами,  
 потому что нельзя исчерпать  
 даже это пространство кругами.

\*

Вот и прожили мы больше половины.  
 Как сказал мне старый раб перед таверной:  
 «Мы, оглядываясь, видим лишь руины».  
 Взгляд, конечно, очень варварский, но верный.

**9. В.Белявский**

Всё что было – позабыто, всё что будет – неизвестно,  
 время наше слишком тесно для безоблачной мечты...

И в его тумане скрыты только тени, тени, тени  
 зыбких образов - видений и какой-то птицы крик...

Слышу я гудки в тумане, к ним иду по бездорожью,  
 хоть иду я осторожно, мне до цели не дойти!  
 Дней мелькание обманет – лишь желанье обладанья  
 Мне оставит на прощанье... и какой-то птицы крик.

\*

Новые встречи смех незнакомый  
 смена событий смена времён  
 кто мне ответит где здесь основа  
 кто растолкует мне этот закон

всё эфемерно и преходяще  
 птицы в полёте и луч на заре  
 радость на смену или несчастье  
 вспыхнут на миг и растают в костре

\*

Здесь сумрачно и тихо и легко  
 здесь время в лапы пауку попало  
 плетущему неторопливо сеть свою  
 и я запутался в тончайших перепонках  
 никак не вырваться из детских лет  
 где головою вниз повисло время  
 и нужно чрезвычайно осторожно  
 за нить его держать и наблюдать часами  
 как вырваться пытается оно.

\*

Мои потери старые дворы  
 беспечный смех и длительность пространства  
 и протяжённость времени когда  
 минуты набегали друг на друга  
 сжимались в день а в день вмещалось два.

**10.А.Вознесенский**

И я не мог найти тебя  
 среди абсурдного пространства

## 221

не мог найти я и себя,  
не находил, как ни старался.  
Я понял, что не будет лет,  
не будет века двадцать первого,  
что времени отныне нет.  
Оно на полуслове прервано...

\*

Возложите на Время венки,  
в этом вечном огне мы сгорели.  
Из жасмина, из белой сирени  
на огонь возложите венки.

\*

Н.А.Козыреву

Живите не в пространстве, а во времени  
минутные деревья вам доверены,  
владейте не лесами а часами  
живите под минутными домами  
и плечи вместо соболя кому-то  
закутайте в бесценную минуту  
Какое несимметричное Время!  
Последние минуты – короткие,  
последняя разлука – длиннее.  
Умирают – в пространстве.  
Живут – во времени.

### 11.И.Губерман

Надёжность, покой, постоянство –  
откуда им взяться на свете,  
где время летит сквозь пространство,  
свистя, как свихнувшийся ветер.

\*

Всегда стремились люди страстно  
куда попало вон из темени  
в пустой надежде, что пространство  
освобождает нас от времени.

\*

Душе бывает тяжело бремя  
лишиться привычной географии,  
а нас однажды выкинуло время –  
из быта, из судьбы, из биографии.

\*

Настолько время быстротечно  
и столько стен оно сломало,  
что можно жить вполне безопасно –  
от нас зависит очень мало.

\*

Ровеснику тяжело живётся сейчас,  
хотя и отрадно, что дожил.  
Но время неслышно ушло из под нас  
ко всем, кто намного моложе.

\*

Мне жалко иногда, что время вспять  
не движется над замершим пространством:  
я прежние все глупости опять  
проделал бы с осознанным упрямством.

\*

Всему на свете истинную цену  
отменно знает время –  
лишь оно сметает шелуху,  
сдувает пену и сцеживает в амфоры вино.

### 12.А.Дольский

Как мало нам даёт любовь!..

Её добыча – обладанье,  
её безумства – оправданье  
житейской глупости любой.

Её богатство – лишь частица  
сокровищ наших и вериг.

И только горе может длиться.

А наслажденью время – миг.

\*

Но Мутное Время и Смутное Время –  
вот наша среда под ногами и выше.  
Но что это – пламя, сосуд или семя?..  
Четвёртая ось, бесконечности ниша?  
Вот это словечко! Терзает как птица,  
что жрёт Прометееву горькую печень.  
Журчит бесконечность – с отравой водица,  
в которой забвением ты обеспечен.

Отныне Пространство – маршруты и рейсы,  
 а Время – до смерти с минуты зачатья.  
 И Время своё, и Пространство в кармане,  
 но главное – слово и музыка речи.  
 Прощайте славяне! Прощайте цыгане!  
 Я – Время, и я, слава Богу, не вечен.

\*

Я знаю, есть в глубинах мирозданья  
 такая же свеча из темноты,  
 такое же неловкое страданье,  
 такие же неяркие мечты.

За многие пространства и парсеки,  
 Что не исчислить цифрою земной,  
 Похожие на близких человеки  
 С участием беседуют со мной.

\*

Мир пространств – примитивно – книга.  
 Перелистнул – измеренье иное.  
 Абзацы галактик, строки – квадриги –  
 Горсти планет, а слоги – каноэ,  
 Что по речушке притока века  
 Тихим временем в ряби потока  
 Тянутся в Смерть, где Бессмертие – Мекка,  
 Где видишь в зеркале лик Пророка.

### 13. Е.Евтушенко

Пространство – это не разлука.  
 Разлука может быть впритык.  
 У голода есть сила звука,  
 Когда он стон, когда он крик.  
 Сквозь восемь тысяч километров  
 Любовь пространства воскреси.  
 Пришли мне голод свой ответный  
 И этим голодом спаси.

\*

Идут белые снега,  
 Как по нитке скользят...  
 Жить и жить бы на свете,  
 Да, наверно, нельзя....

Идут белые снеги,  
Как во все времена,  
Как при Пушкине, Стеньке  
И как после меня.

Идут снеги большие,  
Аж до боли светлы,  
И мои и чужие  
Заметая следы...

#### 14. Г.Копылов

Неправда, что время не квантуется.  
Время от времени бывает время,  
Когда времени не бывает.  
Особенно это заметно, если оглянуться.  
Между редкими мгновениями, когда  
что-то было, зияют внушительные пустоты.  
Это когда ничего не было. Человек спал.  
Или отбывал действительную.

#### 15. Н.Коржавин

Ни к чему, ни к чему, ни к чему  
полунощные бденья.  
И мечты, что проснёшься  
в каком -нибудь веке другом.  
Время? Время дано.  
Это не подлежит обсуждению.  
Подлежишь обсуждению ты,  
разместившийся в нём.

Ты не верь, что грядущее вскрикнет,  
всплеснувши руками:  
«Вот какой тогда жил,  
да бедняга от века зачах».  
Нету лёгких времён.  
И в людскую врезаются память  
Только те, кто пронёс  
эту тяжесть на смертных плечах.

Он собирался многое свершить,  
 Когда не знал про мелочное бремя.  
 А жизнь ушла на то, чтоб жизнь прожить.  
 По мелочам. Цените, люди, время.

В делах, в мечтах, в любви, вблизи, вдали  
 Пускай всегда, везде горит над всеми:  
 Вы – временные жители земли!  
 И потому – цените, люди, время.

### 16. А. Кушнер

Времена не выбирают.  
 В них живут и умирают  
 Большею пошлости на свете  
 Нет, чем клянчить и пенять  
 Будто можно те на эти,  
 Как на рынке поменять.

Что ни век, то век железный.  
 Но дымится сад чудесный,  
 Блещет тучка; обниму  
 Век мой, рок мой на прощанье.  
 Время – это испытанье.  
 Не завидуй никому.

Крепко тесное объятье  
 Время кожа, а не платье.  
 Глубока его печать.  
 Словно с пальцев отпечатки,  
 С нас – его черты и складки,  
 Приглянувшись, можно взять.

\*

Уехав, ты выбрал Пространство,  
 Но время не хуже его  
 Действительны оба лекарства:  
 Не вспомнить теперь ничего.

**17. Ю.Левитанский**

Только стрелки сумасшедшие бегут  
Стрелки, цифры, циферблаты, медный гуд.

\*

Отмечая времени быстрый ход,  
Моя жизнь удлиняется что ни год.

\*

Неспешно время мелется, идёт неравный бой  
Как Дон Кихот и мельница, воюю сам с собой.

\*

Чередуется свет с темнотой, обретенья с потерями.  
И во всём этом свой, несомненно, и смысл и резон.  
Череда превращений, закон сохраненья материи –  
Как догадка твоя дерзновенна, Овидий Назон!

Всё действительно так, и, покуда планета вращается  
И природа, ликуя, справляет своё торжество,  
Всякий миг завершается что-то и вновь превращается  
Существо в вещество, и опять вещество в существо.

\*

Остановилось время. Шли часы, а между тем остановилось время,  
И было странно слышать в это время, как где-то ещё тикают часы.

**18.С. Маршак**

Мы знаем: время растяжимо.

Оно зависит от того,  
Какого рода содержимым  
Вы наполняете его.

Бывают у него застои,  
А иногда оно течёт.  
Ненагружённое, пустое,  
Часов и дней напрасный счёт.

Пусть равномерны промежутки,  
Что разделяют наши сутки,  
Но положив их на весы,  
Находим долгие минутки  
И очень краткие часы.

\*

Дорого вовремя время.  
Времени много и мало.  
Долгое время – не время,  
Если оно миновало.

\*

Люди пишут, а время стирает.  
Всё стирает, что может стереть.  
Но скажи: если слух умирает,  
Разве должен и звук умереть?

\*

Сколько раз пытался я ускорить  
Время, что несло меня вперёд.  
Подхлестнуть, вспугнуть его, пришпорить.  
Чтобы слышать, как оно идёт.

А теперь неторопливо еду, но зато я слышу каждый шаг,  
слышу, как дубы ведут беседу, как лесной ручей бежит в овраг.

Жизнь идёт не медленней, но тише, потому, что лес  
вечерний тих.

И прощальный шум ветвей я слышу без тебя – один  
за нас двоих.

\*

Пускай бегут и после нас,  
Сменяясь, век за веком, -  
Мир умирает каждый раз  
С умершим человеком.

### 19.В.Михановский

Мир эвклидов – пространство проклятых вопросов,  
Нерешённых задач, вековечной тщеты,  
Вицмундиров, цензуры, взаимных доносов,  
Произвола и мук, крепостной нищеты.  
Вновь над Россией мгла в неверном постоянстве.  
Такие вот дела в евклидовом пространстве.

\*

Тяжело Вселенной бремя.  
Дремлет млечная река,  
Тлеет медленное время,  
Гаснут искорки – века.

Иглы звёздного убранства,  
Отблеск солнечной свечи,  
Неэвклидовы пространства,  
Искривлённые лучи.

\*

Годы ложатся на годы  
Русла не вспомнит корма  
Памяти нет у природы  
Лето забудет зима

Скажешь: есть память природы  
Капель апрельских трезвон...  
Кольца древесные – годы...  
Это не память, а сон.

### **20.Р.Рождественский**

Слышишь, время гудит – БАМ,  
На просторах крутых – БАМ.  
И большая тайга покоряется нам.

\*

Я всё смогу, я клятву не нарушу,  
Своим дыханьем землю обогрею.  
Ты только прикажи – и я не струшу,  
Товарищ Время, товарищ Время.

\*

Надо время осознать,  
С очевидностью не спорить.  
То что знал – переузнать  
То что помнил – перевспомнить.

### **21.Н.Рыбалко**

Я жил в такие времена,  
В такие дни, в такие даты...  
Меня, безусого война  
До срока призвала в солдаты.

Я жил в такие времена –  
Горели руки от работы,  
Земля мне золотом зерна  
Платила за соленость пота.

Я жил в такие времена,  
 Что голова ходила кругом,-  
 Моя планета и война  
 Стояли в шаге друг от друга

### 22.Д.Самойлов

Подвыпившие оркестранты,  
 Однообразный цок подков.  
 А мне казалось – там пространство,  
 За садом баронессы Корф.

Над белым куполом церковным  
 Вдруг поднималось вороньё.  
 А дальше – в свете безгреховном  
 Пространство и небытиё.

\*

У меня пред тобою вина  
 И её не смывает волна  
 Не смывает пришедшего горя  
 Благодать полунощного моря.

У меня пред тобою вина  
 Что осталась на все времена.  
 Времена, что белей и короче  
 Чем короткие белые ночи.

\*

Милая жизнь! Протеканье времён  
 Медленное угасание сада  
 Вот уж ничем я не обременён  
 Сказано слово, дописана сага.

Кажется, всё – таки что – то в нём есть –  
 В медленном необратимом теченье  
 Может о вечности тайная весть  
 И сопредельного мира свеченье...

\*

Примеряемся к вечным временам,  
 К бесконечным расстояниям –  
 Это всё безмерно трудно нам,  
 Вопреки стараниям.

Легче, если расстояние – пядь,  
 Если мера времени – минута.  
 Легче жить.  
 Труднее умирать, почему – то.

### 23.Г.Шпаликов

К сожаленью, иль к везенью – истина проста:  
 Никогда не возвращайтесь в прежние места.  
 Даже если пепелище выглядит вполне,  
 Не найти того, что ищешь ни тебе, ни мне.  
 Путешествия в обратном я бы запретил,  
 И прошу тебя, как друга – душу не мути.  
 А не то махну по снегу, кто меня возьмёт,  
 И на валенках уеду в сорок первый год.  
 В сорок первом подгадаю – там, где – боже мой!  
 – Будет мама молодая и отец живой.

### И.Венгеров

Где Океан шумел – поднялись горы в облака.  
 Вместо Лесов – песчаных бурь завесы.  
 – Повинно время в том - промчались века...  
 Нет, возражаю я, прошли геопроцессы.  
 Уж человечеству четыреста веков!  
 Ничто не вечно – вот урок Истории.  
 Сметал вал Времени Монархов и Богов!  
 Нет, возражаю я, происходило освоенье территории.  
 Вселенной Зов волнует разум наш.  
 Полны загадок Время и Пространство.  
 – Не нервничай, я говорю и в этот раз,  
 Не познан Вакуум, об остальном – не хлопочи напрасно.  
 Мы поведём вперёд наш Звёздный Флот!  
 Пойдут на штурм полки Космической Пехоты!  
 Заставим Время мы ускорить ход!  
 Нет, возражаю я, земные есть заботы.

\*

Остановилось Время для меня...  
 Вокруг всё стало тускло, безразлично  
 Порою забываю бриться я  
 И выгляжу довольно неприлично.  
 Три года я с друзьями не общаюсь,

В болоте Времени я маюсь, маюсь, маюсь...  
Жалею и зову, порою плачу,  
Но ежедневно за столом бурлачу.  
По мере сил тружусь,  
Борюсь с нахлынувшим старением.  
Я памяти любимой посвятил  
Вот этот, завершённый мною Реквием.  
Её глаза закрылись голубые,  
Навек сомкнулися уста...  
На Ашкелонском кладбище далёком  
Последний свой приют она нашла...  
Она мне двадцать лет дарила счастье  
Я виноват – её я не сберёг...  
И в осаждённом я Донцеке плачу  
Как Время безучастен в небе Бог...

## Приложение 2

### Научно – популярные парадигмы

*Примеряемся к вечным временам  
К бесконечным расстояниям –  
Это все безумно трудно нам,  
Вопреки стараниям.*

**Д. Самойлов**

#### П2.1. Физико – математические науки.

**А. Пространство и Время в СТО.** Изложение взглядов А. Эйнштейна. на философию и методологию физики содержится в [383]. О вкладе Г. Галилея а развитие теории света говорится: «Галилей сформулировал проблему определения скорости света, но он не разрешил ее». Формулировка проблемы часто более существенна, чем ее разрешение... Постановка новых вопросов, развития новых возможностей, рассмотрение старых проблем под новым углом зрения требуют творческого воображения».

Изложив историю электромагнетизма и эфира, авторы констатируют: «Единственный выход – это допустить, что пространство обладает физическим свойством передавать электромагнитные волны, и не слишком много заботится о смысле этого утверждения». Далее рассматриваются системы координат, которые они считают, могут быть хорошими (инерциальными) и плохими (ускоренными).

Среди хороших систем не существует абсолютная ; все они относительны и равноправны. Преобразования Галилея (ПГ) позволяют пересчитать координаты системы координат  $K$  к координатам стемы  $K'$ , движущейся относительно  $K$  равномерно и прямолинейно, однако ПГ не удовлетворяют электромагнитным явлениям.

Это обуславливает необходимость разработки новой теории (СТО), вытекающей из постулатов: 1). Скорость света одинакова во всех системах координат, движутся прямолинейно и равномерно друг относительно друга; 2). Законы природы одинаковы во всех этих системах координат. Обсуждаются понятия одновременности и синхронного хода часов. Разъясняются преобразования Лорентца (ПЛ), оставляющие инвариантными уравнения Максвелла.

В этой новой теории, в отличие от классической механики, движение частиц может быть отображено двояко: 1). Как ряд событий в пространственно-временном континууме, когда пространство и время не смешиваются - динамическая картина; 2). Движение изображается кривой в четырехмерном пространственно-временном континууме – статическая картина, в которое движение –

это нечто, что существует. Обе эти картины равноценны, выбор любой – дело вкуса.

Большинство научно-популярных книг по СТО следуют [383]; рассмотрим относительно новую работу известного автора [38]. Автор начинает с парадокса наблюдателя, который догнал световой луч; наблюдатель будет по-разному воспринимать пространство и время, «часы будут идти с разной скоростью... Утверждается, что это явление не связано с часами, а представляет неотъемлемое свойство самого времени. То же самое говорится и о сокращении длины движущегося стержня.

При любом движении наблюдателя, отстающие или обгоняющие фотоны будут двигаться относительно него со скоростью  $c$ . **Если Вы думаете, говорит автор, что это свойство света трудно усвоить, то вы – не одиноки.** Зато Эйнштейн понял, что постоянство скорости света означает ниспровержение всей ньютоновской физики.

В [55] СТО рассматривается сквозь призму симметрии. Речь снова идет только о кинематике. В [62] рассматриваются свойства времени; стремление изучать время по образцу пространства далеко не исчерпано, по мнению автора. Усилия современных авторов опираются на весь опыт изучения мира, идея относительности Эйнштейна – это также попытка мыслить время по образу и подобию пространства... Свести время к пространству ... сконструировать единое пространство - время с четырьмя измерениями, - это блестяще удалось.

Затем автор [62], снижая пафос, замечает: «Но все-таки есть во времени нечто, что не сводится к пространственным соответствиям, не имеет аналогов в геометрии. Это, прежде всего, его неудержимый бег. Время течет и притом всегда в одном направлении – от прошлого к будущему. Это всегда поражало и поражает человека в его размышлениях о времени. Течение времени – это особое свойство времени, очевидное для всех, но все еще остающимся и до сих пор недостаточно понятным и исследованным».

Рассматривая световые часы, автор заявляет, что «промежуток времени между событиями, когда они происходят, здесь у нас, всегда короче, чем промежуток времени между теми же событиями, когда они происходят «там у них». Это не соответствует общепринятому тезису: часы в подвижной системе всегда отстают от часов в неподвижной системе.

Излагая метод Г. Минковского, автор заявляет: «Время, его течение, увлекают нас за собой: мы можем стоять в пространстве, но остановиться и стоять во времени невозможно ... Наша мировая линия продолжается, чтобы мы не делали... События прошлого и будущего выстроены вдоль мировой линии раз и навсегда...»

Далее автор рассказывает о машине времени, беге времени и прочее, и в итоге задается вопросом: «... но откуда у времени этот поддерживаемый бег с

его неизменной направленностью? Это один из тех вопросов в физике, которые до сих пор остаются открытыми; этот вопрос не решается теорией относительности, ни специальной, ни общей...»

**В. Симметрии Пространства и Времени.** Свойства симметрии имеют фундаментальную роль в современной физике [28, 45, 46, 54, 55, 59, 60, 68-73, 302, 303]. Развитие механики (Кеплер, Декарт, Ньютон и др.) подтвердило ранее сложившиеся представления об однородности пространства и времени (сдвиговая симметрия). Уравнения механики инвариантны относительно преобразований Галилея (ПГ), в то время как уравнения электродинамики (Максвелла) – относительно преобразований Лорентца (ПЛ). Следствием последних являются относительность длин и отрезков времени.

Свойства симметрии Пространства и Времени подробно рассмотрены в [55]. Применительно к Пространству и Времени это: пространственные трансляции и повороты (Пространство), переносы во времени, зеркальные отражения пространственных координат и времени.

Особое внимание уделяется «обращению времени» - операции зеркального отражения оси времени  $T$ . Это, т. н.  $T$  – преобразование – составляющая СРТ – преобразования, играющего фундаментальную роль в физике элементарных частиц.

Рассматривается также и т. н. «парадокс времени»: во всех наблюдаемых физических процессах время «течет» от настоящего к будущему, а из основных уравнений механики и электродинамики следует, что замена знака времени оставляет эти уравнения неизменными [28, 43, 48, 55, 60]. Обсуждению «стрелы времени» («термин А. Эддингтона») посвящена обширная литература.

## П2.2. Естественные науки

**А. Спатиометрия и хронометрия.** Термин «спатиометрия» (от лат. Spatium – пространство) адекватнее термина геометрия, который обозначает математическую дисциплину – основу спатиометрии. Последняя использует прямые и косвенные методы измерений, принятые в физике.

Под «хронометрией» понимается совокупность разнообразных методов измерений времени, хранения информации о нем, передача его на расстояние [41, 44].

Подробное изложение всех аспектов измерения времени содержится в интересной книге Ф. С. Завельского [41]. Основные рассмотренные в ней вопросы таковы: 1). Время и календарь; 2). История измерений времени в древности; 3). Эволюция часов; 4). Местное время и часовые пояса; 5). Получение, хранение и передача точного времени; 6). Единица и эталон времени; 7). Фиксация малых промежутков времени; 8). Изучение атомных и ядерных процессов; 9). Измерения больших промежутков времени; 10). Определение возраста горных

пород Земли и Луны; 11). Определение возраста Солнца и звезд; 12). Космохронометрия.

Исследованиям по уточнению методов измерения малых промежутков времени и высоких частот с помощью лазеров в настоящее время уделяется большое внимание [527, 567].

**В. Геология и археология.** В геологии и археологии (а также – в палеонтологии) измерение пространственных форм и расстояний производится в тесной увязке с хронологией генезиса, метаморфизма, залегания различных подземных структур. Используются ньютоновы представления о пространстве и времени.

Для больших интервалов времени (более ста тысяч лет) вместо радиоуглеродных используют уран – гелиевые, уран – свинцовые, калий – аргоновые, рубидий – стронциевые «часы» [41]. Геологическое время тесно связано с геологическим пространством, в котором залегание различных пород соответствует временной последовательности их образования [112]. На изучении порядка напластования осадочных горных пород базируется стратиграфический метод определения их возраста. Никакого специального «геологического времени» не существует [147], используется обычное физическое время.

Многообразным проблемам измерений пространства и времени в геологии, археологии и палеонтологии посвящены [85, 95, 97].

**С. Биология и психология.** Исследованиями обнаружено, что и у человека и у животных существует биологически целесообразная ориентировка в пространстве и во времени [129]. Человек может иметь три вида представлений о пространстве и времени: 1). Интуитивно-чувственные; 2). Перцептуальные (выраженные средствами искусства); 3). Концептуальные (полученные наукой).

Вопрос о роли органов чувств и мозга человека в познании и в ориентировке в П и В является сложным [89, 90, 112, 125, 129]. Здесь играют роль не только биологические, но психологические аспекты [50]. Пространство, как объект восприятия человека, изучалось уже в древности; краткая историческая справка имеется в [85]. В экспериментальных методиках физико-технический инструментарий базируется на эвклидовой геометрии, в математических моделях биофизических процессов используются ньютоновы П и В [90, 125].

Время – в его биологических и психологических аспектах, - мало изучено [37, 44, 89, 121]. Суммируя известное, автор [89] констатирует: 1). В живых организмах передача различных «сигналов» может происходить с различной скоростью; 2). Биологические часы – это структуры организма, генерирующие ритмы физиологических реакций; 3). Важным параметром внешней среды является время – периодичность и повторяемость внешних воздействий; 4). Приспосабливаясь к циклически изменяющейся среде, организмы сформировали, в ходе эволюции, набор колебательных физико-химических процессов с

различными периодами; 5). Наиболее стабильными являются околосуточные (циркадные) ритмы организмов – биологические часы с периодом около суток; 6). Окологодовые ритмы также устойчивы. У животных они выражены сильнее, чем у человека.

Кроме понятия «биологические часы» исследуют также понятия «физические часы» и «химические часы» [79, 84, 90]. Говорят также о психологическом времени, которое, в отличие от физиологического, зависит также от факторов сознания. Определение человеком времени зависит, главным образом, от процессов в центральной нервной системе [125].

Как биологическое, так и психологическое время не связаны с самостоятельными сущностями, они всегда сводятся к физическому времени [125].

### **П2.3. Гуманитарные науки**

**А. Мифологические и религиозные парадигмы.** Как отмечено в [114]: «...мифологией пронизан решительно весь античный мир. Имеется органическая связь и преемственность античной натурфилософии ... с мифологической древневосточной мудростью».

Первые представления о П и В содержатся в мифологической поэме Гесиода «Теогония» [110]. Прежде всего существовал, как породивший все остальное Хаос (земля, небо, день, ночь и т. д.). Хаос, считал Гесиод, является пустым пространством. Суть мифологического видения Мира – переход от Хаоса к Космосу, завершающей субстанции.

В мифологической картине Мира четких различий между человеком, Природой и социумом не было [114]. Она постепенно приобретала многоуровневый характер. Хаос превращается в Космос при переходе от воды к суше, затем небо отделяется от земли. Появляются представления о верхнем мире (верховье реки), средним миром (место обитания людей), нижнем мире (устье реки). Верхний мир – предков, нижний – мир мертвых. Мир вертикально стратифицируется: Небо, Земля, Тартар. Различение уровней происходит затем в мифологиях буддизма и ламаизма – речь идет уже о 99 – и мирах и 33 – х слоях Небес [114].

Предоставления о времени развивались в соответствии с пространственными. Каждый уровень мира имеет свое собственное время, со своей ритмичной длительностью. Выход из своего времени равносителен смерти – это мифологическое правило предшествовало античному: «нельзя дважды войти в одну и ту же реку».

Отличие мифологического, магического и религиозного подходов к пространству и времени было сформулировано Н. Зедерблом [114]: «Магия есть дело расчета, религия же, напротив, есть покорность и послушание в отношении таинственного и непостижимого». Религиозный человек, думая о будущем,

надеется на выход из времени. Блаженные поля Кару древнего египтянина, рай христианина, нирвана буддиста относятся не ко времени, а к вечности. Время сакрально, сопричастно Богу – прообраз абсолютного времени Ньютона.

В ходе развития религиозных взглядов, восприятия пространства и времени трансформировались. Сравнивая восприятия времени у древних евреев и античных греков, А. Энтова пишет [109]: «... греки стремились к бессмертию, а евреи – к вечности. У евреев время, как и пространство, может служить инструментом преобразования одних вещей в другие. У греков время повторяется, оно циклично. Еврейское понятие «вечности» принципиально отлично от греческого «бессмертия». Еврейский бог существовал вне времени и пространства, **время определялось человеком и его действиями**: новый месяц не начинался без двух свидетелей, наблюдавших молодую Луну; даты праздников в каждом году устанавливалось Синедрионом.

Характерные **высказывания о времени в Торе [85]**: «Вы говорите – время идет. Безумцы – это вы проходите; дом горит, а часы идут; все на свете кончается плачем».

Господствующей философией (практически – религией) древних китайцев было конфуцианство. Время трактовалось как бесконечное чередование исторических фаз смерти и фаз равновесия; оно было циклично: время делало круг и возвращалось опять. Лучшее время было в прошлом, в «золотом веке», а не в будущем [86].

Изложение взглядов Августина дано М. Бубером [80]. Наиболее известным высказыванием Августина было его суждение о времени: «Когда не спрашивают, я знаю о Времени все. Когда же спрашивают меня о времени, я чувствую, что ничего о нем не знаю» [111].

Мифологические и религиозные парадигмы Пространства и Времени оказывали сильное влияние на философов и естествоиспытателей Нового Времени и в адаптированных и видоизмененных формах сохраняются в трудах некоторых современных философов. Споры вокруг этих парадигм, как и вокруг других не физических парадигм (геологических, биологических, палеонтологических, исторических и др.) продолжают и поныне [147].

**В. История философии.** Зарождению и эволюции взглядов на Пространство и Время в истории философии уделяется большое внимание [110, 112, 114, 118, 189].

**В 1. Философия древности и средневековья.** Милетская школа (Фалес, Анаксимандр, Анаксимен). Пространство и время считались бесконечными, как и становление материальных тел и явлений.

**Пифагорейцы.** Признавалось существование пустого пространства. Место – субстанция, от материальных тел не зависящая.

**Эллинские мыслители (Парменид, Зенон и др.).** Отрицали существование пустого пространства и движения. Бытие вечно и вне времени.

**Древнегреческие атомисты ( Левкипп, Демокрит, Эпикур, Лукреций).** Пространство – одна из главных проблем [110]. Полагалось, что Мир – совокупность атомов и пустоты. Атомы неделимы, бесконечны во времени. Пустота – беспредельна, без нее движение тел невозможно. **Лукреций** писал: « ... Иль надо признать, что тела мешают свершению движения, / Или же надо признать, что в вещах пустота существует / И это отсюда берут начало движения всегда».

Автор [114] пишет, характеризуя взгляды атомистов: «Пустое пространство существенно – оно есть субстанциональная потенция движения». Поразительным и провидческим можно назвать высказывание Лукреция о времени: «**Так же и времени нет самого по себе, но предметы / Сами ведут к ощущению того, что в веках совершилось, / Что происходит теперь и это воспоследует позже, / И неизбежно признать, что никем ощущаться не может, / Время само по себе, вне движения тел и покоя**».

Т. о., древние атомисты предвосхитили две ведущие философские концепции Пространства и Времени, которые мощно зазвучали в работах философов Нового Времени – субстанциональность Пространства и реляционность времени.

**Аристотель.** Отрицал существование пустого пространства [110]. Понятие «Место» рассматривается как форма тела. Материя – субстанциональная. Время, считал Аристотель, не является движением, «однако оно не существует без движения и изменения ... насколько велико движение, столько протекло и времени ... **Мы не только измеряем движение временем, но и время движением, вследствие их взаимного определения**» . **Платон.** Считал, что «Материя – это то же самое, что и пространство, которое совпадает с местом. Мир существует во времени, которое возникло вместе с Миром» .

**Философские системы древней Индии.** Сервастидины – развивают учение о том, что длящееся бытие не существует. В каждый момент времени (крана), тело исчезает и возникает вновь. Брахмановская Концепция – день и ночь Всевышнего – творение и разрушение.

**Философия Арабского Востока.** Мутакаллимы считают пространство и время дискретными. Мир создан божественной волей, которая постоянно устраняет все явления и возрождает их.

**Неоплатонизм (Плотин, Августин и др.).** Использовали идеи Платона и Аристотеля, главным образом – идеологические и теологические.

**Финитисты. Николай из Отрекура.** Развивал идеи Демокрита. Считал движение прерывным, а пространство – дискретным. Другие финитисты счи-

тали, что линия состоит из отдельных точек, а время – из мгновений, т. е. дискретно.

**Номиналисты (Буридан, Альберт Саксонский, Дж. Бруно и др).** Время развивалось (часы «мировые» и «частные»). Дж. Бруно резко критиковал идею континуума, утверждая бесконечность пространства и времени.

**В2. Философы « нового времени». Беркли и Юм.** Первый критикует ньютоновскую концепцию абсолютного Пространства и Времени. Он считает любые абстракции источником заблуждений [110]. По мнению Беркли, существуют лишь конкретные пространства, время и движение, которые субъективны. Единственное реальное движение – всегда относительно, это движение тел относительно друг друга.

Концепция Юма также носит субъективный характер. Пространство и Время – только наши представления. Пространство – это порядок видимых и ощущаемых пунктов, Время – это последовательность наших восприятий.

**И. Кант.** Рассматривал [112] три важных решения вопроса о природе Пространства и Времени: «Что такое пространство и время? Есть ли они действительные сущности, или они суть лишь определения или отношения вещей, однако такие, которые сами по себе были бы присущи вещам, если бы даже вещи не созерцались? Или же они суть определения или отношения, присущи одной только форме созерцания и, стало быть, субъективной природе нашей души, без которой этим предметам не могли бы приписывать не одной вещи? «

И. Кант полагает, что Пространство и Время – априорная форма чувственного восприятия: « ... Если мы возьмем предметы так, как они могут существовать сами по себе, то время есть ничто. Оно имеет объективную значимость только в отношении явлений, потому что именно явления суть вещи, которые мы принимаем за предметы наших чувств, но оно уже не объективно, если отвлечься от чувственной природы нашего созерцания, т. е. от свойственного нам способа представления, и говорить о вещах вообще».

Априорность Пространства и Времени Кант связывает с априорностью математического знания [112]. Время одномерно, т. к. различия времени существуют не вместе, а последовательно. Это свойство всеобщее, как и свойство бесконечности времени.

Трактуя Пространство и Время субъективно, И. Кант, в то же время, считал Евклидову геометрию и механику Ньютона «вечными и неизменными». Воззрения И. Канта, с точки зрения автора [189], тормозят прогресс науки.

**Г. Ф. Гегель** критиковал как субъективистское понимание Пространства и Времени, так и концепцию И. Ньютона [189]. Он писал: «Время не есть как бы ящик, в котором помещено, как в потоке, увлекающим с собой в своем течении и поглощающим все, попадающим в него. Время есть лишь абстракция по-

глощения ... Мы не можем обнаружить никакого пространства, которое было бы самостоятельным пространством; оно есть всегда наполненное пространство, и нигде оно не отлично от своего наполнения».

Гегель, отрицая концепцию И. Ньютона, не соглашается и с Лейбницем, он подчеркивает специфичность пространства как общей формы бытия, отличной от протяжности одиночной вещи [189].

**Ф. Энгельс** рассматривает Пространство и Время как общие формы существования материи [189]. Их свойства и закономерности не субъективны, а присущи им независимо от того, изучаем ли мы их или нет. Критикуя философов – идеалистов, Ф. Энгельс пишет: «Это старая история. Сперва создают абстракции, отвлекаясь от чувственных вещей, а затем, желают познать их чувственно... Разумеется обе эти формы существования материи без материальных тел суть ничто, пустые представления, абстракции, существующие только в человеке». Пространство и Время не существуют вне протяженных вещей и длящихся материальных процессов. ]

**С. История и социология.** **С. М. Каган** утверждает, что имеются две формы времени – природные и социальные времена, т. е. постулирует существование, наряду с «физическим» временем также и «исторического времени» [147]. Различие этих «времен» он видит в том, что физическое время течет равномерно и не зависит от социальных процессов, а время историческое ( социальное ) течет неравномерно, ускоряя свой бег при прогрессивном ( революционном ) развитии общества.

**А. И. Ракилов** комментирует эту концепцию так: « Понятие историческое время часто употребляется метафорически ...понимается интенсивность социально значимых событий ... следует иметь в виду , что, речь здесь идет об интенсивности, значимости и глубине исторических событий и процессов, а не о времени, как таковом ... Всякого рода представления о замедлении исторического времени по отношению к «физическому», «земному»или «солнечному «могут восприниматься лишь как курьез» [147].

Тем не менее, понятия дисциплинарных времён (исторических, геологических, биологических и др. ) часто используется философами [104, 125, 129]. В первобытных обществах и древних цивилизациях всякие изменения в социуме считалось не непрерывным процессом, идущим во времени, а прерывистым и скачкообразным [125]. **К. Маркс** ввел и использовал термин «общественно необходимое время» [129].

Один из крупнейших историков XX – го века, **А. Дж. Тойнби** писал [104]: « ...единство взгляда заключается в позиции историка, который рассматривает Вселенную и все, что в ней заключено «в поступательном движении сквозь пространство и время» .

Этот тезис у А. Дж. Тойнби – методологический; из него следует вывод: историческое исследование невозможно без опоры на категории пространства и времени. Редактор перевода [104], проф. **В. И. Уколова** в Предисловии формулирует метод автора так: «История существует там и только там, где есть время. Время есть то поле, в котором благодаря которому происходит смена состояний человеческого общества. Оставаясь неподвижным в пространстве, он [ историк ] аккумулирует историческое время, имеющие мгновения, века, тысячелетия в своей временной реальности. Не случайно древние называли историка «передатчиком времени», ибо он был не только хранителем, но и организатором времени как условного исторического пространства».

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### ПАРАДИГМЫ МУДРЕЦОВ

*В дорогу выйдя на поиски рая,  
Как много видим, как мало знаем.  
Дойдя до края, мы вновь в обиде:  
Как много знаем, как мало видим.*

**В. Винарский**

#### ПЗ.1. Пространство и Время в физике

##### Генезис классических парадигм (историческая справка)

**Коперник.** Упразднил геоцентрическую систему Птолемея и создал гелиоцентрическую систему [110]. Эта научная революция оказала влияние на развитие мировоззрения и научного мышления в последующие эпохи. Учение Коперника породило многочисленных последователей – гигантов мысли (Ф. Бруно, Г. Галилей, Р. Декарт и др. ).

**Дж. Бруно.** Утверждал бесконечность Пространства и Времени. Пустого пространства не существует, а Вселенная состоит из бесчисленного числа Миров. Вселенная, как целое, неподвижна, вне ее ничего нет.

**Г. Галилей.** По мнению автора [110] Г. Галилей является основоположником «классической теории относительности» . Жизни и трудам Г. Галилея посвящена замечательная книга [172].

**Р. Декарт** допускал существование двух субстанций – телесной и духовной. Тело – «обладающее протяженностью субстанция» [110]. Декарт считал, что «... мы никогда не делали различия между пространством и протяжением в длину, ширину и глубину ... место и пространство не обозначают ничего, действительно отличного от тела». Как и Аристотель, Декарт отрицал существование пустого пространства. Мир, по Декарту бесконечен в Пространстве, материя инертна, первопричина ее движения – Бог.

**И. Ньютон** по праву считается создателем классической механики [5, 135, 166]. Механика Ньютона не ставила вопросов о природе Времени и Пространства; они вводились аксиоматически. Пространство трехмерное и эвклидово, существует само по себе, вне связи с материей и временем. Время – непрерывный параметр, ни от чего не зависящий. Ньютон полагал, что Пространство и Время существуют объективно и являются реальными вещами, хотя и был убежден в том, это Пространство – это «чувствилице Бога».

Концепция И. Ньютона абсолютных Пространства и Времени до сих пор используется во многих науках.

**Г. Лейбниц.** Являлся последовательным сторонником реляционной концепции Пространства и Времени и противником субстанциональной. Известна его ожесточенная полемика с последователем И. Ньютона С.Кларком [135]. Лейбниц писал [189]: « Я неоднократно подчеркивал, что считаю пространство – также как и время, чем-то чисто относительным : пространство - порядком сосуществований, а время – порядком последовательностей «.т.о. , согласно Г.Лейбницу, пространство и время находятся вне вещей и процессов – это чисто идеальные представления, абстракции, созданные человеком. Время Г. Лейбниц связывает с причинностью: оно есть условие причинной зависимости и является обобщением непосредственного опыта. Они » первичны « по отношению к воззрениям И. Ньютона, поскольку опыт не дает нам никаких данных о существовании Пространства и Времени, как объектов, ни от чего не зависящих, следовательно и ненаблюдаемых. Ньютоново Пространство и Время суть абстракции ( конструкторы [116]), не имеющие референтов, т. е. сущностей, существующих реально.

В философской литературе парадигмы Пространства и Времени по Ньютону и Лейбницу именуется, соответственно, субстанциональной и реляционной.

### **ПЗ.1.1. Пространство**

**Я.Аскин**

*Пространство всё осуществлено.*

**. Д. Бруно**

*Вселенная едина, бесконечна, неподвижна...Она не движется в пространстве, ибо ничего не имеет вне себя, куда могла бы переместиться, ввиду того, что является всем. Она не рождается...так как является всем бытием. Она не уничтожается, так как нет другой вещи, в которую она могла бы превратиться...Она не может уменьшиться или увеличиться, так как она бесконечна.*

**М. Бунге**

*Физическое пространство существует только в том случае, если существуют физические системы.*

**К. Гаусс**

*По моему глубокому убеждению теория пространства занимает в нашем знании совершенно иное место, нежели чистая математика...Нам остаётся лишь смиренно добавить, что если число-это продукт нашего разума, то пространство-это реальность, лежащая вне нашего разума...*

**Гераклит**

*Этот космос, один и тот же для всех, не создал никто из богов, ни из людей, но он всегда был, есть и будет вечно живым огнём, мерами вспыхива-*

ющим и мерами угасающим.

### **Д. Дидро**

*Всё подлежит исчислению и измерению. Нет понятий более общих, нежели число и пространство.*

### **Р.Оппенгеймер**

*Вопрос о том, является ли пространство конечным или бесконечным, полностью открыт, так как ответа на него нет сейчас, да и вряд ли будет в ближайшем будущем.*

### **Р. Фейнман**

*...общее всем явлениям есть пространство, те рамки, в которые вложена физика. Пока всё меняется в пространстве достаточно плавно, важнейшими факторами, входящими в рассмотрение, будут скорости изменения величин в зависимости от положения в пространстве.*

### **П.Харламов**

*... в учебниках по механике термин «пространство» появляется без всяких комментариев. Я всегда полагал это понятие первичным...ему не дают и не могут дать определение.*

### **А. Чернин**

*В пространстве всё ясно, в нём как будто уже нет давно волнующих загадок, но время остаётся для нас полным тайн.*

### **А. Эйнштейн**

*Прежде всего оставим в стороне неясное слово «пространство», под которым, признаемся, мы ничего определённого не подразумеваем...Единственный выход-это допустить, что пространство обладает физическим свойством передавать электромагнитные волны, и не слишком много заботиться о смысле этого утверждения.*

### **ПЗ.1.2. Время**

#### **Я. Аскин**

*...несубстанциональный характер времени означает то, что сущность времени, как и его свойства, раскрываются тогда, когда они анализируются в отношении к самому процессу материального бытия мира.*

#### **И. Базаров**

*Вопрос об асимметрии временного порядка (необратимости времени) до сих пор не имеет однозначных и окончательных решений.*

#### **К. де Борегар**

*...физика не может отказаться от сведения времени к пространству-этой столь древней и плодотворной идеи.*

#### **П. Бриджмен**

*Согласно нашей точки зрения, понятие времени определено операциями, которыми оно измеряется.*

**М. Веллер**

*Время-это как бы та среда, в которой только и существует всё бытие. А всё бытие –это та среда, в которой только и существует время...*

**Гальвеций**

*...во времени исчезает всё, и исчезает без следа, в этом-то и состоит подлинная сущность времени.*

**И. Кант**

*...хотя о времени и было высказано много истинного и остроумного, тем не менее реального определения его никогда не было дано.*

**Ф.Кемпфер**

*На протяжении последних ста лет исследование природы направления времени привлекало внимание многих выдающихся учёных. Однако, несмотря на все усилия, найти удовлетворительное объяснение этого до сих пор не удалось, направление времени относится к обширному классу ещё не решенных проблем.*

**Ж.-Б. Ламарк**

*Для природы – время ничего не значит и никогда не представляет затруднений, она всегда его имеет в своём распоряжении и для неё это средство не имеет границ: с помощью его она производит и самое великое и самое малое.*

**Д.-Э. Либшер, И. Новиков**

*Тысячелетний опыт человечества показал, что поток времени неизменен. Его нельзя ни ускорить, ни замедлить. И уж, конечно, его нельзя обратить вспять....для материалиста абсолютно ясно, что у времени (как и у пространства) не может быть границ; не может быть истоков реки времени.*

**Ю. Молчанов**

*За последние 10-20 лет проблема времени по числу посвящённых ей исследований и публикаций вышла на одно из первых мест в мировой научной литературе, а по своему мировоззренческому значению занимает ведущее место.*

*Время и многие его свойства представляют для нас загадку не только в сферах, доступных лишь тонкому научному исследованию, не только в областях микро- и мегамира, но и на уровне нашего обыденного опыта, в нашей повседневной жизни.*

**Р. Пенроуз**

*...наша современная картина физической реальности, особенно в том, что касается природы времени, чревата сильнейшим потрясением, ещё более сильным, чем то, которое вызвала теория относительности.*

**И. Пригожин**

*С зарождения западной науки проблема времени была одновременно и увлекательной и недоступно трудной...*

### **И. Пригожин, И. Стенгерс**

*На протяжении всего 20-го века проблема времени занимала умы наиболее выдающихся мыслителей современности. Вспомним хотя бы А. Эйнштейна, М. Пруста, З. Фрейда, Т. де Шардена, Ч. Пирса или А. Уайтхеда... проблема времени находится в самом центре мировой науки.*

### **Г. Рейхенбах**

*Утверждение Парменида, что время является иллюзией, утверждение Канта, что время субъективно и утверждение Гераклита и Бергсона, что всё течёт, недостаточно обоснованы. Они не учитывают того, что о времени говорит физика. Исследование природы времени без изучения физики - безнадежное предприятие. Если имеется философское решение проблемы времени, то оно зафиксировано в уравнениях математической физики.*

*...наша трактовка времени как четвёртого измерения не вносит никаких изменений в само понятие времени.*

### **О. Тоффлер**

*...головоломная проблема, возникающая буквально на каждом шагу - проблема времени. Пересмотр понятия времени - неотъемлемая составляющая грандиозной революции, происходящей в современной науке...*

### **А. Уайтхед**

*Практически всё, что нас интересует во времени, находит себе параллель в тех отвлечённых математических свойствах, которые мы ему приписываем.*

### **Д. Франк-Каменецкий**

*...проблема времени...одна из центральных проблем нашего мировоззрения. Все мы подвластны неумолимому течению времени, с ним сверяем наши самые глубокие переживания...*

### **А. Чернин**

*...как выбрать между многими вариантами эволюции Вселенной? Между моделями прерывного и сплошного времени? ...Спустя 25 веков после Платона мы всё ещё не знаем, какой эксперимент, какие наблюдения нужно провести, что бы знать, действительно ли время Вселенной бежит по кругу.*

*...в физике сделано поразительно мало, чтобы разрешить эту задачу.*

*Научные работы, которые посвящены проблеме бега времени, его направленности и необратимости, можно перечислить по пальцам.*

*...в природе нет никакого времени «самого по себе». Не существует единого всеобщего времени для всей природы, на которое как на какой-то стержень «наназывались» бы все подряд события в мире. Время-это всегда конкретное физическое свойство данных конкретных физических тел и происходящих в них изменений.*

*От причинно-следственного порядка к порядку временному -это ясная и*

*привлекательная идея. Не странно ли, что из неё не выросла, во всяком случае, до сих пор, физическая теория времени?*

**Л.Эйлер**

*Если бы у нас, как некоторые склонны думать, не было других средств для определения времени, кроме как из рассмотрения движения, то мы не могли бы признать ни времени без движения, ни движения без времени.*

**А.Эйнштейн**

*Благодаря применению часов понятие времени становится объективным. В качестве часов может быть использовано любое физическое явление, если только оно может быть повторено столько раз, сколько необходимо.*

### **ПЗ.1.3. Пространство-Время**

**В.Акоста**

*Пространство-время лежит в существе самых глубоких вопросов, на которые пытается ответить физика.*

**А.Александров**

*Пространственно-временная структура мира есть не что иное, как его причинно-следственная структура, взятая лишь в соответствующей абстракции. Что касается количественного определения времени и геометрии пространства, то они должны определяться чем-то другим...неизвестны никакие определения времени и пространства, которые отвечали бы представлениям классической физики.*

**М. Бунге**

*Хотя специальную теорию относительности часто объявляют наукой о пространстве-времени, это не совсем верно: пространство и время не играют в ней более значительную роль, чем в дорелятивистской физике; эта теория ровно ничего не говорит о том, что представляет собой пространство-время, помимо того, что рассказывает о его метрических свойствах...она говорит о том какие вещи происходят, но не о том, что они собой представляют. ...в отличие от пространства, которое существует само по себе, время не рассматривается как вещь и его нельзя мыслить как нечто самостоятельное. Согласно Аристотелю и Лукрецию, время является темпом событий.*

**В. Гинзбург**

*Откуда следует, что в «малом» пространство и время не становятся совсем иными, какими-то «зернистыми», дискретными, квантованными...*

**П.Дирак**

*Если настаивают на сохранении четырёхмерной симметрии в уравнениях теории гравитации, то тем самым при использовании 4-х измерений исключается возможность применения квантовой теории, что приводит к описанию более сложному, чем это доказывается физической ситуацией. Подобные выводы вынуждают меня усомниться в том, насколько фундаментальными*

для физики являются условия четырёхмерности.

### **А. Логунов**

Сами по себе дифференциалы четырёх координат никакого физического смысла не имеют, т.е. они непосредственно не связаны ни с расстоянием между двумя точками в трёхмерном пространстве, ни с временным ходом процессов.

### **Ч. Мизнер, Дж. Уилер**

...в наши дни не принято придерживаться крайних точек зрения-взгляда на пространство-время только как на арену явлений и на пространство-время как на всё содержание физики.

### **Т. Моро**

Пространство-время Минковского представляет собой чисто искусственную конструкцию. Я могу ещё признать, что отсюда можно вывести численные соотношения, представляющие некоторый интерес, такие, как пресловутый «интервал», но, что этот приём может быть нам хоть сколько-нибудь полезен для того, чтобы проникнуть более глубоко в природу вещей, это я абсолютно отрицаю.

### **Р. Оппенгеймер**

До известного предела нельзя считать пространство и время взаимозаменяемыми. Они различны по присущему им характеру. Часы есть часы, а линейки есть линейки.

### **И. Пригожин, И. Стенгерс**

Наш повседневный жизненный опыт показывает, что между временем и пространством существует коренное различие. Мы можем передвигаться из одной точки пространства в другую, но не в силах повернуть время вспять...

### **А. Пуанкаре**

...свойства времени - это только свойства часов, подобно тому, как свойства пространства – только свойства измерительных инструментов.

### **Дж. Уитроу**

Пространство-время специальной теории относительности является абстрактным понятием, строго применимым лишь при отсутствии полей тяготения, когда фон Вселенной может рассматриваться как физически пустой. Аналогично эквивалентность всех систем отсчёта в общей теории относительности совместима с пустым фоном, что молчаливо предполагается...

### **А. Эйнштейн**

Понятие пространства...полезно но не необходимо для собственно геометрии, т.е. для формулировки правил, касающихся относительных положений твёрдых тел. В противоположность этому, понятие объективного времени, без которого невозможно формулировать основные принципы классической

*механики, связано с понятием пространственного континуума.*

### **ПЗ.2 Философия и методология физики**

#### **ПЗ.2.1. Суждения физиков**

##### **Л.Больцман**

*Никакая теория не является чем-то объективным и тождественным природе; теория – это только образ или картина реальных физических явлений.*

*Борьба теорий тянется бесконечно и, кажется, что известные спорные вопросы столь же стары, как сама наука, и будут жить столь же долго, как и она.*

*...в то время, как в специальных областях работа была чрезвычайно плодотворной, самые напряженные усилия, потраченные на разрешение общих проблем, часто бывали совершенно безрезультатными.*

*Самые обыденные вещи являются для философии источником неразрешимых загадок...С бесконечным остроумием она строит понятия пространства и времени, а затем находит абсолютно невозможным, чтобы в этом пространстве находились вещи и в этом времени происходили явления.*

##### **Г.Бонди**

*Вряд ли можно умалить величие теории Эйнштейна, но для развития науки наибольший интерес представляют затруднения и «узкие места» любой теории.*

##### **Н.Бор**

*...в науке и раньше случалось, что новые открытия приводили к установлению существенных ограничений для понятий, которые до тех пор считались непогрешимыми...именно признание ограниченного характера самых основных понятий привело нас к значительному развитию науки.*

##### **М.Борн**

*Физика нуждается в обобщающей философии, выраженной на повседневном языке.*

##### **Л. де Бройль**

*В завершённой науке, основные принципы которой были бы полными и определёнными, дедукция была бы единственно приемлемым методом. Но в неполной, ещё развивающейся науке...дедукция может служить лишь для проверки и приложений...Великие открытия, скачки научной мысли вперёд создаются индукцией...Метод, называемый «аксиоматическим», удовлетворителен для нашего ума и в то же время менее плодотворен практически.*

##### **Ж.-Л. де Бюффон**

*Физический закон есть закон лишь в силу того, что его легко измерить и что шкала, которую он собой представляет, не только всегда одна и та же, но и единственная в своём роде...*

**В.Гейзенберг**

*Вера в простую математическую сущность всех закономерных взаимодействий природы настолько жива в современной науке, что математическая простота считается важным эвристическим принципом при описании законов природы.*

*...почти каждое продвижение в развитии естествознания достигается ценой отказа от чего-либо существующего; почти для каждого шага вперёд необходимо пожертвовать представлениями и понятиями, которые до этого считались важными и существенными.*

**В.Гинзбург**

*В физике имеются буквально «вечные вопросы», которые уже не одно десятилетие продолжают обсуждаться в научной литературе.*

*...при обсуждении методологических вопросов физики недостаточно знать физику. Нужно ещё познакомиться с некоторыми разделами философии и науковедения.*

*Появление сингулярности логически, быть может, допустимо, но, по мнению очень многих (в том числе – и по моему мнению), указывает на какое – то неблагополучие, неприменимость или ограниченность теории.*

**П.Дирак**

*...все наши уравнения надо рассматривать как приближенные, отражающие существующий уровень знания, и воспринимать их как объекты для попыток их усовершенствования.*

**Г.Идлис**

*...в итоге всех этих вполне закономерных последовавших революций в определённом смысле «всё возвращается на круги своя».*

**П.Капица**

*Наука должна быть весёлая, увлекательная и простая.*

**П.Кирхгоф.**

*В моих рассуждениях будет присутствовать лишь здравый смысл, к которому я буду обращаться.*

**Л.Ландау**

*Фок любую задачу сводит к уравнениям с частными производными, я – к обыкновенным дифференциальным уравнениям, а Френкель – к алгебраическим.*

**А. Ле-Шателье**

*...примитесь за детальное исследование самых...исследованных вопросов. Эти – то, на первый взгляд, простые и ничего в себе не таящие объекты и послужат тем источником, откуда вы сможете, при умении, извлечь самые ценные и подчас совершенно неожиданные результаты.*

**Г.Лорентц**

*Картина, которую я хочу себе создать о явлениях, должна быть совершенно чёткой и определённой...мы можем создать подобную картину лишь в рамках представлений о пространстве и времени.*

**М.Марков**

*...не случайно физики стали философствовать: физики вынуждены философствовать, ибо для современной физики особо характерно, что её нельзя излагать, не затрагивая глубокие вопросы теории познания, -эти вопросы тесно связаны с конкретным содержанием новой теории.*

*...самое удивительное в новой теории – это то, что многое в ней достигается не введением новых понятий, а взаимным ограничением старых.*

*...понятия, которые в своё время «обошли с возведением в ранг основных», часто жестоко «мстят» физикам...Об одном таком понятии (одновременности) теория относительности ведёт несколько сложный, но поучительный рассказ. Теория относительности...приучила к осторожному обращению с «основными» понятиями...привила высокую культуру физических определений.*

**Э.Мах**

*По оказавшейся целесообразной привычке они (физики) придерживаются простейших предположений до тех пор, пока факты не принудят их к исключению или видоизменению этих предположений.*

**И.Ньютон**

*Чтобы решить вопрос, касающийся чисел или отношений величин, нужно лишь перевести задачу с родного языка на язык алгебраический.*

**Б.Паскаль**

*Наше знание первых принципов, таких как пространство, время, движение, число, столь же достоверно, как и любое знание, полученное нами посредством рассуждения.*

**В.Паули**

*...мы постоянно должны учитывать вновь поступающие сведения, включение которых в рамки прежних знаний может потребовать ревизии наших мыслительных вспомогательных средств. Подобную ревизию мы пережили недавно в связи с теорией относительности...*

**А.Петров**

*Главными «кирпичами» в фундаменте физической теории являются понятия материи, пространства и времени; основное значение имеет определение этих понятий и выявление зависимостей между ними.*

**И.Пригожин, И. Стенгерс**

*Столкновение теорий, конфликт между бытием и становлением свидетельствуют о том, что новый поворотный пункт уже достигнут...*

**Т.Редже**

*...Как сказал Р.Фейнман, успех физической теории определяется не столько задачами, которые с её помощью решаются, сколько значением новых задач, возникающих на её основе.*

**Н.Румер, Н.Овчинников**

*...новая теория должна выдержать критерий простоты, т.е. обнаружить большую простоту своих принципов по сравнению с предшествующей теорией.*

**Я.Сморodinский**

*Великим законом природы мы должны считать тот факт, что тепло всегда перетекает от горячего тела к холодному.*

**Р.Толмен**

*...именно стремление ученого строить свои теории в логическом соответствии с остальной физикой, отличает эти теории от домыслов чудака.*

**А.Тяпкин**

*Выбор конкретной формы теоретического описания физических явлений, как правило, бывает предопределён принятием некоторых исходных положений на основе соглашения, конвекции, которая явно или скрыто содержится в теоретическом построении.*

*В полном согласии с утверждением Пуанкаре оказалось возможным вместо преобразований Лорентца, определяющих псевдоевклидову метрику, принять преобразования Галилея для совершенно тождественного описания тех же наблюдаемых на опыте результатов.*

**Р.Фейнман**

*Общим для всех наших задач является то, что они связаны с пространством, и то что мы имитируем по – настоящему сложные явления простыми дифференциальными уравнениями.*

*...выражение «реальное поле» реального смысла не имеет...сама идея поля – вещь довольно отвлечённая. Под «реальным» полем мы понимаем здесь вот что: реальное поле – это математическая функция, которая используется нами, чтобы избежать представления о дальнодействии.*

*...настоящие физические ситуации реального мира так запутаны, что нужно обладать гораздо более широким пониманием уравнений. Физическое понимание – это нечто неточное, неопределённое и абсолютно нематематическое, но для физика оно совершенно необходимо.*

*Истинное величие науки состоит в том, что мы можем найти такой способ рассуждения, при котором закон становится очевидным.*

*Следующей в нашем списке стоит очень интересная симметрия. Это обращение времени. Почему же симметрия так интересует нас? Прежде всего потому, что симметрия импонирует нашему складу ума, каждому достав-*

ляет удовольствие... Нам даже известно, как математически выражается эта симметрия: все математические уравнения должны оставаться неизменными при преобразованиях Лорентца.

#### **В.Фок**

Задача теоретической физики – математическая формулировка законов природы. Задача эта тесно связана, но отнюдь не совпадает, с задачей математической физики – решением поставленных теоретической физикой уравнений.

#### **Д.Франк – Каменецкий**

Элементарные процессы полагаются полностью обратимыми; необратимость возникает из сочетания большого числа элементарных взаимодействий. Подобные воззрения представляют несомненный интерес, но правильность их отнюдь не доказана... Это область трудных, далеко ещё не решенных вопросов, лежащих на переднем крае науки.

#### **Я. Френкель**

*Не надо искать старое в новом, а надо искать новое в старом.*

#### **Ф.Хойл**

Наука занимается не доказательством справедливости гипотез, а наоборот – доказательством их несостоятельности. Наука достигает прогресса через процесс отрицания, а не через процесс доказательства.

#### **А.Чернин**

...бесконечность – понятие математическое, а не физическое. Если в математических формулах, описывающих физические явления, возникает бесконечность, для физики это сигнал тревоги. Это значит, возникает нечто особенное, что данная теория не в состоянии описать. Теория становится в тупик.

#### **А.Эддингтон**

В любой попытке сблизить области опыта, относящегося к духовной и физической сторонам нашей натуры, время занимает ключевую позицию.

#### **А.Эйнштейн**

Надо разрешить теоретику фантазировать, ибо другой дороги к цели для него вообще нет.

Математика – единственный совершенный метод, позволяющий провести самого себя за нос.

Самые фундаментальные идеи науки по существу своему просты, и, как правило, могут быть выражены языком, понятным каждому... Наш опыт убеждает нас, что природа – это реализация самых простых математических идей.

Законченная система теоретической физики состоит из понятий, основных принципов, относящихся к этим понятиям, и следствиям, выведенных

*из них путём логической дедукции. Основные понятия и принципы, не сводимые уже к другим, составляют неизбежную, рационально неуловимую, часть теории. Сделать эти основные элементы максимально простыми... главная цель любой теории. В науке нет вечных теорий...мы должны проверять старые идеи, старые теории...это единственное средство понять важность новых идей.*

*...ничего не должно считаться слишком очевидным; если мы действительно желаем быть осторожными, мы должны подвергнуть анализу все положения, принимаемые в физике.*

*Да разве вся философия не похожа на запись, сделанную мёдом? На первый взгляд она выглядит великолепно. Но стоит взглянуть ещё раз – и от неё остаётся только липкое пятно.*

### **ПЗ.2.2. Суждения математиков**

#### **Б.Брусиловский**

*Сформулируем теперь совершенно очевидное положение: наблюдаемы только конечные интервалы времени и пространства. Поэтому любому движению свойственна принципиальная неопределённость.*

#### **Г.Вейль**

*Симметрия как в широком, так и в узком понимании этого слова есть идея, с помощью которой человек во все времена пытался постичь и создать порядок, красоту и совершенство.*

#### **К.Гаусс**

*Я протестую против употребления бесконечной величины как чего-то завершённого...Бесконечность не нужно понимать буквально, когда речь идёт собственно о пределе...*

*Там, где отсутствуют всякие основания, я ненавижу все гипотезы.*

#### **Д.Гильберт**

*Бесконечного нет в природе и поэтому оно недопустимо как основа разумного мышления... Оперирование с бесконечным может стать надёжным лишь через конечное.*

*...Однородный континуум, который должен был бы допускать неограниченное деление и тем самым реализовать бесконечное в малом, в действительности нигде не встречается.*

*Всё то, что вообще может быть предметом научного мышления, должно быть, поскольку оно уже созрело для образования теории, подчинено аксиоматическому методу, а значит и математике.*

#### **Р.Декарт**

*Нужно обращать острие ума на самые незначительные и простые вещи и долго останавливаться на них, пока не привыкнем отчётливо и ясно прозревать в них истину. Когда мы хорошо понимаем вопрос, нужно освободить его*

*от всех излишних представлений, свести его к простейшим элементам.*

### **М.Клайн**

*Начиная с Аристотеля математики проводили различие между актуальной бесконечностью объектов и потенциальной бесконечностью... Греки вообще считали бесконечность недопустимым понятием.*

### **Л.Кронекер**

*Целые числа создал господь бог, а всё прочее – дело рук человека...*

### **Л.Кэрролл**

*Поскольку весь процесс классификации производится мысленно, мы можем выполнять его независимо от того, существует ли в действительности предмет, обладающий данной особенностью, или нет.*

*–Когда я употребляю какое – ни будь слово, - сказал Шалтай – Болтай довольно презрительно, - оно обозначает то, что я хочу, чтобы оно обозначало.*

### **Н.Лобачевский**

*...трудность понятий увеличивается по мере их приближения к начальным истинам в природе; так же, как она возрастает в другом направлении, к той границе, куда стремится ум за новыми познаниями.*

*Первые понятия, с которых начинается какая-нибудь наука, должны быть ясны и приведены к самому меньшему числу. Только тогда они могут служить прочным и достаточным основанием учения.*

### **Ф.Морс, Г.Фешбах**

*Мы обнаруживаем, что некоторые типы дифференциальных уравнений вновь и вновь появляются в самых разнообразных ситуациях...*

### **Р.Неванлинна**

*...тенденция, отчётливо выступающая в геометрии, показывает, что образование понятий и представлений подчиняется общему управляющему принципу: человек имеет мощное стремление к выражению своего опыта в простой форме.*

### **А.Пуанкаре**

*Но та гармония, которую человеческий разум полагает открыть в природе, существует ли она вне человеческого разума? Без сомнения – нет; невозможна реальность, которая была бы полностью независима от ума, постигающего её, видящего, чувствующего её. Такой внешний мир, если бы даже он существовал, никогда не был бы нам доступен.*

*Числа, которые физик измеряет в опыте, всегда бывают известны ему лишь приближенно; с другой стороны, произвольная функция всегда сколь угодно мало отличается от некоторой прерывной функции... Физик может по произволу предполагать её прерывной или непрерывной.*

*Как следует нам обращаться с уравнениями математической физики? Должны ли мы просто выводить из них следствия?... Они должны учить*

*нас тому, что можно и что следует в них изменить.*

### **Б.Рассел**

*Метод постулирования того, что нам требуется, обладает многими преимуществами, но такими же преимуществами обладает воровство перед честным трудом.*

### **Б.Риман**

*Для объяснения природы вопросы о бесконечно большом – вопросы праздные. Иначе обстоит дело с вопросами о неизмеримо малом. От той точности, с которой нам удаётся проследить явления в бесконечно малом, существенно зависит наше знание причинных связей.*

### **П.Харламов**

*...в естественных науках если и придают какое-то значение аксиоматизации, то оно подобно значению лакировки завершеного произведения искусства для придания ему блеска.*

*Давно замечено, что приближение к основам любой науки обостряет разногласия в толкованиях исходных понятий...*

*Оказалось, что литература по методологии науки содержит всё, что автор намеревался сказать.*

## **ПЗ.2.3. Суждения философов**

### **Аристотель**

*Для решения проблем следует выбирать расчленение и деление.*

### **М.Бунге**

*Большинство физиков не тратит время на анализ тех понятий, гипотез, теорий и правил, которые они создают и применяют, они слишком заняты их построением и исследованием.*

*...надо подвергнуть исследованию общие и неформальные предпосылки физической науки...предположения относительно природы пространства и времени.*

*Основаниям физики предписываются две главные миссии: повышение ясности физических идей и совершенствование их структурной организации...первую задачу лучше выполнять через вторую.*

*...существующие понятия пространства и времени недостаточно ясны из-за того, что не проводилось исследований по их обоснованию...обычно принимают их как понятия, не требующие анализа. Анализ понятий пространства и времени является целью протофизики...*

*...теория относительности была в некотором роде запоздалым следствием электродинамики Максвелла...раздел специальной теории относительности представляет собой кинематику (тел, полей...чего угодно)при наличии электромагнитного поля: если нет поля, то и нет нужды в преобразованиях Лорентца.*

**Л.фон Витгенштейн**

*Для большого числа случаев – хотя и не для всех, в которых мы употребляем слово «значение», оно может быть определено следующим образом: значение слова – это его употребление в языке.*

*Ухватить трудность на глубине, вот что сложно. Если схватить её близко к поверхности, она останется той же, что и была. Её нужно рвать с корнем; это означает, что нужно начать думать по-новому.*

**И.Кант**

*Разум формулирует наши концепции пространства и времени. Мы видим в природе то, что предопределено нам видеть нашим разумом.*

*Геометрия кладёт в основу чистое созерцание пространства. Арифметика создаёт понятие чисел последовательным прибавлением единиц во времени.*

**Б.Кузнецов**

*...галилеев бесконечно малый элемент вещества – зародыш материальной точки...зародыш всех затруднений современной науки.*

**Р.Линдсей**

*Наука – это игра, в которой мы принимаем, что вещи не совсем такие, какими они кажутся, с целью понять их сущность путём мышления, свойственного нам как людям...Наука – это метод описания, создания и накопления человеческого опыта.*

**Г.Рейхенбах**

*...философские исследования физики ведутся не на языке самой физики, а на метаязыке, который говорит о языке физики.*

*Мы можем использовать понятия пространства и времени лишь до тех пор, пока имеются явления, которые реализуют их.*

**Ф.Энгельс**

*...противоречием является уже то, что бесконечность должна слагаться из одних только конечных величин...Ограниченность материального мира приводит не к меньшим противоречиям, чем его безграничность.*

**П3.3 Догматизм и заблуждения в физике****П3.3.1. Догматизм и консерватизм****Дж.Агасси**

*...споры и аргументы в науке, критика её основ рассматриваются лишь как вторичный эффект интеллектуальной жизни, как предисловие к настоящей работе... как нечто не очень полезное и унижающее достоинство джентльмена.*

**У.Блейк**

*Истину нельзя рассказать так, чтобы её поняли; надо, чтобы в неё поверили.*

**Н.Бор**

*Физики не революционеры, скорее они консерваторы и только вынуждающие обстоятельства побуждают их пожертвовать хорошо ранее обоснованными представлениями.*

**М.Борн**

*...существуют какие-то общие тенденции мысли, изменяющиеся очень медленно и образующие определённые периоды с характерными идеями...Стили бывают и у физической науки, и именно это обстоятельство придаёт своего рода устойчивость её принципам...можно отвергнуть идеи, чуждые стилю вашего времени....*

*фундамент всего построения уже дал трещину, и хотя наверху строительство продолжалось, основы уже нуждались в ремонте и укреплении.*

**Л.Бриллюэн**

*Научные истины никогда не должны восприниматься фанатично, любой учёный должен быть готов к тому, чтобы поправить и дополнить свои любые теории. В науке не существует абсолютных истин.*

**Г.Вейль**

*...убеждение, будто все общие, истинные суждения могут быть выведены из аксиом с помощью математических умозаключений, есть научная вера; тот, кто подходит к другим наукам как математик, требуя дефиниций и дедукций в математическом стиле, поступает ничуть не умнее зоолога, который стал бы отвергать числа на том основании, что они не являются живыми существами.*

**М.Веллер**

*Всё новое рождается в борьбе со старым, консерваторы тормозят новаторов и т. п. Поэтому, если ты прибежал с открытием, надо быть готовым к тому, что тебя сочтут идиотом, ибо все «нормальные люди» знают, что на самом деле всё обстоит так, как уже было известно до настоящего момента, что уже было принято считать нормой.*

**В.Вернадский**

*История науки на каждом шагу показывает, что отдельные личности были более правы в своих утверждениях, чем целые корпорации учёных или сотни и тысячи исследователей, придерживавшихся господствующих взглядов...мы неизбежно должны касаться мыслей, идей и работ именно этих научных работников, стоявших в стороне...*

**Н.Виленкин**

*В начале 17-го века парижский парламент издал постановление, предписывающее предавать смертной казни всех, кто выступает с полемикой против старых и общепризнанных авторов.*

**В.Гарвей**

*«просвещённые люди не лишают себя свободы исследования и не подчиняются рабски преданиям и предписаниям авторитетов настолько, что бы не верить собственным глазам...*

**В.Гинзбург**

*Из истории науки мы знаем, как метафизика и догматизм...препятствовали развитию науки, а иногда приводили к жестоким гонениям.*

**В.Гюго**

*Продвигаясь вперёд, наука непрестанно перечеркивает самой себя.*

**П.Дирак**

*...ни во что не следует слишком сильно верить; всегда надо быть готовым к тому, что убеждения, которых придерживался в течение долгого времени, могут оказаться ошибочными.*

**В.Дуков**

*Внедрить закон в физику оказалось куда труднее, нежели открыть его.*

**М.Клайн**

*...никогда нельзя утверждать догматически даже то, в чём мы непоколебимо уверены. Именно то, в чём мы наиболее уверены, должно вызывать наибольшие сомнения...*

**С.Кьеркегор**

*Религия состоит из абсурдностей и парадоксов – вот почему в неё должно верить.*

**А.Лавуазье**

*Я не жду, что мои взгляды будут сразу приняты; человеческий ум привыкает видеть вещи определённым образом, и те, кто в течение части своего поприща рассматривали природу с известной точки зрения, обращаются лишь с трудом к новым представлениям.*

**Г.Лихтенберг**

*...не приносит ли больше пользы в конечном итоге дух противоречия, чем дух единства?*

**Лукреций**

*...перестань, лишь одной новизны устрашаясь, наше ученье умом отвергать, а сначала суждением острым исследуй его и взвесь...*

**Э.Мах**

*...что нам сказать о той суровой придирчивой критике, которой подвергались мысли Гаусса, Римана и их товарищей со стороны людей, занимающих выдающееся положение в науке? ...исследователь на крайних границах знания находит часто то, что не может быть гладко и немедленно усвоено каждым умом...*

Конечно, и такие исследователи могут впасть в ошибки. Но и ошибки иных людей бывают нередко по своим последствиям плодотворнее, чем открытия других.

### **М.Монтень**

Обосновать изначальные и всеобщие истины не так-то просто. И наши наставники, скользя по верхам, торопятся...ищут прибежище под сенью обычая...кто пожелает отделаться от предрассудков обычая, тот обнаружит немало вещей, которые как будто и не вызывают сомнений, но, вместе с тем, и не имеют иной опоры, как только морщины и седины давно установившихся представлений.

Только глупцы могут быть непоколебимы в своей уверенности.

### **О.Мороз**

Отчего такая неповоротливость? Ф.Дайсон полагает, что подобная инертность вообще свойственна мышлению учёных: «Даже лучшие из нас не способны видеть немножко дальше собственного носа»...когда Резерфорд открыл атомное ядро, открытие было встречено полным молчанием...

Физики гоняются за симметрией подобно тому, как путники преследуют в пустыне ускользающий мираж.

### **Р.Пайерлс**

...каждое новое достижение науки вынуждает нас оставить какой-нибудь глубоко укоренившийся предрассудок.

### **М.Планк**

Новая научная истина побеждает не потому, что её противники убеждаются в её правильности и прозревают, а лишь по той причине, что противники постепенно вымирают...

### **А.Пуанкаре**

Ясно, что любой факт может быть обобщён бесконечным числом способов...при выборе можно руководствоваться только соображениями простоты...Отказ от некоторой гипотезы часто ведёт к открытию.

### **Я.Смординский**

Карно умер в 1836-м году, так и не услышав никакого отклика. Естествоиспытатели 19-го века порой были поразительно глухими, когда речь шла о новых взглядах. Так, никто не отозвался на речь Римана «О гипотезах, лежащих в основаниях геометрии», никто не оценил Хэвисайда, создавшего операционное исчисление.

### **А.Гяпкин**

...слепое следование примеру большинства в научном мышлении никогда ещё не приводило к принципиально новым результатам. Только строгий логический анализ и умение делать собственные выводы, невзирая на авторитеты, могут привести к открытию новых, ещё не осознанных большинством истин.

**А.Уайтхед**

*Негативное суждение есть вершина ментальности.*

**А.Филиппов**

*...некоторый консерватизм заложен в нашей человеческой природе, а, значит, и в науке, которую делают люди. К сожалению, снова и снова приходится убеждаться, что для настоящего освоения открытия нужно не менее двадцати-тридцати лет.*

**В.Фок**

*...необходимо отметить следующий психологический фактор: отказ от старых привычных физических понятий даётся несравненно труднее, чем усвоение новых понятий.*

**П.Харламов**

*Учёный обязан пробиваться сквозь туман абстрактных слов и достигать незыблемого скального основания реальности... физикам и математикам пришлось применять этот принцип к самым фундаментальным понятиям, где догматическое сопротивление особенно сильно.*

**Б.Шоу**

*Всегда воспринимайте предмет в противоречиях. Вы обнаружите при этом, что существует постоянный заговор, имеющий целью преподать тот же предмет догматически и односторонне.*

**А.Эйнштейн**

*Мы должны проверять старые идеи, старые теории, хотя они и принадлежат прошлому, ибо это – единственное средство понять важность новых идей.*

**Х.Юкава**

*Всё...описано в учебниках, и хотя изложение может быть разным, по существу всюду пишут одно и то же...Физика не могла бы развиваться, если бы все и всегда делали только привычное.*

### **П3.3.2.Заблуждения и ошибки**

**И.Базаров**

*...нет другой области науки, в которой при её создании и применениях делалось бы такое большое число неверных утверждений и выводов, как в термодинамике.*

**Д.Бом**

*...неограниченное распространение любой конкретной совокупности законов на все возможные области пространства и бесконечные отрезки времени не оправдано.*

**Г.Бонди**

*Наука изобилует утверждениями, которые выглядят просто как хоро-*

*шая мина при весьма плохом знании...Любая теория, претендующая объять всё, должна неминуемо погибнуть.*

### **Н.Бор**

*...необратимость – это не качество процессов на макроскопическом уровне (не качество целого, отсутствующее в каждой из своих частей, взятых изолировано друг от друга), а свойство нашего описания их.*

### **А.Боргардт, Д.Карпенко**

*Серии дискуссионных работ, основанных на первоначальной нестрогости результатов или на неликвидированных своевременно недоразумениях, - далеко не редкость в современной науке.*

### **П.Бриджмен**

*Координаты всегда есть координаты какого-то реального физического объекта. Вне физического субстрата мы не можем выделить в пространстве то, что могло бы характеризоваться координатами. Поэтому понятие события как точки пустого четырёхмерного пространственно – временного континуума оказывается в физическом плане фикцией.*

### **Д.Бруно**

*...начало и основа всех заблуждений как в физике, так и в математике есть разложение континуума на бесконечное множество частей.*

### **М.Бунге**

*...аксиоматизация...может помочь выявить самозванцев, которые не выполняют никаких функций...держатся исключительно силой авторитета.*

### **Ф.Бэкон**

*Истина всё же скорее возникает из ошибки, чем из спутанности.*

### **М.Волькенштейн**

*Можно расположить события во времени так, чтобы причины предшествовали следствиям. Это – порядок во времени, но ещё не его направленность. Что означает и то и другое? Мы не даём здесь ответа на эти сложные вопросы, пограничные для физики и философии.*

### **А.Вяльцев**

*Мгновенная скорость, по определению, есть скорость в некоторой точке в некоторый момент времени. Такое определение физически бессмысленно.*

### **Я.Гельфер**

*Вопрос, поднятый Лошмидтом, стоял очень остро: механические уравнения, которыми Больцман описывал поведение молекул, отображают только обратимые процессы.*

### **И.Гёте**

*Гораздо легче найти ошибку, нежели истину.*

### **В.Денисов, А.Логунов**

*Общая теория относительности не имеет классического ньютоновского*

*предела, а следовательно, она не удовлетворяет одному из наиболее фундаментальных принципов физики – принципу соответствия.*

**Я.Зельдович, Н.Хлопов**

*Название «теория относительности» не очень удачно. По существу, речь идёт об изменении взглядов на пространство и время...*

**А.Логунов**

*...мнение, что центральным пунктом специальной теории относительности является понятие одновременности, глубоко ошибочно... Синхронизация часов... может быть достаточно произвольной.*

*...постулат о постоянстве скорости света (как он определён Эйнштейном) в общем случае синхронизации часов не выполняется.*

**Г.Мак – Витти**

*...исследование (свойств независимо существующего внешнего мира) было исключительно неудачным. Действительно, много черт этого мира, которые были открыты в прошлом, пришлось изменить или отбросить.*

**Л.Мандельштам**

*Мы увидим, что говорим массу слов, вообще лишенных содержания, а отсюда получаем и все недоразумения.*

**М.Марков**

*...понятия обладают...известной агрессивностью: они часто претендуют на область, где, по существу, применение их лишено смысла... За последние десятилетия всё чаще и чаще встречается своеобразное, чисто математическое творчество в физике... в виде не оправдавших себя теорий.*

**Р.Марцке, Дж.Уилер**

*В теории Эйнштейна гравитация рассматривается как проявление геометрии искривлённого пустого пространства. Какая другая мысль может показаться менее удобоваримой? Говорить о пустом искривлённом пространстве... кажется нелепым.*

**М.Монтень**

*Во многих вещах мы не сомневаемся потому, что общепринятых мнений никогда не проверяют; никогда не добиваются до основания, где коренятся ошибки или слабые места. Ошибки часто ускользают от нашего взора, но если мы не в состоянии их заметить, когда другой человек нам на них указывает, то это свидетельствует о расстройстве нашего суждения.*

**Р.Поль**

*Прежде всего подвержены сомнению самые обсуждаемые вопросы, такие как пространство, время, сила и т.д. Современной физике ещё предстоит очиститься от многих предубеждений и ложных толкований.*

**К.Поппер**

*История науки, подобно истории всех человеческих идей, есть история*

*безотчётных грёз, упрямства и ошибок...в науке мы часто учимся на ошибках.Каждый раз, когда нам удаётся обнаружить ошибку, наше знание действительно подвигается на шаг вперёд...*

**Б.Рассел**

*...многие понятия кажутся глубокими, потому что они неясны и путаны.*

**Дж.Синг**

*Рассмотрев уравнения гравитационного поля, ..., читатель может прийти к заключению, что общая теория относительности даёт туманное и неопределённое описание Вселенной. Он будет не так уж неправ.*

**Д.Скобельцын**

*...всё ли и всегда так ясно в том, что записано в анналах науки, и в тех, казалось бы, общепризнанных и бесспорных положениях..., которые вошли в учебники и прочно удерживаются в них...*

**А.Смит**

*Заблуждения, заключающие в себе некоторую долю правды, самые опасные.*

**А.Тяпкин**

*В последнее время была доказана ошибочность официально принятой в науке точки зрения Эйнштейна об обязательном использовании римановой геометрии...*

**Р.Фейнман**

*...в физике парадокс – всего лишь путаница в нашем собственном понимании.*

*...подобные вещи могут тридцать лет быть у всех на виду, но из-за определённых предрассудков...могут всеми игнорироваться.*

**П.Харламов**

*...мифы и метафизические понятия-продукты мышления человека, суррогаты знания.*

**Ф.Хаусдорф**

*Если дважды два не равно четырём, то существуют эльфы.*

**Дж.Чу**

*Одним из вновь и вновь повторяющихся уроков...является то, что понятия, не восприимчивые к экспериментальному исследованию, должны быть аннулированы...*

**А.Эйнштейн**

*Как нас убедили физики, разница между прошлым, настоящим и будущим есть только иллюзия, хотя и стойкая.*

Научное издание

И.Р. Венгеров

**ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ:  
АРТЕФАКТЫ КЛАССИЧЕСКИХ ПАРАДИГМ**

Монография

Технический редактор-В.Ю. Пашенко  
Рукопись поступила 02.04.2021г.

Оригинал-макет: ООО "НПП "Фолиант"

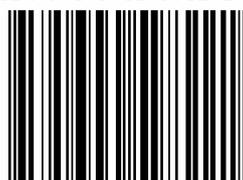
Подписано в печать 06.04.2021 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная.  
Усл. печ. листов 15,4 Уч.-изд. л. 16,57.  
Заказ № 3/20. Тираж 500 экз.  
ISBN 978-5-6045982-2-1

**Издательство ООО «НПП «Фолиант»**  
346333, Россия, г. Донецк, ул. Тимирязева, д. 41а, помещение 1  
Контактный телефон: +79185290634  
E-mail: [contact@emi-book.ru](mailto:contact@emi-book.ru)  
ООО "НПП "Фолиант", 2021.  
Свидетельство о государственной  
регистрации 61№008044237 от 30.09.2016 г.

Отпечатано в «Цифровой типографии» (ФЛП Артамонов Д.А )  
г. Донецк, ул. Артёма, д. 138а. Тел.: (071) 407-85-30.

Свидетельство о регистрации      серия АА02 № 51150 от 9 февраля 2015 г.

ISBN 978-5-6045982-2-1



9 785604 598221