

## "Физический минимум" — какие проблемы физики и астрофизики представляются особенно важными и интересными в начале XXI века?<sup>1</sup>

В.Л. Гинзбург

В последние годы я уделяю, если говорить о физике, все больше внимания некоторой образовательной программе, условно называемой "физическим минимумом". Поскольку на Нобелевских лекциях, насколько осведомлен, присутствует много молодежи, я решил остановиться здесь на этом "физическом минимуме".

В России любят приводить высказывания некоего вымышленного персонажа Козьмы Пруtkова, который, в частности, изрек: "Нельзя объять необъятное". Итак, необходимо что-то выбрать. Вот я и пошел по этому пути: составил "список" особенно важных и интересных проблем. Очевидно, что любой такой "список" не может не иметь субъективной окраски. Ясно и то, что "список" с течением времени должен изменяться. Ясно, наконец, что все вопросы, не включенные в "список", никак не могут считаться неважными или неинтересными. Просто многие из них кажутся мне (или авторам других аналогичных списков) менее актуальными в данный момент времени. Опять же "нельзя объять необъятное". Те же, кто знают важное и интересное, находящееся за пределами "списка", не имеют никаких оснований обижаться и должны лишь дополнять или изменять "список". Знакомство со всеми вопросами, включенными в "список", я и называю "физическим минимумом". Разумеется, этот "минимум" и его название являются отголоском "теоретического минимума", предложенного Л.Д. Ландау в тридцатые годы XX века. Для ознакомления с "физическим минимумом" начинающему нужно помочь. Этой цели и служило и, надеюсь, служат как составление самого "списка", так и комментарии к нему.

В целом же, если предложение использовать и развивать и "физический минимум" встретит поддержку, то должны появиться новые книги на данную тему. К сожалению, это уже не моя задача.

В рамках же настоящей лекции мне остается только вспомнить известную поговорку: "Чтобы узнать, каков пудинг, нужно его попробовать" (The proof of the pudding is in the eating) и привести "список" на начало XXI века, который упоминался:

1. Управляемый ядерный синтез.
2. Высокотемпературная и комнатотемпературная сверхпроводимость (ВТСП и КТСП)
3. Металлический водород. Другие экзотические вещества.
4. Двумерная электронная жидкость (аномальный эффект Холла и некоторые другие эффекты).
5. Некоторые вопросы физики твердого тела (гетероструктуры в полупроводниках, квантовые ямы и точки, переходы металл-диэлектрик, волны зарядовой и спиновой плотности, мезоскопика).
6. Фазовые переходы второго рода и родственные им. Некоторые примеры таких переходов. Охлаждение (в частности, лазерное) до сверхнизких температур. Бозе-эйнштейновская конденсация в газах.
7. Физика поверхности. Кластеры.
8. Жидкие кристаллы. Сегнетоэлектрики. Ферротороники.
9. Фуллерены. Нанотрубки.
10. Поведение вещества в сверхсильных магнитных полях.
11. Нелинейная физика. Турбулентность. Солитоны. Хаос. Странные аттракторы.

<sup>1</sup> Приводится фрагмент (с некоторыми сокращениями) из Нобелевской лекции В.Л. Гинзбурга. Полный текст см. *УФН* 174 (11) 1240 (2004) или <http://www.ufn.ru/archive/russian/abstracts/abst3433.html>; некоторые новые комментарии к "списку" см. <http://data.ufn.ru/tribune/trib230107.pdf>.

12. Разеры, гразеры, сверхмощные лазеры.
13. Сверхтяжелые элементы. Экзотические ядра.
14. Спектр масс. Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика. Кварк-глюонная плазма.
15. Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия.  $W^{\pm}$ - и  $Z^0$ -бозоны. Лептоны.
16. Стандартная модель. Великое объединение. Суперобъединение. Распад протона. Масса нейтрино. Магнитные монополи.
17. Фундаментальная длина. Взаимодействие частиц при высоких и сверхвысоких энергиях. Коллайдеры.
18. Несохранение СР-инвариантности.
19. Нелинейные явления в вакууме и в сверхсильных электромагнитных полях. Фазовые переходы в вакууме.
20. Струны. М-теория.
21. Экспериментальная проверка общей теории относительности.
22. Гравитационные волны, их детектирование.
23. Космологическая проблема. Инфляция.  $A$ -член и "квинтэссенция". Связь между космологией и физикой высоких энергий.
24. Нейтронные звезды и пульсары. Сверхновые звезды.
25. Черные дыры. Космические струны (?).
26. Квазары и ядра галактик. Образование галактик.
27. Проблема темной материи (скрытой массы) и ее детектирования.
28. Происхождение космических лучей со сверхвысокой энергией.
29. Гамма-всплески. Гиперновые.
30. Нейтринная физика и астрономия. Нейтринные осцилляции.

Выделение именно 30 проблем (точнее, пунктов в списке), конечно, крайне условно. Да и некоторые из них можно было бы разделить. В первом моем "списке", опубликованном в 1971 г., было 17 проблем. В дальнейшем их число возросло. Вероятно, и сейчас к "списку" следовало бы кое-что добавить, например, вопрос о квантовых компьютерах и успехах в оптике. Но я этого с достаточным пониманием уже не могу сделать.

В общем, несомненно, что любой "список" не догма, что-то можно выбрасывать, что-то дополнять в зависимости от интересов лекторов и авторов соответствующих статей.

Должен добавить, что в "физический минимум" следует включить также три "великих" проблемы современной физики. Включить в том смысле, что их нужно в какой-то мере выделить, специально обсуждать, следить за развитием в соответствующих направлениях.

Сами "великие проблемы" — это:

во-первых, вопрос о возрастании энтропии, необратимости и "стреле времени".

Во-вторых, — это проблема интерпретации нерелятивистской квантовой механики и возможности узнать что-либо новое даже в области ее применимости (лично я в такой возможности сомневаюсь, но считаю, что глаза нужно оставлять открытыми).

В-третьих, — это вопрос о редукции живого к неживому, т.е. вопрос о возможности объяснить происхождение жизни и мышления на основе одной физики.

В заключение еще одно замечание. В прошлом можно было и даже в наши дни можно встретиться с мнением, что в физике уже почти все сделано. Имеются якобы только неясные "облачка" в небе или теории, которые скоро доделают, и возникнет "теория всего" (theory of everything). Я считаю подобные мнения просто какой-то слепотой. Вся история физики, в том числе и состояние физики и, в частности, астрофизики (включая космологию) на сегодняшний день убеждают в обратном. Перед нами еще, по моему мнению, безбрежное море нерешенных проблем.

Мне остается только позавидовать более молодым из присутствующих, которые увидят очень много нового, важного и интересного.