

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«Харьковский политехнический институт»

**В. М. Кошкин,  
И. В. Синельник, А. Г. Шкорбатов**

**ВВЕДЕНИЕ  
В ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ**

*Программа-путеводитель  
с комментариями, указателем литературы  
и Интернет-ресурсами*

Учебное пособие для студентов, преподавателей  
и для самообразования

Харьков НТУ «ХПИ» 2006

ББК 20  
К 76  
УДК 502.2

Рецензенты: *Б.М.Красовицкий*, доктор химических наук, профессор, Институт монокристаллов Национальной Академии Наук Украины;  
*И.З.Цехмистро*, доктор философских наук, профессор, Харьковский Национальный университет им.Каразина;  
*В.М.Яковенко*, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАНУ, Институт радиоэлектроники Национальной Академии Наук Украины.

Авторы: В.М.Кошкин, И.В.Синельник, А.Г.Шкорбатов. Введение в естествознание. Программа-путеводитель с комментариями, указателем литературы и Интернет-ресурсами: учебное пособие для студентов, преподавателей и для самообразования. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2006. – 164 с. – На русском языке.

## ISBN

Реализована структура и программа уникального курса интегративного образования. Точные и гуманитарные науки излагаются на основе единого подхода, что отражает тенденции современной культуры. Материал легко адаптируется: от строгого и подробного курса до сжатого обзора системы наук. Междисциплинарные идеи и методы, приложения и аналогии, обширные комментарии, мощный справочный аппарат с Интернет-ресурсами. Путеводитель для очного и заочного обучения, для студентов и преподавателей, для самообразования.

Реалізовано структуру і програму унікального курсу інтегративної освіти. Точні і гуманітарні науки викладаються на основі єдиного підходу, що віддзеркалює тенденції сучасної культури. Матеріал легко адаптується: від найдетальнішого курсу до стислого огляду системи наук. Міждисциплінарні ідеї й методи, застосування і аналогії, багаті коментарі, потужний довідковий апарат з Інтернет-ресурсами. Дорожня карта для очної і заочної освіти, для студентів і викладачів, для самоосвіти.

The structure and program of unique course of integrative education are realized. Hard and soft sciences are presenting at the single base which reflects tendencies of contemporary culture. The material is easy to adopt: form severe and detailed course to compact review of science system. Interdisciplinary ideas and methods, applications and analogies, extensive comments, powerful information directory with Internet resources. The guide for internal and correspondent education, for students and for teachers, for self-education.

Ил. 12. Библиогр. 195 назв.

ISBN

ББК 20  
© Кошкин В.М.,  
Синельник И.В.,  
Шкорбатов А.Г.

What is the sense  
what for were we born?  
Is it the same  
as of birds  
and no more?

Is it only  
to build nests  
for leaving  
and incubating  
eggs?

I'm sure  
we're attending the World  
to leave after us  
not an egg  
but the Word.

V.K.

Зачем живем?  
Зачем мы рождены?  
Прожить  
как птички  
от весны и до весны?

Соорудить гнездо,  
яйцо снести  
и высидеть его -  
и все?  
А после лечь костьюми?

Нет, я уверен,  
мир мы посетили,  
чтоб не яйцо,  
а Слово  
принесли мы.

B.K.

Все науки настолько связаны между собой, что легче изучать их все сразу, нежели какую-то из них в отдельности от всех прочих.

*Рене Декарт*

Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов.

*Клод Гельвеций*

Мы унаследовали от наших предков острое стремление к объединенному, всеохватывающему знанию. Самое название, данное высшим институтам познания - университетам, напоминает нам, что с древности и в продолжение многих столетий универсальный характер знаний был единственным, способным заслужить полное доверие...

*Эрвин Шредингер*

...Я призываю к обсуждению и спорам о путях развития науки, о важном и интересном в науке не со скрежетом зубовным, а в атмосфере терпимости и доброжелательности.

*Виталий Гинзбург*

## ОБ ЭТОЙ КНИГЕ

Мне очень близка идея авторов о взаимосвязи всех естественных наук и о том, что ни одна из этих наук не может развиваться в отрыве от гуманитарных составляющих – литературы, искусства, философии, психологии, этики. Наглядным подтверждением этой идеи является аналитическая химия, которой я посвятил свою жизнь. Будучи частью химии и метрологии, аналитическая химия тесно связана с физикой, методы которой широко используются для измерения аналитических сигналов, математикой, необходимой для обработки результатов эксперимента, а также материаловедением, экологией, биологией, геологией, медициной, другими отраслями науки и техники, нуждающимися в данных о химическом составе исследуемых объектов. А об этике аналитической химии лучше всех сказал Арсений Тарковский «Был язык мой правдив, как спектральный анализ».

Полагаю, что книга В.М.Кошкина, И.В.Синельник, А.Г.Шкорбатова заинтересует физиков, химиков, биологов, представителей гуманитарных наук, преподавателей, студентов и учащихся. Книгу эту необходимо издать достаточно большим тиражом.

*А. Б. Бланк, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины*

Естествознание – это общая территория (достояние). На занятие им имеют право физики, гуманитарии и даже естествоиспытатели. И никто из них не может претендовать на конечную истину, даже математики. Поэтому давний постулат, сочувственно воспроизводимый авторами: «В любой науке столько же истины, сколько в ней математики» я дополнил бы другим: «В любой науке столько же истины, сколько в ней поэзии». Субъективное не менее объективно, чем так называемое объективное. Закон внутри нас, порождающий свободное действие, – в такой же степени вызов математике, как звездное небо над головой – вызов гуманитарной науке и поэзии. Романтик

Ф.Шлегель рекомендовал физикам размышлять о материи на языке мистериологии. Видимо они прислушались к этому совету: в современных гипотезах о происхождении Вселенной сходство в конформном интервале пространства и времени подозрительно напоминает судьбу. Например, в ее понимании И.Бродским: *И географии примесь к времени есть судьба.*

Научный и поэтический варианты вполне конкурентоспособны или дополняют друг друга. Приведу еще один пример. Гениальная формула, порожденная эмоциональным интеллектом Эйнштейна (чтобы не дразнить гусей, не буду называть его гуманитарным) и описывающая по крайней мере половину Вселенной, не дает покоя не только философам, но и поэтам. Поэтический гений Б.Пастернака породил другой вариант ее описания (или второй ее половины?):

*И сады, и пруды, и ограды,  
И кипящее белыми воплями  
Мирозданье – лишь страсти разряды,  
Человеческим сердцем накопленной.*

Не без иронии свою версию очеловечивания эйнштейновской Вселенной предложил И.Бродский:

*...Масса,  
увы не кратное от деленья  
энергии на скорость зренья  
в квадрате, но ощущение тренья  
о себе подобных. Вглядись в пространство.*

Мне кажется, приведенные соображения и примеры отвечают интенциям авторов, стремящихся целостно представить сферу знания. Включение в нее знания о не-знании делает когнитосферу динамичной, проблемной и, следовательно, живой. Мне, как гуманитария, приятно, что в авторах, назову их всех физиками, явственно проступают черты лириков.

*В. П. Зинченко, доктор психологических наук, профессор, академик Российской Академии Образования, почетный член Американской Академии искусств и наук*

Книга оригинальна постановкой вопросов об общих принципах развития науки, взаимодействия различных отраслей знаний.

Рассуждения авторов о Вселенной и проходящих в ней процессах дают повод для размышлений об окружающей нас среде, ее закономерностях, причинах различных превращений в природе. Они дают повод задуматься о трактовке этих процессов современной наукой, об изложении учебного материала по естествознанию в высшей и средней школе.

Книга открывает возможности для дискуссий обо всем этом.

Считаю, что обсуждаемую книгу необходимо издать. Она будет полезна преподавателям, учащимся, студентам и всем, кто интересуется проблемами естественных наук.

*Б. М. Красовицкий, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины*

Читающий эту книгу найдет в ней немало неточностей и упущений и, прежде всего, в области его профессиональных интересов. Это неизбежно, во-первых, потому что люди, к счастью, имеют разные точки зрения. И все же у книги так много неоспоримых достоинств, что ее, несомненно, нужно публиковать и в дальнейшем совершенствовать, уже опираясь на мнения и предложения читателей и текущие достижения науки, переиздавать, снова совершенствовать и т.д. Думаю, что этой книге суждена долгая жизнь.

*В. Г. Манжелей, доктор физико-математических наук, профессор, академик Национальной Академии наук Украины*

Екклесиаст в своем послании сказал, что во многой мудрости много печали, и кто умножает познания, умножает скорбь.

Это мрачное предсказание проповедника сбывается не только в том, что знание стало могучей силой, которая в руках злоумышленников и невежд становится колоссальной угрозой и самим людям, и всей природе. Огромный объем знаний, давно уже необъятный и продолжающий расти с потрясающей скоростью, неизбежно приводит к тому, что наука дробится на множество узких областей. Глубокое овладение каждой из них требует от человека самоотверженных усилий. Хорошим специалистом становится только тот, кто посвящает своей профессии всю жизнь. Поистине большая скорбь состоит в том, что представители разных профессий, за немногими исключениями, перестают понимать друг друга. В результате наука как единое целое фактически перестает существовать и превращается (уже превратилась) в гигантскую вавилонскую башню. Это наносит огромный ущерб и самому процессу познания. Узкие специалисты в мельчайших подробностях рассматривают и исследуют отдельные кусочки мозаики, но чаще всего не могут увидеть картину природы целиком во всей ее мощи и красоте, гармонии и противоречивости.

Становится очевидно, что учить и учиться по-старому неправильно, и надо искать выход из создавшейся драматической ситуации. Нет сомнения, что глубокими познаниями в какой-то конкретной области обладать необходимо («беда, коль пироги начнет печь сапожник»). Но в то же время крайне необходима и определенная сумма общих знаний. Без нее человек много теряет не только как профессионал, но и как личность, являясь по существу человеком бескультурным, а часто и безнравственным, и потому социально опасным.

Вот почему интегративный курс естествознания настойчиво стучится в двери студенческих аудиторий. Профессор В.М.Кошкин составил первый набросок программы курса «Введение в естествознание» около 5 лет тому назад. Я имел возможность с ним ознакомиться и уже тогда убедился, что его замысел чрезвычайно своевременен и содержателен. Теперь В.М.Кошкин и его коллеги, И.В.Синельник и А.Г.Шкорбатов, разработали эту программу гораздо подробнее, снабдили ее методическими советами, библиографией и поучительными цитатами. Среди этих цитат – замечательное высказывание



Клода Гельвеция: «Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов». Действительно, принципов в природе не так уж много, а их проявлений – несметное число. Надо только научить и научиться видеть эти проявления. Именно это и является основным замыслом курса «Введение в естествознание».

Следует приветствовать и всемерно поддержать инициативу преподавания этого курса в наших университетах. Остается пожелать, чтобы разработанная В.М.Кошкиным, И.В.Синельник и А.Г.Шкорбатовым программа возможно скорее воплотилась в лекции и соответствующий учебник. Можно не сомневаться, что он будет написан этими авторами так же увлекательно и с таким же педагогическим мастерством, как и сама программа.

*А. Г. Наумовец, доктор физико-математических наук, профессор, академик Национальной Академии наук Украины, вице-президент НАН Украины*

---

Предложенная программа – пособие для студентов, преподавателей и для самообразования весьма актуальна в условиях вхождения в Болонский процесс, которое по всей видимости неотвратимо. У многих эта близкая перспектива породила весьма серьезные опасения: не обернется ли Болонский процесс ударом по нашей системе образования, которая, как оказалось в условиях расширившихся контактов с Западом, является одной из лучших в мире, в особенности в области теоретического (фундаментального образования). Как приобрести новое и полезное, что несет с собой Болонский процесс, не допустив при этом снижения уровня подготовки студентов в области фундаментальных наук. Ведь на самом деле технический, экономический и социальный прогресс и в обозримом будущем будут определяться прогрессом в области фундаментальных наук и фундаментального образования.

Удачным ответом на этот вызов времени является рецензируемая программа – пособие. Ценность ее состоит в том, что она способна дать студенту общую ориентацию в фундаментальном знании о природе и одновре-

менно породить стимулы к самостоятельной работе. И то, и другое крайне необходимо в формировании будущего специалиста, чем бы он ни занимался в последующем.

Есть надежда, что в последующем знания, накопленные студентом в разнообразных сотах-ячейках учебного плана, будут резонировать благодаря предварительному изучению им интегрального «Введения в естествознание», активизируя межпредметные связи и узлы, что всегда было источником достижения новых знаний. Уже это делает полезным издание данного «Введения в естествознание».

*И. З. Цехмистро, доктор философских наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины*

---

Книга названа «Программа-пособие для студентов, преподавателей и для самообразования».

Я прочел рукопись с большим интересом. В свободном стиле, с точки зрения физиков, в ней изложены многие важнейшие проблемы, указаны авторы многих важных открытий и научных обобщений.

Общее впечатление: как бесконечно сложна окружающая нас Природа и как прекрасна Наука, которая смогла уже так много познать, понять и предсказать. Я не имею специального физического образования, но мне было очень интересно и полезно вспомнить многие понятия из физики и очень многие, приведенные в рукописи, мудрые мысли ученых. И это, мне кажется главное. Это зажигает интерес к Науке, к познанию Природы.

Хочу при этом заметить, что содержание рукописи далеко не равномерно охватывает разные области естествознания. Хотя в области биологии и социологии временами делаются небольшие экскурсы, но эти наверняка не менее важные для человечества области знаний, конечно не освещены или освещаются особенно поверхностно.

Я думаю, в целом для программы-пособия для студентов желательна более четкая система изложения естественно-научных знаний. А для преподавателей и самообучения такая книга была бы особенно полезной.

В. Г. Шахбазов, биолог, генетик, профессор ХНУ им. В. Н. Каразина

---

В настоящее время общество переживает «информационную» фазу своего развития, когда образование и наука начинают играть все более важную роль в его жизни. Отсюда – повышение требований со стороны общества к системе приобретения знаний, необходимость коренного улучшения качества подготовки инженерно-технических, научных и других работников.

С этих позиций предлагаемый курс лекций, несомненно, является интересным и своевременным. Я полностью разделяю точку зрения авторов на интегративный подход в системе фундаментального образования. Это вполне естественный путь формирования творческой личности. Мне кажется, что самое главное в образовании сделать человека на всю жизнь познающим существом – субъектом, умеющим видеть мир как целое, находить в самых различных вещах и явлениях природы общие закономерности и наслаждаться самим процессом познания. Эту цель преследуют авторы курса.

В программе курса изложены основные принципы различных разделов естествознания. Он сопровождается «крылатыми» высказываниями выдающихся личностей, картинками, к нему прилагается библиография с комментариями. Все это делает изложение материала живым и увлекательным.

Я считаю, что книга названных авторов должна быть опубликована. Она, безусловно, будет полезна не только студентам и преподавателям, но и научным работникам.

*В. М. Яковенко, доктор физико-математических наук, профессор, академик Национальной Академии наук Украины*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Это необычный курс, скорее пока только чрезвычайно подробная программа курса, иллюстрирующая идеи и возможности интегративной системы образования. Поэтому необходимо длинное предисловие к книжке.

Три автора, и каждый внес свои мысли и свой равноправный вклад в программу, с которой вы познакомитесь.

Но предисловие пишет один из авторов – очень немолодой джентльмен, который вознамерился оставить человечеству свое понимание того, как стоило бы воспитывать будущие поколения.

Мне давно казалось, что стиль современного образования устарел. И что изменения должны быть принципиальны: скрупулезной детализации знаний, необходимой для воспитания узкого профессионала, должно предшествовать понимание общей картины мира и способов его постижения.

Неожиданно для себя я нашел и молодых единомышленников, разделяющих эту идею. Они оказались значительно более современными не только в понимании принципиальных следствий компьютерной революции (что радикально изменило быстрое действие коллективного мозга человечества), но и во многих аспектах осмысления естественнонаучных фактов. Мы все по образованию физики, но преподавали и преподаем разные науки. Каждый из нас имеет некий опыт работы и результаты в разных областях науки (в физике, биофизике, химии, компьютерном моделировании, психологии, педагоги-

ке). Кто-то из нас атеист, кто-то религиозен. Это сочетание сходств и различий в убеждениях и пониманиях, которые удалось свести к чему-то единому, дает нам надежду, что предлагаемая программа и в самом деле может претендовать на некую общность.

Когда макет нашей книжки был уже сверстан, мы обнаружили, что не мы одни понимаем необходимость реформирования системы приобретения знаний. Три прекрасные книги совершенно разные и по стилю, и по подходу к систематизации наук, и по отбору иллюстрирующих примеров, но с той же идеей интегративного образования совсем недавно опубликованы в Украине<sup>1</sup> (Л.Ф.Черногор) и в России<sup>2,3</sup> (В.Г. Рау, В.В. Розен). Идея уже не только носится в воздухе, но обретает плоть.

Есть сотни хороших учебников физики, учебников химии, биологии, психологии. Они отличаются авторским подходом к изложению этих отдельных разделов естествознания. Когда речь идет о естествознании в целом, отличия курсов, которые предлагают разные авторы, будут значительно большими. Об этом – позднее. Я думаю, что ближайшее будущее фундаментального образования – интегративный подход. Сейчас появляются его первые ростки.

Наука – система знаний, приобретенных человечеством. Наука – система методов, с помощью которых можно понимать и предсказывать явления Природы. Наука еще и основание техники, которая использует результаты и выводы науки. Наука – саморазвивающаяся система, ее выводы основаны на ее внутренней логике, содержательность которой проверяется сопоставлением с реальностью. Реальность же постоянно вводит новые факты, которые наука должна ассимилировать в имеющуюся систему, и если факты не укладываются в нее – нужно пересматривать систему, а не факты. Новые факты, результаты опыта возникают постоянно. Не только потому, что некий ученый обнаруживает то, на что раньше не обращали внимание другие. Такое тоже бывает.

---

<sup>1</sup> Черногор Л.Ф. Естествознание. Интегрирующий курс. – Харьков, 2000.

<sup>2</sup> Рау В.Г. Общее естествознание и его концепции. – М., Высшая школа, 2002.

<sup>3</sup> Розен В.В. Концепции современного естествознания: Конспект лекций. – М., Айрис-пресс, 2004.

---

---

*Тот, кто совершает открытия, видит то, что видят все, и думает то, что никому не приходит в голову.*

*Альберт Сент-Дьерди*

---

---

Но значительно чаще новые факты появляются как результат большей точности эксперимента. Точность же эксперимента, точность и возможности приборов определяются, в свою очередь, тем уровнем понимания реальностей Природы, которая достигнута наукой к этому времени. Именно поэтому Наука и самоуничтожающаяся система, и самовозобновляющаяся. Одновременно. В науке не может быть достигнут результат, который неизбежно навсегда, во веки веков. Любой, даже самый исключительный результат, будучи канонизированным, через какое-то время будет опровергнут или, по крайней мере, обобщен новым... В науке нет неизблемых пониманий!

---

---

*Экспериментаторы усерднее всего ведут поиск там, где вероятнее всего найти опровержение наших теорий. Другими словами, мы стараемся как можно скорее опровергнуть самих себя, ибо это единственный путь прогресса.*

*Ричард Фейнман*

---

---

Но любая новая концепция в науке должна вместить в себя все то, что было понято раньше, обобщить прежний и новый опыт.

Поэтому наука никогда не будет завершена. И поэтому занятие наукой, обнаружение новых фактов и новых законов – дело не только благородное, но и благодарное. А каждое новое научное обобщение – это и новый шаг в технологиях.

Есть две тенденции в науке, которые прослеживаются на протяжении всей истории – дифференциация знаний и их интеграция. Аристотель, Пифагор, Гераклит, Лукреций Кар... Каждый из них имел творческий опыт во всех областях знаний своего времени. Древняя Эллада и отчасти Древний Рим –

место и время интегральных знаний. Позднее науки специализировались, каждый ученый стал интересоваться только своей, узкой областью знаний...

Но пришло Возрождение. Леонардо, Микельанжело, Челлини в Италии, на век позднее – Ломоносов в России... Каждый из них оставил свой вклад в архитектуре и поэзии, в живописи и инженерии, в физике и военном деле. Они возродили древнегреческий дух интегрального знания. В последующие века снова возобладала тенденция к дифференциации наук. Каждый ученый знал *ВСЕ* о предмете своей деятельности, но почти ничего не ведал о других областях знаний. Рождались все новые маленькие науки, интересные и важные, конечно, но общий взгляд на Природу, понимание ее как целого исчез, не складывался ни у ученых, ни в обществе, тем более. Это закономерная многовековая периодичность интеллектуальной истории человечества. К середине XX века дробление науки на маленькие фрагменты стало тормозить ее развитие. Раньше всего это проявилось в полном взаимном непонимании двух культур – гуманитарной и естественнонаучной, что раньше других, еще в середине 20-ого века, обнаружил и сформулировал Чарлз Сноу – выдающийся писатель, известный физик и политический деятель.

---

---

*Гуманитарии жалуются на невежество естествоиспытателей, но не могут ответить, в чем состоит второй закон термодинамики.*

*Чарлз Сноу*

---

---

Это непонимание стало, пожалуй, опасным для интеллектуального развития человечества в наше время.

Дело еще и в том, что радикально новые идеи рождаются именно на пересечениях разных наук. Здесь возникают нетривиальные аналогии, именно здесь идеи и методы, развитые в одних областях знаний, применяются к совсем другим, и это дает совершенно новые направления. Так возникли химическая физика и физическая химия, биохимия и молекулярная биология, математическая лингвистика и математическая экономика, так возникли междисциплинарные науки: теория систем, теория информации, синергетика...

Как ввести в науку нового человека? Конечно, ему предстоит стать профессионалом в какой-то области знаний. Но уже сейчас ясно, что невиданная раньше человечеством скорость накопления знаний, невиданно быстрая смена методов и в науке, и в технологиях, требуют постоянного переучивания, непрерывного образования, адаптации к постоянно обновляющемуся техническому и социальному окружению. В условиях непривычного для человека темпа обновления среды и чрезвычайной плотности населения изменяется и психика человека. Даже характер процесса познания изменился в результате компьютерно-информационной революции конца XX века. Темп роста производства опережает и возможности самой Природы, в том числе, психики человека, адаптироваться к агрессивному воздействию человека. Это предсказал еще Вернадский.

---

---

*Создание ноосферы из биосферы есть природное явление, более глубокое, чем человеческая история.*

*Владимир Вернадский*

---

---

Поэтому так необходимо понимать Природу в целом. Наука так же едина, как Природа, которую она стремится описать. Наука искусственно расписала Природу по библиографическим карточкам. Попробуем увидеть всю библиотеку в целом. Может быть, общий взгляд на Природу позволит нам увидеть общие закономерности в разных науках. Может быть, общий взгляд на Науку позволит нам обнаружить общие закономерности в Природе.

Вот причина, по которой мы предлагаем вам этот курс естествознания. Цель – дать понимание этого единства, увидеть Природу и Человека в ней с птичьего полета.

Впервые я предложил подобный курс еще в начале восьмидесятых годов прошлого века, но тогда, наверное, было еще рано. Сейчас, может быть, это найдет большее понимание.

Трудности в составлении такого курса огромны. Самая большая, несомненно, это ограниченность (если не скудость!) моих собственных знаний, даже обогащенных знаниями моих любимых соавторов. Но очень тру-



ден и выбор системы изложения. Их может быть много, разумеется, и я выбрал классификацию, основанную все-таки на разделах физики, поскольку именно физика – фундамент естественных наук.

Любая наука должна быть количественной, если она претендует на то, чтобы ее результаты были воспроизводимы. Последнее – главнейшее условие. Оно сводится к двум отдельным. Первое: наука не терпит лжи, фальсификаций, подлогов. Поэтому занятия наукой – школа морали. Второе: любой по-настоящему научный результат должен быть записан в той или иной математической форме. В любой науке столько же истины, сколько в ней математики. Так говорили и Лейбниц, и Кант, величайшие мыслители. Математика будет принципиально необходима в нашем курсе. Но чтобы с птичьего полета "обозреть" естествознание как целое, нам придется лишь обозначать строгие математические доказательства, достаточно часто приводя результаты и модели, пользуясь оценками, а не строгими расчетами. Оценки и модели, впрочем, дают иногда весьма ясную полуколичественную картину.

Наука – это объективное знание. Необъятное. Как Природа. Любая попытка объять необъятное лишена смысла. Нужен взвешенный выбор необходимого.

Как бы ни была объективна наука, выбор основного в ней достаточно субъективен. Этот курс предлагает систему современного естествознания в том виде, как представляет ее себе самый старый из авторов. Поэтому вы обнаружите, что результаты его соображений чудовищно гипертрофированы в сопоставлении с другими. Не считите это проявлением "мании величия". Просто то, над чем я работал сам, я знаю, конечно, получше. Для вас это будут примеры более или менее занимательных задач. Другой автор дал бы другой курс. Даже каждый из моих более молодых соавторов.

Но есть инварианты, то, что неизменно, то, что не зависит от научных предпочтений авторов. Это и представляет собою главный смысл. Мы, авторы, убеждены, что любая система понимания Природы создает основу мировоззрения и – одновременно – критицизм по отношению к предлагаемой системе. Последнее не менее важно: возбудив протест против системы, мы

стимулируем новое творчество. Удивление – так же, как возмущение – начало творчества. Научного, технического, социального.

Развитие науки идет более или менее плавно, но время от времени в ней возникают революционные всплески. И тогда вся жизнь человечества радикально изменяется. Мы не знаем, кто автор идеи колеса, но понимаем, конечно, что история человечества в существенной степени определилась этой идеей. Мы не знаем, кто изобрел рычаг, но это открытие перевернуло Землю. Теория Карно и изобретение Уатта – новый поворот в истории человечества, эра паровых двигателей. Открытия Фарадея и теория Максвелла – снова скачок в истории человечества, эра электричества. Открытия Резерфорда и теории Эйнштейна и Бора – начало эпохи ядерной энергии. Идеи Шеннона и Винера предопределили начало компьютерной информационной революции. Идеи Шредингера, Полинга и Пригожина и открытия генетиков последнего времени начинают следующую эру в истории человечества. Начало каждого нового этапа развития человечества персонифицировано, связано с именами конкретных личностей в науке. Кто оказывается революционером? Кто начинает? Выяснилось, что есть вполне определенные предпосылки для того, чтобы стать революционером в интеллектуальном деле, по крайней мере (Эфроимсон, Саллауэй). Гениальность поэтов и теоретиков проявляется в возрасте около 30 лет, гениальные прозаики и философы обнаруживают свои главные результаты в возрасте 50 лет. Это статистические данные, конечно (Бурльер).

Творчество есть главное отличие человека от всей остальной природы. Начните сейчас! Никогда не рано. Никогда не поздно!

Цель этого курса – не только дать сведения о современном естествознании, включающем естественные науки в нынешнем понимании и, в известной мере, социальные, поскольку человек и человеческое общество есть часть Природы. Не менее важная задача – возбудить то творческое, что заложено в каждом из нас. В курсе *общего естествознания*, который мы предлагаем вам, будут обсуждаться не только результаты, уже достигнутые человечеством, но и проблемы, которые перед ним стоят.

Вы должны быть готовы к тому, что одна и та же идеология будет

применяться к самым разнообразным задачам. Вы должны быть готовы к тому, например, что уравнения, описывающие динамику изменения численности популяций живых организмов, окажутся совпадающими с уравнениями кинетики химических реакций, законы экономики обнаружат сходство с законами электродинамики, а экологические закономерности окажутся основанными на термодинамике и теории информации.

Вы должны быть готовы к парадоксальным аналогиям. Вы должны быть готовы соучаствовать в разработке моделей для описания природы самых разных объектов и явлений.

За мою долгую уже жизнь мне приходилось читать лекции по общей физике, физической химии, многим разделам физики твердого тела, по некоторым разделам психологии. Я убедился в том, насколько много учебного времени мы тратим на дублирование одного и того же в разных курсах. Предлагаемая система фундаментального – интегративного – образования, устранив дублирование, не только не увеличит объем лекционных курсов, но существенно уменьшит его.

Позвольте дать вам совет относительно того, как следует изучать новую для себя науку. Конечно, лекции. Они важны, во-первых, потому, что дают систему знаний и отбора необходимого, во-вторых – никакое чтение не может заменить интеллектуального и эмоционального общения с лектором – коллегой, умудренным опытом собственных интеллектуальных и эмоциональных успехов и заблуждений. Но читать самому – необходимо. Советую вам читать один и тот же материал *не по одному учебнику*, а как минимум, по двум. Оказывается, это не увеличивает время для освоения, но наоборот, сокращает его. У вас как бы сразу несколько консультантов-собеседников!

Когда вы начинаете знакомиться с предметом, не вгрызайтесь сразу же в первый параграф. Потратьте несколько часов, чтобы обозреть сначала весь курс, увидеть связи, назначить направления главного удара. И время от времени возвращайтесь к этой процедуре – чтобы всегда видеть лес, а не только отдельные деревья в нем.

Приложение к этому курсу – библиография. Вам будет легче ориентироваться в лесу. Библиография в нашем курсе тоже не совсем обычна. Это

не просто список хороших книг. Комментарий к книгам – значимое дополнение к тексту нашей программы.

О картинках. Их немного, и они введены в текст совсем не для того, чтобы разъяснить те или иные положения, а только с той целью, чтобы красота изображений иллюстрировала красоту и разнообразие и Природы, и Науки о Природе. Впрочем, комментарии к рисункам могут дать вам и новую информацию.

По всей книжке рассыпаны афоризмы. «Афоризмы» – так и называлась книга великого врача Гиппократ. Открывалась она такой фразой: «Жизнь коротка, искусство вечно». Сборники мудрых изречений и книги по геометрии были учебниками в Древней Греции.

Этот курс может быть составной частью для совершенно разных образовательных программ. В этом смысле предлагаемая программа универсальна. В этом смысле она строго соответствует Болонской декларации об унификации требований к содержанию образования на всем пространстве Европы (см. Приложение). Но все-таки мы хотим сделать ударение не на слове «унификация», а на слове «универсализация» в применении к курсу наук.

Для тех, кто в дальнейшем посвятит себя исследованиям в физике, химии или биологии, этот курс в полном его объеме даст введение в естествознание, так что будущие научные работники увидят стыковки разных наук и такие аналогии, которые помогут им находить новые решения в той науке, которой они станут заниматься. Естественники обнаружат, что понимают общие корни их наук с психологией и литературоведением, а для гуманитариев этот курс (сокращенный вдвое или даже вчетверо по объему, но сохранивший общую систему), даст будущим экономистам и социологам, менеджерам и журналистам, дизайнерам и психологам целостную картину мира. Увидев общую, взаимосвязанную картину мира, и гуманитарии найдут совершенно новые аспекты в своей деятельности.

---

---

*Нельзя быть настоящим математиком, не будучи немного поэтом.*

*Карл Вейерштрасс*

---

---

В.Зинченко дал блестящее название одной из своих книг: «Аффект и интеллект в образовании». Это очень точно отражает одну из целей программы, которую вы намереваетесь прочитать. Не возбудив чувство (удивления, восхищения, любопытства, счастья, надежды, может быть, любви), никто, никогда и ничему не сумеет научить. Интеллект – эмоционален. Тот, кто не отыщет в себе «ген» любви к еще не познанному, никогда не станет творцом. Попробуем найти этот «ген». Он есть в каждом из нас.

Мы, авторы, будем счастливы, если эта книжка будет полезна. Хотя бы немногим.

(Значком "+" обозначены те пункты, которые следует изучать только в "максимальном варианте" – будущим естественникам и инженерам-исследователям).

В самом начале, еще перед Предисловием, вы видели несколько заметок об этой книге. Вот как появился этот специальный раздел. Мы послали препринт нашего создания нескольким выдающимся ученым разных специальностей, чье мнение о книге очень важно для нас. Отзывы, которые мы получили, не просто лестны для нас, авторов. Эти отзывы – каждый из них – оказались замечательными эссе о сущности естествознания и сущности образования. Вы найдете в них блестящие формулировки, которые вполне могли бы стать в ряд афоризмов, которые рассыпаны по страницам нашей книги.

Авторы книги благодарны авторам эссе – они обогатили книгу.

Мы благодарны Ректору Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» профессору Леониду Леонидовичу ТОВАЖНЯНСКОМУ за нетривиальную и мощную поддержку нашей работы.

Еще одна благодарность – Леониду Дмитриевичу Черкашину, эстетический вкус и профессионализм которого сделали дизайн этой научной книги произведением искусства.

*В. Кошкин*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Материя, вещество, поле. Пространство, время, масштабы. Силы. Взаимодействия. Способы описания явлений. Описание как модель. Модель как карикатура: от физики до социума. Наука и философия. Блеск и нищета аналогий. Математика в естествознании – не только язык и способ для описаний, но и метод для предсказаний. Галилей впервые ввел в науку эксперимент, поставленный специально для проверки той или иной идеи. Именно Галилей является основателем естественных наук в их современном виде. Операции с символами и характер физических законов. Математизация естествознания: понимание Природы все более основывается на математических соотношениях и теряет наглядность (Нееманн). И все-таки: «лошадь идет впереди телеги» – физическая идея предшествует математической формулировке (Гинзбург). Разумные пределы популяризации науки, и как возникают новые идеи. Фейнман как образец ученого, личности и лектора. О Гегеле и Геделе. Диалектика и аксиоматика. Любая последовательная наука основана на нескольких постулатах, которые принимаются без доказательств.

---

---

*Все науки, да и не только науки, любые интеллектуальные усилия направлены на понимание взаимосвязей между явлениями, стоящими на разных ступенях нашей иерархической лестницы – на то, чтобы найти связь между красотой и историей, историей и человеческой психологией, психологией и механизмом мозга, мозгом и нервными импульсами, нервными импульсами и химией и так далее, как вверх, так и вниз.*

*Ричард Фейнман*

---

---

Но все остальное в данной науке должно быть логически доказано на основе этих постулатов. Доказательство постулатов данной науки может быть получено только на основе каких-либо других, более общих аксиом.

---

---

*Сначала восходят к аксиомам, а затем спускаются к практике.*

*Френсис Бэкон*

---

---

Наука, история, личность. Имена в науке и ее безымянные герои. Знания человечества – памятники на могилах неизвестных солдат интеллекта. Система знания. Мироззрения. Есть ли биологические предпосылки великому афоризму Френсиса Бэкона: "Знание есть сила"? Эксперименты Кроуффта с мышами: оказывается, сильнейшей становится крыса, которая больше знает о помещении, где она находится. О вопросах "Зачем?" и "Почему?" – вопросах инженера и вопросах исследователя.

Единство природы и свобода выбора моделей для ее понимания. Свобода как предпосылка открытий. Открытия как предпосылка прогресса. Без свободы нет прогресса. Тоталитарные режимы: естественный и "неестественный" отбор. Вычислительный эксперимент Ефремова: отбор лидеров по назначению «сверху» приводит к деградации правящей верхушки. Опыт советского социализма.

Роль "слабейших" в эволюции и выживании вида при резко изменившихся условиях существования может оказаться решающей (Беляев, Кошкин).

Эгоизм и альтруизм: их проявления инстинктивны. Суперпозиция обоих качеств в каждом человеке и в обществе в целом. Биологическое происхождение альтруизма (в частности, жертвенный инстинкт спасения слабого, Эфроимсон) и теория естественного отбора Дарвина. Инстинкты как генетическая память поколений: нет ли объективного метафизического смысла в нашем восприятии мира (Шредингер). Понятие ответного инстинкта, в частности, инстинкта ожидания слабым спасения со стороны сильного и возможность естественнонаучного понимания происхождения религий как результата мифологизации этого инстинкта (Кошкин). Религия заложена в генах (Джозефсон).

Могут ли наука и религия не противоречить друг другу? Вряд ли. Но они могут жить дружественно. Энциклика великого Папы Иоанна Павла II: Разум и Вера – два крыла, «на которых дух возносится к пониманию истины». Декларация атеизма: «Разум и добрая воля – вот те два крыла, на которых человеческая цивилизация и культура вознесутся ввысь» (Гинзбург). «Вера» и «Добрая воля» приводят к одним и тем же результатам в мотивации поведения людей. Не совпадают ли эти сущности с точки зрения более «высокой» аксиоматики по Геделю?

Биологическая эволюция определяется популяциями, а не индивидуумами (Тимофеев-Ресовский). Насколько постепенна эволюция? Революции в эволюции. Генетика и неodarвинизм. (Тимофеев-Ресовский и Дельбрюк). Гены, радиация и клонирование. Естественный ядерный реактор в Африке. Не вредоносная ли радиация помогла Провидению довести совершенство Природы до *homo sapiens*? (Ф.Лики).

Чернобыль, мутации и жертвенный идеализм "зеленых". Можно ли запретить использовать то, что усиливает возможности? Человечество никогда не откажется от возможностей, которые создает для него наука: ни от тех, которые ведут к добру, ни от тех, которые ведут к беде. Чаще всего одно и то же открытие в науке становится орудием и благоденствия, и разрушения. Сохранится ли человечество?



---

---

*Открытия приходят лишь к тем, кто подготовлен к их пониманию.*

*Луи Пастер*

---

---

Курс "Общего естествознания" – это далеко не только "естествознание для пешеходов" (заимствуем этот филологический образ у Я.Б.Зельдовича), но это и руководство для тех, кто хочет научиться водить автомобиль и для тех, кто готовит себя к полетам в другие миры. В любом случае – это для тех, кто хотел бы увидеть общую картину мироздания, для тех, кто хочет найти себя в нем как творец, а не только как пользователь.

---

---

*Так же как поглощение пищи без удовольствия превращается в скучное питание, так занятие наукой без страсти засоряет память, которая становится неспособной усваивать то, что она поглощает.*

*Леонардо да Винчи*

---

---

Наука как род работы – дело увлекательное и дело счастливое.

Занятие наукой – эмоционально. Никакой угрюмой мрачности!

Только работа, доставляющая радость самому себе, может быть творческой. Нельзя заставить себя родить идею. Как нельзя заставить себя полюбить. А уж если полюбишь – то все удастся! Даже роды идеи. Даже тяжелый труд ее воспитания становится радостным.

---

---

*Наука должна быть веселая, увлекательная и простая. Таковыми же должны быть и ученые.*

*Петр Капица*

---

---

Влюбитесь в науку, и она ответит вам взаимностью.

Только бы вам не мешали любить, работать и любить свою работу!

Смысл этого Введения в том, чтобы сопоставить наши намерения и ваши ожидания. Как вы, вероятно, поняли, мы намерены излагать наше понимание Природы в очень свободном стиле.

## ПРИНЦИПЫ КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Почему механика Ньютона впереди всего? Классический принцип относительности и преобразования Галилея. Принцип инерции Галилея. Механика материальной точки. Кинематика. Динамика. Статика. Принцип независимости движений. Кинематика поступательного и вращательного движения. В преобразованиях Галилея скорости относительны, а ускорения абсолютны, они не зависят от того, в какой системе отсчета измеряются.

Уравнения движения. Движение тел в однородных полях. Что такое «поле»? Дальнодействие и скорости распространения полей. Потенциал поля. Снаряды, баллистические ракеты и спутники. Как военные ракеты использовать для мирных целей?

✦ Ускорители заряженных частиц, и зачем они нужны простому человеку. Телевизоры и компьютерные мониторы – приборы с маленькими ускорителями. Масс-спектрокопия. Ионная имплантация (внедрение ускоренных ионов в кристаллы) – новейшая технология легирования полупроводников.

Солнце и другие звезды – естественные источники частиц высоких энергий. Быстрые электроны, испускаемые Солнцем, отклоняют хвосты комет в сторону, противоположную светилу. Есть идеи строить космические корабли как парусники – с использованием фотонного и электронного ветра. Кстати, направленный поток электронов в твердом теле «сдувает» тяжелые атомы (Фикс).

Движение тел в поле центральных сил. Траектории планет. Астрономические законы Кеплера.

✦ Устойчивость траекторий относительно возмущений.

✦ Устойчивость движения по Ляпунову.

Предсказание неизвестной раньше планеты Солнечной системы (Нептун), полученное «на кончике пера» по данным об отклонении орбит других планет от расчетных (Леверье). Впрочем, это математическое дости-

жение Леверье сегодня вряд ли покажется подвигом: вычислительные возможности современных компьютеров несоизмеримы с возможностями конца девятнадцатого века.

Работа, которую производит сила. Кинетическая и потенциальная энергия. Потенциальная яма. Потенциальный барьер. Сила как градиент потенциальной энергии. Шестеренка и храповик: если края барьера крутые (градиент потенциала очень велик), то преодоление крохотной песчинки потребует большей силы, чем подъем на высокую гору, хотя затраты энергии в последнем случае неизмеримо большие. Что, где и когда решает сила; что, где и когда решает энергия?

Устойчивое механическое равновесие частицы наступает, когда равнодействующая всех сил равна нулю, а энергия системы достигает минимума. Принцип минимума энергии при достижении равновесия действует всегда и везде – от механики точки до поведения сложнейших статистических систем. В последних, как мы увидим позднее, этот принцип обобщается: это принцип минимума термодинамических потенциалов. О равновесных и стационарных состояниях систем см. ниже.

Законы сохранения энергии и импульса.

Механические моменты. Момент количества движения.

Закон сохранения момента импульса.

✦ Законы сохранения – следствия симметрии мира относительно перемещений, поворотов и инверсии времени.

Спин элементарной частицы – непонятно, что вращается, но момент импульса обнаруживается (Уленбек и Гаудсмит; Штерн и Герлах). Вращение оказывается универсальным свойством всех элементарных частиц, но почти все небесные тела (планеты, звезды, галактики) обладают собственным моментом количества движения. Квантовая постоянная Планка – одна из трех главных мировых констант – имеет размерность момента импульса.

Удобно описывать движение частицы, используя не только три ее координаты, но еще и три проекции импульса на те же оси координат. Такое пространство оказывается шестимерным. Это простейший пример фазового пространства.

✚ Механика Гамильтона: траектории в фазовом пространстве не пересекаются. Именно в форме построения механики по Гамильтону Шредингер увидел возможность сконструировать великое уравнение квантовой механики.

✚ Формализм Лагранжа.

Соударения частиц. Упругий и неупругий удар. Обнаружение давления светового потока: эксперименты Лебедева (легкая турбинка с отражающими поверхностями) и эксперименты с поверхностями, поглощающими свет, дали результаты, отличающиеся ровно в два раза. Почему? «Упругое» и «неупругое» соударения в физике атомных частиц. Потенциалы взаимодействия частиц. От бильярда Кардано – Зоммерфельда до последствий облучения кристаллов ионизирующими частицами.

✚ Краудионы Силсби, фокусировка атомных соударений – бильярд в кристаллической решетке. Если выставить длинный ряд бильярдных шаров и нанести удар по первому, то соударения каждого со следующим приведет к тому, что импульс пробежит по цепочке, так что отлетит от цепочки очень удаленный от ее начала атом. Это один из механизмов возникновения радиационных дефектов в кристаллах.

Механика систем из нескольких тел. Молекулярная динамика: одновременно рассматривается большая система частиц, кристалл, например, вводятся правила их перемещений и взаимодействия (уравнения движения) и отслеживается движение каждой из них (Вайньярд). Это, конечно, дело техники компьютеров с большой памятью и быстродействием.

Рычаг Архимеда: теоретическое обоснование было не совсем ясно древним, но рычаг был находкой для маломощной античной техники.

Равновесие рычага. Принцип Даламбера: нулевая работа при малых (виртуальных) перемещениях.

Вариационные принципы в классической динамике (например, принцип Ритца). Вариационные методы универсальны: от вычисления траекторий астрономических тел до исследования распределения плотности электронов в молекулах. Обобщение идеи виртуальных траекторий частицы в классиче-

ской динамике привело Фейнмана к идее интегралов по траекториям – одной из интерпретаций квантовой механики.

✦ Механика абсолютно твердого тела. Момент инерции. Механические степени свободы (поступательные, вращательные, колебательные). Всегда ищите центр тяжести у изучаемых вами тел. Это очень удачный выбор системы координат.

✦ Устойчивость вращений. Волчок. Прецессия и нутация. Гироскопический компас. Гироскопические системы наведения танковых пушек. Другие примеры устойчивости вращений (от электронов до галактик) мы уже упоминали.

---

---

*Нет ничего практичнее хорошей теории.*

*Людвиг Больцман*

---

---

Механика колебаний. Отрицательная обратная связь. Классический осциллятор. Собственная частота. Затухание. Линейный отклик на внешнюю силу. Резонанс: амплитуда колебаний гармонического осциллятора резко возрастает, когда частота внешнего воздействия совпадает с собственной частотой. Как не нужно строить самолеты.

✦ Параметрический резонанс. Как Вы раскачиваетесь на качелях без помощи тех, кто в Вас влюблен.

Фазовое пространство, координаты фазового пространства. Плоское сечение: фазовая плоскость и фазовый портрет: все возможные состояния системы – одним взглядом. Фазовый портрет осциллятора при различных значениях энергии и параметров затухания. Геометрический подход к изучению поведения динамических систем (Пуанкаре).

---

---

*Существует поразительная возможность овладеть предметом математически, не поняв существа дела.*

*Альберт Эйнштейн*

---

---

Малые отклонения от равновесия и возвращающая сила, пропорциональная отклонению – линейные системы. Математический маятник в приближении гармонического осциллятора.

✦ Когда отклонение системы от равновесия не очень мало, возвращающая сила уже не просто пропорциональна отклонению, а зависит от этой величины более сложным образом. Здесь возникают первые следствия нелинейности в системах с обратной связью – ангармонизмы. Забегая вперед, отметим, что в строго периодических структурах, например, в кристаллической решетке, строго гармонические волны не рассеиваются, и теплопроводность таких тел была бы бесконечно большой. В идеальных кристаллах теплопроводность ограничивается именно ангармонизмами. Фазовый портрет математического маятника при значительных отклонениях от равновесия.

Колебания в непрерывных средах. Волны: частота, длина волны, скорость распространения.

✦ Сложное поведение нелинейных динамических систем. Как возникает хаос траекторий движения отдельной частицы в ее фазовом пространстве при нелинейных параметрах движения?

Отрицательная обратная связь и устойчивость систем.

Отрицательные обратные связи в живом организме и закон постоянства внутренней среды организма (Бернар).

✦ Гипофиз и гипоталамус – гуморальный (химический) и нервный (электрический) центры управления организмом.

✦ Почему наступает смерть. Предельный возраст как эффект «хвоста хромосомы» (Хайфлик). Предельный возраст – как результат закономерного уменьшения способности к адаптации (П.Лазарев). Организм как адаптирующаяся система. Предельный возраст как результат неадекватной адаптации центров, через которые осуществляется обратная связь в организме, по отношению к росту организма: системные болезни старости – диабет, атеросклероз, онкология (Дильман). По разным количественным оценкам природа определила человеку максимальную продолжительность жизни 120 лет.

---

---

*И сказал Господь [Бог]: не вечно Духу моему быть пренебрегаемым человеками [сими], потому что они плоть; пусть будут дни их сто двадцать лет.*

*Бытие, (6,3).*

---

---

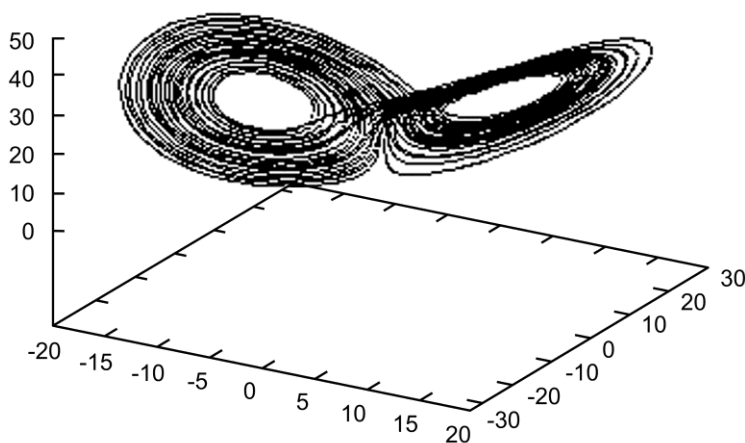


Рисунок 1 – Траектория трехмерной нелинейной динамической системы в странном аттракторе Е.Н.Лоренца.

Аттрактор – область пространства параметров системы, в которую траектория входит «раз и навсегда». Странность аттрактора Лоренца в том, что траектория движения, оставаясь в пределах аттрактора, непериодическим образом перебрасывается из одного лепестка аттрактора в другой. Последовательность этих переходов неустойчива относительно выбора начального состояния системы. Благодаря этому малейшая неопределенность в данных о начальном состоянии системы делает ее движение непредсказуемым. Важно заметить, что 3 – минимальная размерность пространства координат, в котором может реализоваться странный аттрактор. Нелинейная динамическая система Э. Лоренца была получена при моделировании конвекции в атмосфере, подогреваемой снизу. При достаточно больших разностях температур в атмосфере возникает критический режим конвекции – в этом случае конвекция становится нестационарной и нерегулярной. Лоренц исследовал предельно упрощенную систему, в которой учтены безразмерные параметры модели:  $X$  – параметр распределения скоростей жидкости,  $Y, Z$  – параметры нелинейного распределения температуры. Применение безразмерных параметров позволяет описать совершенно разные по природе явления с помощью одинаковых математических приемов. Подобные системы безразмерных (приведенных) параметров в обобщенном пространстве координат могут быть не только трехмерными, но и пространствами с очень большим числом независимых переменных.

А оптимальную – для продолжения рода – 25–35 лет. Старение человечества и неравномерность воспроизводства населения. Как вы думаете, какие следствия этих процессов ожидают человечество?

---

---

*Представляйте вещи простыми, насколько это возможно, но никак не проще.*

*Альберт Эйнштейн*

---

---

Классическая теория поглощения инфракрасного излучения веществом: возбуждение колебаний ионов в молекуле или кристалле под действием периодического поля электромагнитной волны. Квантовая аналогия – в первый раз. Закон Бугера – общий закон поглощения излучений. Куда уходит поглощенная веществом энергия света? Ответ: она преобразуется в тепловую энергию хаотического движения частиц в веществе.

✦ Инфракрасный анализ вещества – нахождение резонансов. Можно установить, какие химические связи, и между какими атомами есть в данном веществе. Но связи между одинаковыми атомами обнаружить с помощью инфракрасной спектроскопии не удастся. Почему молекула кислорода не поглощает инфракрасное излучение, а молекула окиси углерода поглощает.

Что такое "парниковый эффект", и чем он опасен для человечества (Будыко).

Цепные реакции – пример положительной обратной связи (Семенов, Хиншелвуд – эксперимент, Зельдович, Харитон – теория): со удара активных частиц с неактивными могут приводить к образованию еще большего числа активных. Так и происходят взрывы – химические, ядерные, популяционные.

---

---

*В физике часто случалось, что существенный успех был достигнут проведением последовательной аналогии между несвязанными по виду явлениями.*

*Альберт Эйнштейн*

---

---



Динамика биологических популяций: отрицательная и положительная обратная связь. Как популяции живых организмов развиваются, и как они погибают.

Дифференциальные уравнения – описание явлений как непрерывных процессов. Описание процессов в терминах дискретных моделей и рекуррентных соотношений.

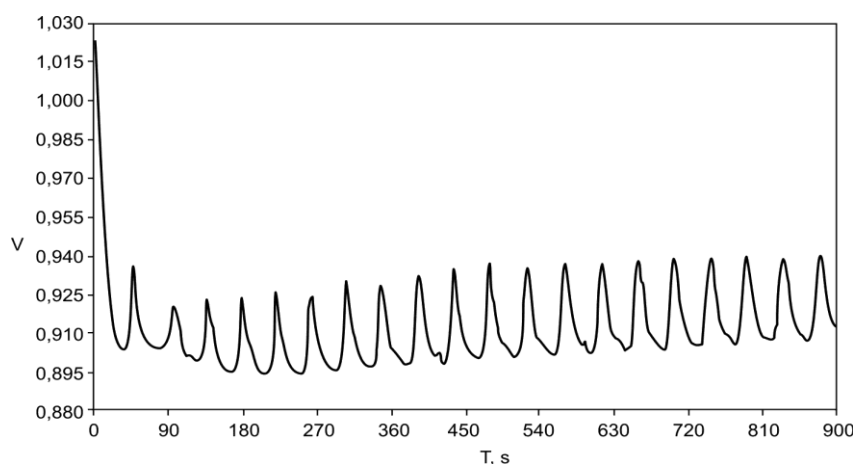


Рисунок 2 – Временной ход осциллирующей реакции Белоусова – Жаботинского.

Это автокаталитическая реакция окисления малоновой кислоты в присутствии сульфата церия и бромата калия. Представлены показания спектрофотометра, измеряющего поглощение в растворе на длине волны 317 мкм. Автокатализ – явление, в котором продукты реакции влияют (стимулируют или подавляют) на ход реакции. Это явление при определенных условиях приводит не к монотонным, а к периодическим изменениям концентрации продуктов. Это – одно из простейших проявлений так называемых нелинейных эффектов в кинетике эволюции систем. Периодические изменения поглощения на рисунке соответствуют колебаниям концентраций трехвалентных и четырехвалентных ионов церия в растворе. Изменение величины заряда ионов церия (степени окисления) с одной стороны есть результат реакции, а с другой входит в цикл автокатализа. Лимитирующей стадией («узким горлом») реакции является периодическое подавление (ингибирование) автокатализа. Присутствующая в растворе диброммалоновая кислота образует комплекс с трехзарядными ионами церия, в результате чего реакция могла бы прерваться. Однако этот комплекс неустойчив. Время его распада примерно соответствует периоду реакции. Именно это предопределяет продолжение реакции – вновь по той же схеме. Математическая модель периодической реакции Белоусова-Жаботинского, как и рассмотренный случай "бабочки Лоренца", тоже включает аттрактор. Он классифицируется как «пределный цикл». Периодические реакции такого типа часто наблюдаются в микробиологических объектах. Их иногда называют биологическими часами. Подобные колебательные режимы возникают и в макробиологии – периодические изменения численности популяций животных.

Если мир есть Великий Компьютер, то – какой? Классическая физика отвечает: этот компьютер аналоговый, процессы непрерывны. Но дискретность многих материальных величин, например, зарядов и энергий подталкивает к мысли, что этот компьютер цифровой, он оперирует состояниями дискретных ячеек. Простейший образ динамики – ходы шахматной фигуры по клеткам доски. А если пространство состояний дискретно, то и время дискретно – об этом рассуждал еще Аристотель. Дискретные динамические системы называют «клеточными автоматами» (фон Нейман, Улам; Тоффоли, Маргулис). Множество физических явлений можно промоделировать с достаточной точностью с помощью клеточных автоматов. Что мешает модели клеточных автоматов стать фундаментальной физической теорией? Вот одна из причин – достаточно сложные клеточные автоматы при выполнении программы попадают в состояния, из которых некуда ходить. Это так называемые «алгоритмические клинчи». Тогда на помощь должна прийти новая сверхпрограмма выхода из клинча. Статистика алгоритмических клинчей может много рассказать о процессе саморазвития системы (Кучер, Шкорба-тов). Но поступает ли так Природа?

Колебательные режимы в психологии и экономике общества (Кондратьев, Маслов, Петров, Мартиндэйл, Кошкин). Похоже, что изменения психологии общества предшествуют изменениям в экономике (Маслов). Что же первично в человеческом обществе – «духовное» или материальное? Циклы солнечной активности и периодичность революций, эпидемий и бунтов (Чижевский).

Уравнения динамики развития науки, статистика количества публикаций, логистический закон и ступеньки на гладких кривых, связанные с появлением принципиально новых идей (Бернал, Прайс, Налимов, Кун).

Что такое стационарное состояние системы? Стационарным может быть и колебательное состояние, а не только отсутствие перемещений. Что такое равновесие? Это состояние в отсутствие или при компенсации сил. Чем отличается стационарное состояние от равновесного?

✦ Сложение колебаний. Биения. Комбинационное рассеяние света (Мандельштам, Ландсберг, Раман) – в классической и квантовой интерпрета-

ции. Эта параллель – во второй раз. Но тоже не в последний. Определение спектров комбинационного рассеяния позволяет обнаружить связи между одинаковыми атомами. "Несущие" и "модулирующие" частоты в технике телекоммуникаций.

Сложение одинаково направленных и взаимно перпендикулярных колебаний. + Фигуры Лиссажу.

+ Связанные осцилляторы. Экситоны Френкеля, их образование, перемещение и распад в кристаллах.

Интерференция и дифракция волн. Стоячие волны. Резонаторы, интерферометры, интерференционные светофильтры (см. также раздел 3).

Разложение периодических функций в ряд Фурье состоит в нахождении набора частот и соответствующих им амплитуд и фаз монохроматических колебаний (колебаний с фиксированной частотой), сложение которых полностью описывает любой сигнал. Спектральный анализ в оптике, акустике, радиотехнике, строительстве. По Гельмгольцу слуховое различение есть результат психофизиологического Фурье-разложения рецепторами – столбиками Корти (их около 3000 в ухе человека), каждый из которых настроен на свою частоту. Восприятие звука.

Т. Юнг, Гельмгольц и Максвелл: восприятие цвета определяется доминирующей частотой (цветовым тоном), яркостью и насыщенностью (мерой вклада цветового тона по отношению к серому). Есть несколько разных моделей цвета. Характеристики цвета для художника, физика, инженера, физиолога, компьютерщика различны. Наука влияет на искусство. Идеолог пуантилизма (предельно выраженной техники импрессионизма, состоящей в отображении реального цвета сочетанием разделенных «чистых цветов») великий художник Жорж Сера построил свою систему живописи на основе идей Ньютона, Грасмана и Шевреля о смешении дополнительных цветов.

Компьютерная обработка звука и изображения, или как стать звездой без слуха, голоса и даже без красоты: «Мисс Вселенная» и откорректированная компьютером «Виртуальная Мисс Вселенная» (Мачотка). А что будет, когда не только визуальным и слуховым восприятием станет возможно управлять, но еще и тактильными ощущениями?...Пофантазируйте! Что ста-

нет с человечеством? Сохранится ли оно? Не станет ли компьютерная революция началом конца человечества? Этот вопрос – в первый, но не в последний раз.

Инфразвук. Как сорвать представление и как обеспечить его успех с помощью инфразвука. Роберт Вуд в мифологии современной науки. Отчего погиб экипаж «Летучего голландца»? Возможно, просто из-за того, что капитан не читал «Одиссею», ведь Гомер рассказал, как Улисс уберется от сирен. Есть основания полагать, что из-за постоянных тектонических процессов в районе Бермудского треугольника генерируется низкочастотное излучение большой мощности.

Ультразвук. Неразрушающие методы диагностики металлических конструкций и организма человека. Различие скорости звука в разных средах и коэффициент отражения. Разрушающее действие ультразвука. Ультразвуковое дробление.

✦ Дисперсия – зависимость скорости звука от частоты. У слова дисперсия много разных значений, см. ниже). Групповая и фазовая скорости распространения волн – звуковых и световых. Волновой пакет. Что такое фотон? Это не очень ясно до сих пор. Но все-таки: цуг волн, волновой пакет и солитоны – разные варианты описания компактного распространения волнового сигнала в пространстве.

✦ Линейные и нелинейные динамические системы, в том числе, взаимоотношения «хищник – жертва», в терминах дифференциальных уравнений и в терминах компьютерной модели клеточных автоматов.

Периодические изменения заготовки пушнины. Уравнения Вольтерра, и что случилось селедкой в Первую мировую войну. Жизнь рыб и периодические химические реакции Белоусова – Жаботинского в модели «хищник – жертва». Отрицательные обратные связи в экономике. "Алхимия финансов" Дж. Сороса: общая закономерность «бум – спад». Инерционность механического движения по Галилею, инерционность финансовых потоков и инерционность массовой психики.

Условные рефлексы Павлова и бихевиоризм Торндайка – Уотсона. Обучение как взаимодействие организма со средой – снова отрицательная

обратная связь. Механизмы сопоставлений. Павлов: структура сознательного поведения, баланс возбуждения и торможения.



Рисунок 3 – Распространение нелинейных волн окисления в реакции Белоусова – Жаботинского на мембране.

Пространственная неоднородность реакции возникает за счет неустойчивости предельного цикла (с периодическими изменениями концентраций) в системах типа той, которая представлена на рисунке 2. Если взаимодействующие частицы распределены в объеме, то возникающая «конкуренция» скоростей реакций и скоростей доставки компонентов реакции путем диффузии становится существенной. Возникает запаздывание во времени, а диффузия восстанавливает возможность реакции, но уже на некотором расстоянии. Поэтому количество получающихся продуктов реакции распределено в пространстве неоднородно. По аналогии с периодическими колебаниями концентрации во времени (см. рисунок 2) возникают периодические изменения концентрации в пространстве, некие "волны концентрации". Волновое движение фронта реакции неустойчиво – достаточно слабого движения воздуха над мембраной, и подвижная картина непредсказуемо преобразуется. Но волны такого же происхождения могут существовать очень долго. Примеры подобных диссипативных структур – лишайники на скалах в горах и структуры кристаллических островов. Возникновение такого рода структур и процессов объяснил Илья Пригожин, Нобелевский лауреат, житель Брюсселя, человек Вселенной.

---

---

*Если не грешить против разума, нельзя вообще ни к чему прийти.*

*Альберт Эйнштейн*

---

---

Философия детального и холистского детерминизма в Природе (Цех-мистро).

Механика сплошных сред: характеристика вещества как целого, без учета его дискретной, атомной структуры. Оказывается, что такой подход дает большие возможности для описания и предсказания явлений. Разумеется, свойства макроскопических тел, в конечном счете, сводятся к взаимодействиям дискретных частиц, атомов, которые составляют эти тела. Но в макроскопических проявлениях описание среды как непрерывной оказывается плодотворным.

Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Модуль Юнга и модуль сдвига.

✦ Тензор напряжений и деформаций в анизотропных кристаллах. Короткое введение в тензорный анализ.

Течение жидкости. Закон Бернулли. Уравнение непрерывности потока. Увеличение скорости жидкости (или газа) в трубе приводит к уменьшению давления на стенки. Эффект Магнуса и секреты игры в настольный теннис. Почему притягиваются друг к другу два корабля, движущиеся параллельными курсами. Замечательный пример того, как факт движения создает силу, перпендикулярную направлению движения. Мы найдем аналог этому в электродинамике – силу Лоренца. Впрочем, и магнитное поле возникает как результат движения электрического заряда: если заряд останавливается, магнитное поле исчезает.

Подъемная сила. Почему летит птица и самолет? Идеи от Леонардо и до Жуковского и Сикорского. Почему пассажир, даже очень агрессивный, не захочет заставить летчика остановить двигатели самолета во время полета. Чем отличается вертолет от самолета? Чем отличается полет стрекозы от полета птицы?

Вязкость жидкости: чтобы переместить слой жидкости относительно другого слоя, нужно приложить силу. Мы увидим, что такие же по природе силы определяют процессы перемещения атомов в конденсированных средах – диффузию, такие же по происхождению силы определяют силы трения. Сила, противодействующая перемещению слоев жидкости, пропорциональна градиенту скорости, перпендикулярному направлению перемещения, коэффициент пропорциональности – коэффициент вязкости. Почему искусственные

спутники Земли летают без двигателей так долго, а самолет так не умеет. Почему такие спутники, в конце концов, все-таки падают на землю.

✦ Микроскопическое описание коэффициента вязкости. Уравнение Бачинского–Френкеля–Андраде.

Течение крови в кровеносной системе. Уравнение Пуазейля. Чем опасен атеросклероз? Столбики эритроцитов, их форма и реология (Чижевский).

Как и почему происходит эволюция ученого от медицины к физике (Гельмгольц, Пуазейль, Чижевский, Полинг, Мессбауэр...). Желание найти глубинные причины? Как и почему происходит эволюция физика в направлении разработки технологий (Курчатов, Оппенгеймер, Теллер, Сахаров...). Желание применить открытия законов Природы в практике? «Technical sweet» – непреодолимое желание ученого: поняв неизвестный раньше закон Природы, довести понятное до воплощения на практике. Ученый как творец и добра, и зла для человечества. Можно ли регламентировать все это?

✦ Строение жидкости: жидкость более сходна с кристаллом, чем с газом. По крайней мере, при температурах, не очень сильно превышающих точку плавления (Френкель).

✦ Что такое дальний и ближний порядок. При плавлении кристаллов ближний порядок сохраняется, а дальний нарушается. Переход полупроводник–полупроводник или полупроводник–металл при плавлении (Иоффе, Регель, Мотт). Стеклообразные полупроводники (Горюнова, Коломиец).

✦ Параметр порядка в разных контекстах (Брэгги, Френкель, Гинзбург, де Жен). Как регулировать вязкость воды с помощью растворения солей (Самойлов).

Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Вихри в жидкостях и газах. Роль вариаций температуры и плотности газов и жидкостей в судьбе урожая в нынешнем году и в судьбе человечества в ближайшем будущем. Распределение температуры, плотности газа и его давления по высоте и вдоль земной поверхности создает предпосылки для образования циклонов и антициклонов – ламинарных потоков воздуха.

Резкие перепады давления вдоль поверхности – причина тайфунов и торнадо. Столкновение потоков приводит к возникновению турбулентности – вихрей (смерчей). Потоки в Мировом океане (Гольфстрим, Кюросоо и другие) определяются разностью плотности нагретой и более холодной воды в разных участках Земного шара. Гольфстрим, создавший благоприятный климат для возникновения и развития европейской цивилизации, может «нырнуть» вглубь, если из-за потепления климата на севере Европы в результате деятельности человека температура поверхностных вод поднимется выше критической точки. Тогда климат Англии станет таким же, как климат Аляски. Как влияет распределение скоростей макроскопических потоков в жидких средах на кинетику химических реакций: диффузия, стационарные и нестационарные потоки (Левич). Как разрастаются коралловые острова. Открытие сверхтекучести (П.Капица) – перемещение потоков жидкого гелия без трения при очень низких температурах. Теория этого явления (Ландау).

Принцип относительности Галилея и принцип относительности Эйнштейна утверждают полную тождественность всех законов природы в инерциальных системах. Ускорение – абсолютно, и не может быть устранено выбором системы отсчета. Уравнения движения Ньютона – дифференциальные уравнения второго порядка. Возможно, это следствие экстремального принципа законов равновесия, когда первые производные по тем или иным физическим параметрам равны нулю, и поэтому проявляются только вторые и более высокие производные. Может быть, пока это – скорее, вопрос философии.

Неинерциальные системы отсчета.

Силы инерции, их динамическое происхождение. Сила гравитации, ее потенциальный характер. Ванна Архимеда, лифт Эйнштейна и невесомость. Почему космонавтов тренируют в бассейнах.

Эквивалентность инертной (динамической) и гравитационной (потенциальной) масс доказана экспериментально с очень высокой точностью (Кавендиш, Этвеш, Дикке, Брагинский). Это в высшей степени нетривиально, это не следует ни из каких более общих соображений, и этот факт является физическим основанием идеи общей теории относительности Эйнштейна. Эксперимент Паунда и Ребки. Красное смещение частоты излучения в грави-



тационном поле. Гравитационное отклонение луча. Объяснение отклонений траектории Меркурия в его движении вокруг Солнца. Черные дыры, где гравитационное притяжение настолько велико, что ничто не может преодолеть его, даже свет. Сфера Шварцшильда. Квантовые поправки Хокинга в теории гравитации показывают, что классические черные дыры все-таки могут излучать энергию.

---

---

*С тех пор, как за теорию относительности принялись математики, я ее сам уже больше не понимаю.*

*Альберт Эйнштейн*

---

---

✦ Кривизна пространства. Геодезические линии. Эйнштейн был первым, кто ввел топологические свойства в физическую картину природы, показав, что, казалось бы, абстрактные математические идеи, как, например, геометрические модели Римана или Лобачевского и тензорные соотношения Леви–Чивитты, приобретают вполне материальный, наблюдаемый, физический смысл. Столь же важен гениальный шаг Шредингера, который ввел в физику совершенно абстрактный математический аппарат операторов и показавший, что только их собственные числа имеют смысл наблюдаемых физических величин. Шредингер сформулировал идею и написал свое великое уравнение, но решить его сам не сумел. Вейль помог. Вот пример высочайшей морали в науке: Вейль отказался быть соавтором Шредингера в его эпохальном уравнении. Вейль считал, что его роль была только технической... Не уступив Вейлю в благородстве, Шредингер указал в статье своего реального соавтора.

Принцип относительности Эйнштейна и преобразования Лоренца. Лоренц, Лармор, Пуанкаре и Эйнштейн на пороге открытия специальной теории относительности. Почему Эйнштейна по праву считают создателем этой теории. Релятивистская кинематика. Предельная скорость – скорость света. Разные определения скорости света.



Рисунок 4 – Фотография урагана, снимок со спутника  
([www.fluid.nl/WDY/vort/intro/atmosph.html](http://www.fluid.nl/WDY/vort/intro/atmosph.html)).

Глаз циклона (в центре) имеет диаметр 27 км. Общая площадь, которую он покрывает – десятки тысяч квадратных километров. Наука уже сегодня умеет предсказать условия, в которых вероятно зарождение урагана, можно с некоторой вероятностью прогнозировать его развитие и продвижение. Но предсказывать, где и когда образуется очередной ураган, наука не берется. Модель странного (хаотического) аттрактора Лоренца показывает, что атмосфера настолько неустойчивая система, что детальные предсказания почти невозможны. Э.Лоренц нашел великолепный поэтический образ для этой ситуации. «Бабочка Лоренца»: атмосфера может быть столь неустойчива, что взмах крыльев бабочки на одном берегу океана вызовет ураган на другом его берегу. Между тем, ураганы – совсем не поэтические образования. Они приносят огромные бедствия и огромные человеческие жертвы. Ураган Катрин осенью 2005 года в США уничтожил Нью-Орлеан и убил более 6 тысяч его жителей. Есть основания полагать, что как увеличение частоты возникновения ураганов, так и их возрастающая мощь связаны с изменениями распределения температур в атмосфере Земли, что вызвано технологической деятельностью человечества. Природа реагирует на общее увеличение температуры атмосферы Земли.

Опыт Майкельсона и Морли – демонстрация инвариантности скорости света в разных инерциальных системах отсчета. Относительность одновременности.

Релятивистская динамика. Релятивистская масса. Релятивистские энергия и импульс. Энергия покоя. Наша Вселенная, которая, возможно, ро-

дидась от одного поцелуя двух очень энергичных частиц. «Большой взрыв» по Гамову: результат – реликтовое излучение, заполняющее всю Вселенную. Это низкочастотное излучение обнаружено при радиочастотном зондировании Космоса. Первые три минуты по Вайнбергу. Эволюция Вселенной. Эйнштейн и Фридман. Расширяющаяся Вселенная и звезды, которые схлопываются, превращаясь в черные дыры. Постоянная Хаббла.

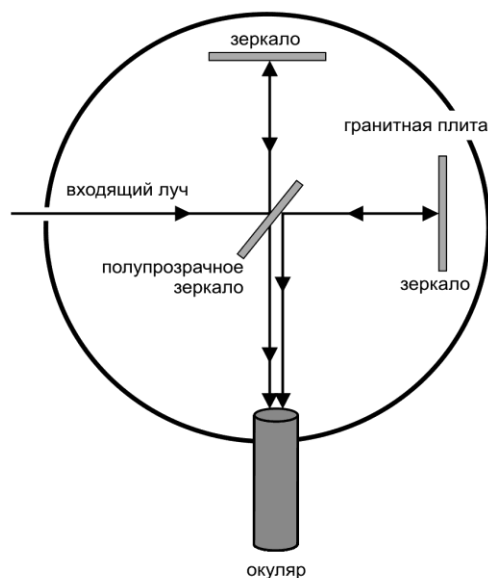


Рисунок 5 – Схема эксперимента Майкельсона–Морли по обнаружению «эфирного ветра», 1887 г.

Это был действительно эпохальный эксперимент. Его авторы поставили целью определить, есть ли разница в скорости распространения светового сигнала, отправленного строго в направлении скорости вращения Земли вокруг своей оси и в противоположном направлении. Эксперимент с немыслимой в те времена точностью был основан на определении разности фаз световой волны, прошедшей путь от одной горы до другой и обратно. Оказалось, что скорости света в этих двух направлениях совпадают. Отрицательный результат опытов был осознан как свидетельство инвариантности скорости света относительно скорости перемещения приемника и источника и отмечен Нобелевской премией 1907 г. О взаимоотношениях теории и эксперимента: при написании своих знаменитых статей 1905 года, в которых сформулирована специальная теория относительности, Эйнштейн не упомянул об эксперименте Майкельсона–Морли. Много лет спустя Эйнштейн так комментировал это: «Видимо, я просто считал его результат само собой разумеющимся». Сам же автор революционного эксперимента Майкельсон симпатизировал Нерелятивистской картине мира. И отреагировал на развитие теории относительности следующими ироничными словами: «Если бы я мог предвидеть все, что вывели из результатов моего опыта, то не стал бы его делать».

✦ Ускорение в релятивистской механике – не только в направлении действия силы, но еще и в перпендикулярном ей. Что такое «метрика пространства»? Задать метрику – значит указать правило определения расстояний между точками в нем.

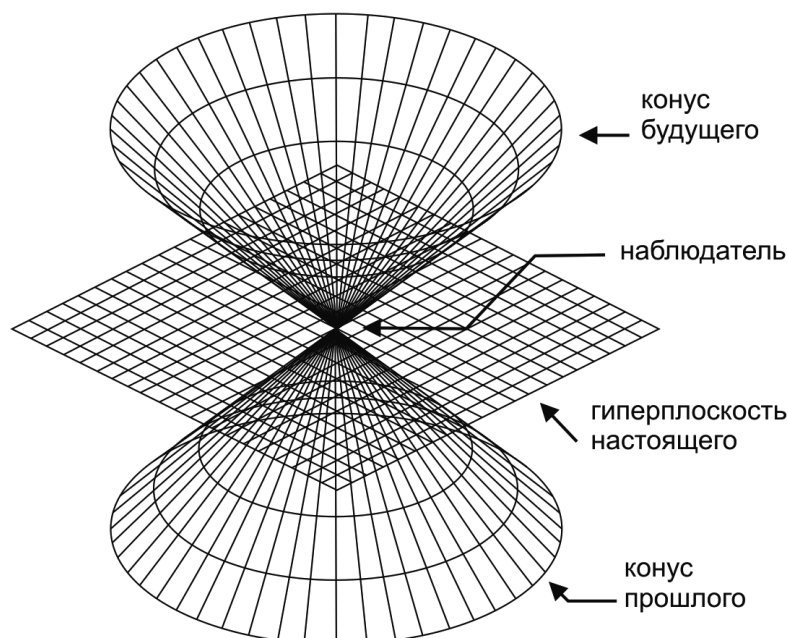


Рисунок 6 – Конус Минковского – следствие специальной теории относительности.

Ось конуса – ось времени. Для мира на плоскости показаны пространственно-временные границы области возможных причин и области возможных следствий. В 1908 г. (всего через три года после появления великой статьи Эйнштейна) Герман Минковский заявил: «Отныне пространство само по себе и время само по себе должны обратиться в фикции, и лишь некоторый вид соединения обоих должен еще сохранить самостоятельность». Минковский ввел понятие пространственно-временного интервала, который в соответствии с теорией Эйнштейна отражает важнейший закон Природы: течение времени и изменение пространственных координат взаимосвязаны, а обозначение какого бы то ни было события – это его координаты в пространстве-времени. На рисунке обозначены области в пространстве-времени, которые соответствуют возможному прошлому, возможному будущему, точке настоящего. Точки в пространстве-времени вне конуса Минковского не могут соответствовать никаким реальным событиям. Впрочем, только если не существуют тахионы – особые частицы, которые движутся со скоростями принципиально большими, чем скорость света... Их существование не противоречит теории относительности.

✦ Четырехмерный пространственно-временной интервал (три пространственные координаты и время). Световой конус Минковского. «Пятиоптика» Румера, пятая координата – момент количества движения. Вспомним, что квантовая постоянная Планка имеет именно эту размерность.

Введение актуальных координат – прерогатива не только физики. Семантический дифференциал Осгуда и пространство личностных смыслов. Оказывается, можно указать количественную меру различий двух людей в их отношениях к понятиям, явлениям и в их социальных установках. Может быть, этим стоит воспользоваться влюбленным, прежде чем вступить в брак?

---

---

*Наука не сводится к сумме фактов, как здание не сводится к гряде камней.*

*Анри Пуанкаре*

---

---

Еще раз аналогии между светом и звуком. Эффект Доплера: зависимость частоты от скорости и направления источника излучения. Эффект Доплера в медицинских исследованиях.

✦ Сверхзвуковые движения. Число Маха. Звуковой барьер. Почему сверхзвуковые самолеты экономичнее дозвуковых.

## ПРИНЦИПЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

Любое материальное тело в определенных условиях проявляет свойства волны. Волна де Бройля. Дифракция волн де Бройля: опыты Джермера и Дэвиссона. Электронография, рентгенография и оптическая интерференция. Как и зачем используют эти методы для анализа вещества?

Кванты, которые придумал Планк, и реальность которых подтвердила вся современная физика.

---



---

*...каждый выдающийся исследователь вносит свое имя в историю науки не только собственными открытиями, но и теми открытиями, к которым он побуждает других.*

*Макс Планк*

---



---

Законы фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта. Столетов. Фотохимия: законы Гроттгуса и Эйнштейна. Теория фотоэффекта Эйнштейна.

✦ Эффект Комптона.

Тепловое излучение. Закон Стефана–Больцмана, закон смещения Вина. Лампочка накаливания больше похожа на Солнце, чем лампа дневного света – почему. Распределение общей энергии излучения по частотам.

Как устроены атомы – опыты Резерфорда. Стационарные состояния квантовых частиц. Атом Бора. Квантовые числа. Интерференционная природа квантования энергии: стоячие волны на разрешенных квантовых орбитах.

Переходы между дозволенными состояниями. Спектры поглощения и испускания – первые экспериментальные основания атомной физики. Спектральные аппараты. Эмиссионная и абсорбционная спектроскопия для химического анализа веществ. Спектроскопия в оптическом диапазоне частот и рентгеновская спектроскопия. Применения спектроскопии для качественного и количественного определения состава и химических связей в веществе.

---

---

*Если у общества появляется техническая потребность, то она продвигает науку вперед больше, чем десяток университетов.*

*Фридрих Энгельс*

---

---

✦ Квантование колебательного движения. Квантовый осциллятор. Нулевые колебания. Пример их макроскопического проявления – гелий, который не кристаллизуется до самых низких температур (только при приложении давления). Квантование вращательного движения. Орбитальные квантовые числа электронных состояний в атомах.

Спин и магнитный момент элементарной частицы. Электронный и ядерный магнитные резонансы. Что такое «свободные радикалы»?

Уравнение Шредингера и формализм Гамильтона. ✦ Операторы как символы математических действий. Алгебра операторов. Матричное представление операторов. Оператор импульса, оператор энергии. Собственные функции и собственные значения оператора Гамильтона в квантовой механике – это наблюдаемые состояния квантовых частиц. Например, такие состояния электронов на атомных орбитах соответствуют тому, что волны де Бройля на этих орбитах интерферируют сами с собою, так что образуются стоячие волны, положение узлов и пучностей которых неизменно во времени. Любые другие состояния электронов в атомах принципиально ненаблюдаемы.

Статистическая интерпретация волновой функции: квадрат ее модуля есть плотность вероятности обнаружить частицу в данной точке пространства-времени (Борн).

✦ Матричная формулировка квантовой механики Гейзенберга, Борна и Иордана. Тожественность формулировок квантовой механики по Шредингеру и по Гейзенбергу, доказанная Шредингером.

Есть лишь несколько аналитических решений уравнения Шредингера для атомных и молекулярных систем (атом водорода, молекулярный ион водорода, молекула водорода). Все остальные расчеты – приближенные. Современными методами вычислительной математики дают возможность сделать эти расчеты сколь угодно точными, если только введены правильные (наилучшим образом отвечающие реальности) потенциалы в оператор Га-

милтона. Именно в этом и состоит искусство и заслуга ученого, занимающегося задачами квантовой механики.

---

---

*Всякая точная наука основывается на приближительности.*

*Бертран Рассел*

---

---

Квантовая частица в потенциальной яме. + Электроны в телах малого размера. Квантовый размерный эффект (И. Лифшиц, А. Косевич). Нанoeлектроника. Волновые свойства тяжелых частиц. Квантовая диффузия гелия при низких температурах (И.Лифшиц, Андреев, Есельсон).

Туннельный эффект, подбарьерное прохождение частиц и надбарьерное отражение есть эффекты, порождаемые исключительно волновыми свойствами частиц.

+ Эффект Манделштама – Зелени в классической оптике. Туннельный эффект в физике ядра (Гамов). Туннельные химические реакции (Гольданский). Туннельная сверхпроводимость (Джозефсон). Излучение Джозефсона (Дмитренко, Янсон, Свистунов).

---

---

*Национальной науки нет, как нет национальной таблицы умножения.*

*Антон Чехов*

*Наука не имеет отечества.*

*Луи Пастер*

---

---

"Волна-пилот" де Бройля и Вижье. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Их гносеологический смысл. Парадокс Зенона об Ахиллесе и черепахе и соотношение неопределенностей. Причинность в квантовой физике. Есть ли «скрытые параметры» в квантовой физике, которые вполне детерминированы, а статистический характер волновой функции определяется их наборами (Бом, Яноши)?

Что такое «измерение». Получение информации как необратимый



процесс: определяемый объект и измерительный прибор вступают во взаимодействие. Принципиальные ограничения точности измерений согласно соотношениям неопределенности. Редукция волнового пакета вероятностей – обнаружение частицы сейчас и здесь.

✦ Парадокс Эйнштейна, Подольского и Розена и неполевые взаимодействия частиц, распространяющиеся со скоростями, превышающими скорость света и (или) сохраняющиеся на сколь угодно больших расстояниях.

✦ Теорема Белла: две частицы, которые когда-либо взаимодействовали друг с другом, сохраняют когерентность навсегда. Даже после развода. «Информационно» связанные частицы – суперпозиция квантовых состояний. Один кубит информации, равный одному биту, определяющий направление спина электрона. Любое измерение разрушает состояние суперпозиции, и принципиально невозможно «сделать копию или прочесть квантовую информацию», но есть возможность переслать ее с места на место (Беннет). Эта возможность была доказана Зайленгером с сотрудниками в 1998 году. Более того, не исключается возможность и передачи материального тела, например, атома или даже большой молекулы с помощью специальных операций, обеспечивающих сохранение когерентности. Впрочем, оказывается, что два фотона, например, которые ранее не взаимодействовали, могут приобрести когерентность. Помимо принципиальной важности этого результата и для физики, и для понимания мира, этот результат приведет со временем к созданию принципиально новой техники – квантовых компьютеров. Работы в этом направлении уже ведутся. Есть предпосылки надеяться, что квантовая передача сигнала может быть устойчивой к шумам.

---

---

*Квантовая механика дала возможность крайне деликатно и тонко управлять природой. И должен вам сообщить, джентльмены, как это ни прискорбно, что для того, чтобы принять в этом участие, вам необходимо как можно скорее изучить квантовую механику.*

*Ричард Фейнман*

---

---

Так возможна ли телепатия? Нобелевский лауреат Джозефсон исследует паранормальные явления, которые не укладываются в наше понимание мира. Является ли это «лженаукой»? Насколько это опасно? Лженаука действительно очень опасна, если ее заявления принимаются некритично. Но очень опасно и отвергнуть нечто принципиально новое в иррациональных построениях. На самом деле есть критерий – воспроизводимость результатов в независимых испытаниях.

---

---

*Три стадии признания научной истины: первая – «это абсурд», вторая – «в этом что-то есть», третья – «это общеизвестно».*

*Эрнест Резерфорд*

---

---

*Должен ли я отказаться от хорошего обеда лишь потому, что не понимаю процесса пищеварения?*

*Оливер Хэвисайд*

---

---

Неквантовая неопределенность в физике (Борн). Принцип дополнительности Бора: частица проявляет себя либо как «шарик», либо как волна, эти проявления альтернативны. Разные свойства при разных обстоятельствах. Разная истинность при разных обстоятельствах – Бор распространил идею дополнительности на психологию. Дополнительность культур. Гуманитарии и "естественники" (Сноу).

Психологические полярные шкалы, и как мы отличаем подлеца от праведника. Количественные методы в гуманитарных исследованиях. Числа и значения. Снова о семантическом дифференциале Осгуда и количественной мере психологических различий. Метрика пространства личностных смыслов. Оказывается, характеристики, которые человек присваивает воспринимаемому объекту, не являются независимыми. Можно выделить три обобщенных фактора, определяющих отношение данного человека к тем или иным понятиям, объектам, социальным явлениям.

Статистическая психология. "Статистическая" истинность значений. Психология доверия по Зинченко и известный вердикт царя Соломона: «ты

прав, и ты прав». Как искать друзей и супругов, используя типологию личности К.Юнга, семантический дифференциал Осгуда и статистические распределения по признакам. Работа судей-экспертов в фигурном катании, например. Маркиз Кондорсе опубликовал незадолго до Великой французской революции работу, в которой подсчитал, сколько нужно независимых и непредвзятых судей (присяжных), чтобы вероятность судебной ошибки составляла бы не более некоторой наперед заданной величины. Но Кондорсе не учел, что судьи не являются непредвзятыми. Эта вера стоила ему головы – в буквальном смысле: он поплатился головой исключительно во имя революционной целесообразности. Насколько искренне Пушкин, Шевченко и Шекспир выразили собственную психологию в своем творчестве? Достоверный (количественный) ответ. Интроверты и экстраверты (Карл Юнг). Время революций – время экстравертов, наступающее раз в пятьдесят лет.

Кстати, об интуиции. Жюль Верн, Андрей Белый, Валерий Брюсов, Айзек Азимов...

---

---

*Быть может, эти электроны  
Миры, где пять материков,  
Искусства, знанья, войны, троны  
И память сорока веков!*

*Валерий Брюсов*

---

---

«Нуль-транспортровка» братьев Стругацких и редукция волнового пакета. Фантазия как движущая сила науки. Искусства и наука. Левое и правое полушария человеческого мозга: прирожденные ученые и прирожденные художники.

✦ Радиальное и угловое распределения волновой функции электронов в атомах. Самосогласованное поле в многоэлектронных атомах (Томас и Ферми, Хартри, Фок). Последовательность заполнения оболочек и принцип Паули. Таблица Менделеева. Химические свойства элементов. Валентность. Чем особенны так называемые d- и f-элементы. Атомы с переменной валентностью.

Расщепление энергетических уровней атомов и молекул в магнитном и электрическом полях: эффекты Зеемана и Штарка. Теория возмущений в квантовой механике. Влияние внутреннего (локального) поля в кристалле на оптические спектры (Еременко).

✦ Потенциал возбуждения. Потенциал ионизации. Энергия сродства к электрону. Электроотрицательность элементов по Полингу и Мулликену.

✦ Принцип суперпозиции в квантовой механике. Гибридные волновые функции. Полинг – основоположник квантовой химии. Как талантливый человек находит области естествознания, «где еще не ступала нога человека».

Химическая связь в молекулах и кристаллах. Сильные и слабые химические связи.

✦ Вариационные методы в квантовой химии. Приближение по методу молекулярных орбиталей. Интеграл перекрывания в квантовой химии.

Кстати, как нам удастся понимать друг друга? Интеграл распознавания. Соотношение неопределенностей для вопросов и ответов. Как нужно поставить вопрос, чтобы получить ответ с максимально возможной точностью. Что такое успех и что такое толерантность в количественном изложении (Кошкин).

Резонансный (обменный) интеграл и природа ковалентной связи. Что такое "обменное взаимодействие": никакого «обмена» электронами между двумя атомами нет, но вследствие волновых свойств электронов распределение их волновой функции таково, что на линии, соединяющей два положительных ядра, оказывается сгущение электронной плотности. Этот отрицательный заряд и притягивает к себе положительные ядра. Происхождение ковалентной связи – чисто электростатическое, никаких особых «химических» сил не существует. В этом смысле, химия – это физика внешних электронных оболочек атомов.

✦ Роль спина электронов в образовании связи: никакого вклада в энергию связи. Но: исключительно важный запрет Паули на возможность участия более чем двух электронов в данной связи (в одном и том же квантовом состоянии). Одноэлектронная связь не запрещена (молекулярный ион

водорода весьма устойчив), двухэлектронная является наиболее распространенной, но трехэлектронная запрещена принципиально. Поэтому инертные газы столь благородны, что не желают вступать в связь даже с такими же, как они сами, как это делают их более активные соседи по таблице Менделеева. Поэтому не существуют равновесные молекулы  $\text{He}_2$  или  $\text{Ar}_2$ . И все-таки: не очень устойчивые химические соединения с участием инертных газов, электроны в атомах которых предварительно возбуждены световыми квантами.

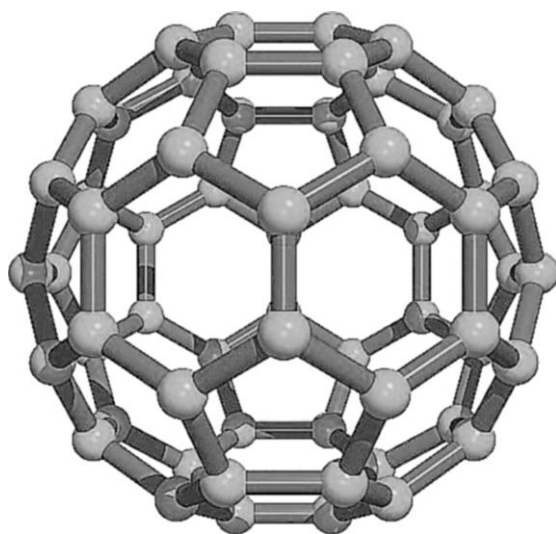


Рисунок 7 – Структура  $\text{C}_{60}$  – метастабильной молекулярной формы углерода, одного из фуллеренов (или «бакиболлов»).

Остов  $\text{C}_{60}$  составлен из 12 пятиугольников и 20 шестиугольников и является усеченным икосаэдром (одна из геометрических фигур, известных еще Архимеду). Молекулы названы по имени Бакминстера Фуллера, американского архитектора, предложившего строить оболочки зданий в виде архимедовых тел. Есть и другие полиэдрические молекулярные формы углерода, содержащие от 40 до нескольких сотен атомов в составе молекулы. Все они наряду с плоскими шестиугольниками, характерными для графита (и для всех циклических углеводородов) непременно содержат несколько пятичленных колец. Это – сугубо топологическое требование, чтобы объемная фигура была замкнутой. Подобные образования были предсказаны московскими химиками - теоретиками во главе с Бочваром. Впервые такие структуры были обнаружены на Солнце, в инфракрасных спектрах его излучения. Сейчас их производят в лабораторных условиях. Обнаружены не только "шароподобные" структуры, но и трубки. Удастся получить трубки длиной порядка метра. Фуллерены – совершенно новый тип объектов молекулярной физике. Уже сейчас такого рода структуры применяют в технике сухой смазки. Будущее подобных структур – значительно и многообразно: от лазерных материалов до сверхпроводников.

✦ Приближение по методу валентных связей. Почему гибридные состояния не наблюдаются в свободных атомах, а только в условиях химической связи?

Затраты энергии на промотирование и общий минимум энергии образовавшейся молекулы. Прочность связи по Полингу.

✦ Уникальный элемент – углерод. Помимо двух его наиболее известных кристаллических модификаций – алмаза (самого твердого вещества) и слоистого графита (одного из самых мягких веществ) – недавно обнаружена еще одна модификация.

Это «молекулы» углерода – в виде мячиков с вполне определенной стехиометрией. Стехиометрических соотношений несколько. Самая устойчивая  $C_{60}$ . Но есть и другие, значительно более крупные молекулы. Есть образования углерода в виде нанотрубок. Удивительно, что эти странные молекулы были предсказаны Бочваром с сотрудниками совсем не из квантовохимических вычислений, а на основе исключительно геометрических (скорее, топологических) соображений. Не менее удивительно и то, что эта модификация углерода впервые была обнаружена в атмосфере звезд.

Физика валентности. Непрерывный переход между ионным и ковалентным типом химической связи. Степень ионности. Дробный эффективный заряд атомов в молекулах. Дипольные моменты молекул. Мера ионности и энергия связи.

Металлическая связь как частный случай ковалентной. Модель металлической связи по Френкелю: положительно заряженные атомные остовы в газе электронов, что обеспечивает энергию связи и объясняет высокую проводимость.

✦ Поворотный резонанс Полинга. Принципиальная энергетическая выгодность вкладов в химическую связь нескольких квантовых состояний. Модель металлической связи по Полингу.

✦ Что происходит с энергетическими уровнями атомов, когда они объединяются в молекулу. Идеи теории возмущений в квантовой механике. Расщепление уровней. Вырожденные состояния и снятие вырождения при возмущении.

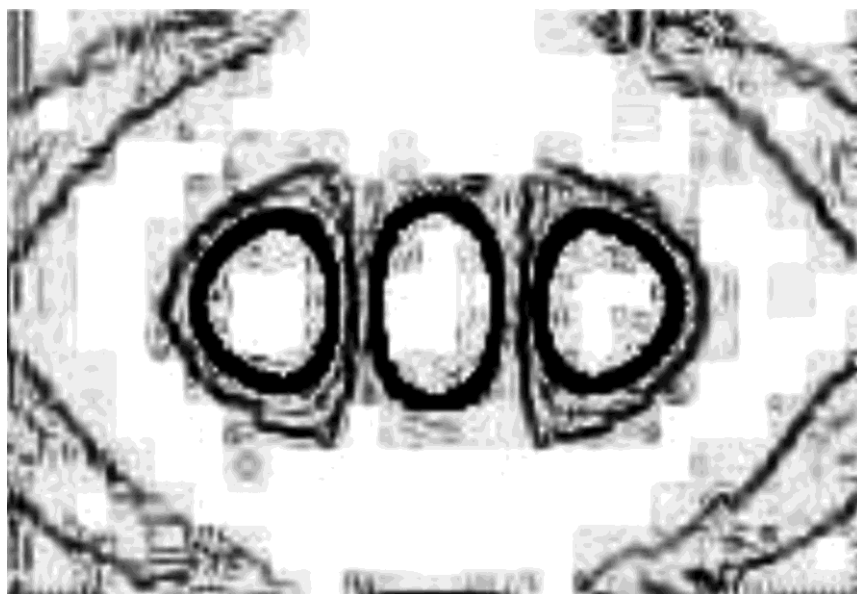


Рисунок 8 – Это не расчетная схема перекрытия электронных оболочек в молекуле, а результат прямого эксперимента. «Томографический образ» электронной плотности во внешней оболочке молекулы азота  $N_2$  (ядра атомов находятся в перемычках электронных «облаков»)

«Томографический образ» является результатом анализа излучения, возникающего при сильном возмущении внешней оболочки под действием кратковременного, порядка фемтосекунды, лазерного импульса, который представляет собой строго поляризованное излучение с неизменной во время импульса ориентацией электрического и магнитного полей вдоль некоего направления. Казалось бы, это находится в противоречии с принципом неопределенности... Но это не так. Под действием мощного лазерного импульса внешние электроны молекулы приобретают кинетическую энергию порядка 100 эВ, характерные размеры оболочки возрастают в десятки раз. Так как электрическое и магнитное поле в импульсе лазерного излучения меняет знак на протяжении импульса, волновая функция внешнего электрона снова сосредотачивается в объеме атома. Процесс возвращения к исходному состоянию сопровождается коротковолновым излучением. Это излучение несет информацию о волновой функции внешнего электрона, что и позволяет определить параметры локализации электронов с точностью в сотые доли ангстрема – и никаких противоречий с принципом неопределенности! Первые эксперименты по атомной томографии провел в 2004 году профессор Д. Вильнев с коллегами.

Что происходит с популяциями и с обществом в «его минуты роковые» – в моменты резкой смены условий существования, в моменты революций? Время релаксации для популяций – время смены двух – трех поколений (40 лет Библейского Моисея – у людей!). Расщепление популяций с образо-

ванием новых видов. Расщепление сообществ на социальные страты. Точки ветвления режимов существования – точки бифуркаций в нелинейной динамике.

---

---

*Авторитет убивает свободу исследований. Свобода исследований, в свою очередь, убивает авторитет. Это дуэль насмерть.*

*Джонатан Свифт*

---

---

Что происходит с уровнями, когда атомы объединились в кристалл. Энергетические зоны разрешенных энергий и запрещенные зоны для электронов в кристаллах. Подход к зонной теории в приближении сильной связи (Вильсон). Приближение слабой связи: периодические потенциальные ямы для свободных электронов, теорема Блоха, возникновение зон. Классификация: диэлектрики, полупроводники, металлы. Электропроводность металлов. Модель свободных электронов Друде. Зоны Бриллюэна. Современная теория металлов (И.Лифшиц, Косевич, Погорелов). Периодические изменения различных свойств металлов с изменением магнитного поля. Эффекты Шубникова – де Гааза, де Гааза – ван Альфена, Эйнштейна – де Гааза. Электроны и дырки. Почему электроны в кристаллах характеризуются эффективной массой, которая отличается от массы свободного электрона? Квазичастицы. Законы дисперсии квазичастиц.

Коробок со спичками, и почему полностью заполненные зоны не вносят вклад в проводимость (пример Шокли). Температурные зависимости электропроводности кристаллов. Как влияют примеси и другие дефекты в полупроводниках на электропроводность.

Энергетические уровни в запрещенной зоне. Рассеяние носителей заряда на дефектах решетки. Водородоподобная модель Мотта.

p–n переходы, кристаллические диоды и транзисторы. Нобелевская премия Бардина, Браттейна и Шокли и Нобелевская премия Алферова, Кремера и Колби – физические эффекты, которые предопределили нынешнюю социально-интеллектуальную революцию. Информационную. Классические компьютеры и квантовая информатика ближайшего будущего.



Как наука влияет на общество. Постиндустриальное общество – информационная культура. Судьба стран, которые не заботятся о фундаментальной науке, – обочина цивилизации. Что сделал "папа Иоффе" для того, чтобы одна шестая часть Земли вошла в колею мирового прогресса. Социальный статус науки – индекс будущего каждой страны. «Прикладная» философия Б.Кузнецова: скорость роста национального дохода определяется уровнем вложения капитала в прикладные науки, вторая производная в изменении уровня производства определяется вложениями в фундаментальную науку.

✦ Могут ли притягиваться одноименно заряженные частицы? Что такое фононы, кванты звука? Частота Дебая. Рассеяние электронов на фононах – уменьшение проводимости. Баллистические траектории движения электронов в микроконтактах (Янсон). Сверхпроводимость (Камерлинг-Оннес): сопротивление некоторых проводящих тел становится строго равным нулю при достаточно низкой температуре, ниже определенной температуры фазового перехода. Пары Купера из двух электронов с антипараллельными импульсами и фононы как "переносчики" взаимодействий. Вспомните притяжение двух кораблей, движущихся параллельными курсами! Механизм, понятый через пятьдесят лет после обнаружения явления: оказалось, что пары Купера не рассеиваются на дефектах решетки (Бардин, Купер, Шриффер, Фрелих).

Слабые химические связи. Межмолекулярная Ван-дер-Ваальсова связь – это результат электростатического взаимодействия диполей и мультиполей.

✦ Потенциал взаимодействия Леннард – Джонса. Потенциалы отталкивания Борна – Кармана и Борна – Майера во взаимодействиях атомов, ионов и молекул. Баланс притяжения и отталкивания: равновесные межатомные расстояния в молекулах и кристаллах. Потенциал отталкивания убывает с расстоянием значительно быстрее, чем потенциал притяжения. Впрочем, есть основания полагать, что энергия глюонных взаимодействий внутри элементарных частиц растет с увеличением расстояния между партонами, составляющими элементарные частицы. Конфайнмент.

✦ Как образуются (при низких температурах, конечно) кристаллы инертных элементов – неона, аргона, криптона? Виртуальные диполи и дисперсионное (предсказанное братьями Лондон) взаимодействие, которое обеспечивает притяжение электрически симметричных молекул, типа бензола, например. Молекулярные кристаллы. Особыми свойствами обладают кристаллы, составленные из инертных газов или небольших молекул со слабыми межмолекулярными взаимодействиями. Это – криоцисталлы, в некоторых из них проявляются макроквантовые свойства (Манжелий).

Водородная связь – промежуточная по энергии между ионно-ковалентной и Ван-дер-Ваальсовой. Строение жидкой воды. Молекулярные кластеры и «рои». Строение кристаллов льда.

✦ Интеркаляты. Неорганические кристаллы слоистой структуры, между слоями которых располагаются атомы, ионы, даже молекулы органической начинки (Рудорф, Вольпин, Новиков, Гембл, Геболл, Ди Сальво, Кошкин). Интеркаляционные аккумуляторы электричества, использующие ионы в качестве начинки слоистой кристаллической решетки: ваши наручные часы работают на идее Виттингхэма.

✦ Органические металлы (Щеголев, Коммандер, Овчинников). Органические сверхпроводники (Гинзбург, Литтл, Ягубский, Щеголев).

---

---

*Наука всегда оказывается неправой. Она никогда не решит вопроса, не поставив при этом десятка новых.*

*Бернард Шоу*

---

---

✦ Симметрия молекул. Симметрия кристаллов. Антисимметрия. Изотропные и анизотропные вещества. Оси симметрии. Трансляционная симметрия.

✦ Диссимметрия по П.Кюри: например, водный раствор природного сахара – это локальная диссимметрия, хотя в целом раствор изотропен.

✦ Симметрия в Природе. А.Шубников: диссимметрия материальных объектов. Силы Кориолиса, связанные с вращением Земли и различие крутизны правых и левых берегов рек. Правый и левый винт в «закручивании»

панциря улиток – есть ли внешняя причина тому, что в природе очень редко встречаются раковины, завитые по левому буравчику? Вещества, вращающие плоскость поляризации световых волн (Пастер) и как отличить синтетику от натуральных продуктов. Электромагнитные волны: вектор напряженности электрического поля, вектор напряженности магнитного поля образуют с вектором скорости именно и только правовинтовую систему. Асимметрия вращений заложена в систему мироздания!

✚ Идеи кристаллохимии. "Размеры" атомов, ионов, молекул. Как рассчитать межатомные расстояния без сложных расчетов и экспериментов? Федоров, Гольдшмидт, Бокий. Теория плотнейших упаковок шаров. "Упаковки" несферических (органических) молекул в кристаллах (Китайгородский). Органическая кристаллохимия.

Четыре буквы (аминокислотные основания: аденин, тимин, гуанин, цитозин), которыми записана наследственность всего живого. Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК). Альфа-спираль Полинга и двойная спираль Уотсона и Крика. Геном человека сейчас в существенной степени установлен. Генетическая медицина. Генетическая (молекулярная) психология: удастся найти гены и локусы (их места в хромосомах), ответственные за те или иные психологические признаки человека. Мечников предсказал возможности инженерии организмов еще сто лет назад.

---

---

*Наука – самое важное, самое прекрасное и нужное в жизни человека, она всегда была и будет высшим проявлением любви, только ею одною человек победит природу и себя.*

*Антон Чехов*

---

---

✚ Идеи релятивистской квантовой механики (Дирак). Электрон-позитронный вакуум. Частицы и античастицы. Позитрон, обнаруженный Андерсоном в космических лучах. Эксперименты Чедвика, Блеккета и Оккиалини в Англии и Ф.Жолио и И.Кюри (супругов Кюри-младших) с Тибо во Франции показали, что электрон-позитронные пары удастся создавать в лаборатории, и что столкновение их приводит к аннигиляции с возникновением двух фотонов. Реликтовое излучение и зарядовая несимметрия Вселенной. Теорема Нетер.

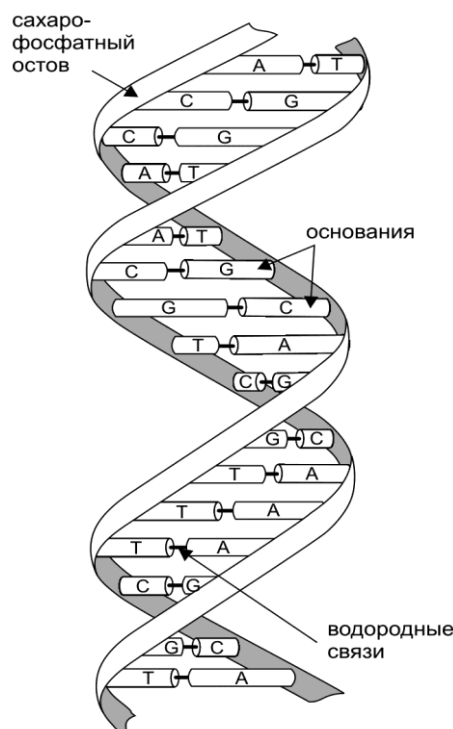


Рисунок 9 – Схема структуры двуспиральной молекулы ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты).

Эта молекула является носителем наследственности и располагается в ядре клетки. Именно последовательность оснований, прикрепленных к углеродному скелету этой полимерной молекулы, составляет наследственный код данного организма. В клеточном ядре макромолекула ДНК, имеющая длину порядка метра (!), "сложена" в компактную структуру. Внутри этой важнейшей для всей биологии молекулы химические связи – сильные (это ковалентные и ионно-ковалентные взаимодействия), но "компактизация" этой огромной молекулы в ядре клетки с размером порядка нескольких микрометров определяется более слабыми – водородными и еще более слабыми ван-дер-ваальсовыми связями. Эта компактная структура тоже определенным образом упорядочена. Это очень сложное упорядочение. Оно имеет не менее пяти иерархических уровней упаковки. Даже самые небольшие нарушения этой структуры приводят к радикальным изменениям в химических взаимодействиях молекулы – в биологии это проявляется в мутациях, которые фиксируются затем в организмах.

Где Анти-Мир?! И есть ли жизнь где-нибудь еще во Вселенной? (И.Шкловский). Планеты-гиганты оказались заурядным явлением в космосе, найдутся и малые, «землеподобные». Уже имеет смысл оценка числа цивилизаций в среднестатистической галактике. Получается много – если верить, что все определяется «благоприятными климатическими условиями». Но Космос молчит – не приходят обращения от «интеллектуально близких». Да

и стали бы вы с ликованием и изрядными затратами сигналить во все концы о факте своего существования, если бы по зрелом размышлении признали тривиальность самого этого факта? Впрочем, это дело выбора между прагматизмом и романтикой.

✦ **Мировые константы и антропный принцип:** сочетание мировых констант таково, что если бы они оказались чуть-чуть иными, то жизнь в ее современной, земной, форме не могла бы состояться.

**Ядерные взаимодействия.** Потенциал ядерных сил. Обменное взаимодействие между нуклонами. Как в химии, но частицы, определяющие это взаимодействие другие – не электроны, а мезоны. Заметим, что пока мезоны остаются в пределах ядра, эти частицы следует рассматривать как виртуальные. Техника диаграмм Фейнмана позволяет наглядно «нарисовать» все взаимодействия, которые имеют место в данной системе, включая виртуальные.

✦ **Уравнение Юкавы.**

✦ **Капельная модель ядра, роль протонов и нейтронов в ядре и формула Вайцзеккера.** Деление ядра в этой модели (Френкель). Распад протона (Сахаров).

**Естественная и искусственная радиоактивность** (Беккерель, супруги П.Кюри и М.Склодовская, Ф.Жолио и И.Кюри). Закон радиоактивного распада. Ядерная алхимия – превращения элементов. Трансурановые элементы (Флеров, Сиборг).

✦ **Внутреннее строение нуклонов.** Кварки Гелл-Манна и Цвейга с дробным электрическим зарядом. Глюоны. Всегда ли сила взаимодействия двух тел уменьшается с увеличением расстояния между ними?

**Ядерная термоядерная энергия.** Бомбы и электростанции: что более матери-истории вредно? Ферми и Курчатов, Сахаров и Теллер. Спонтанное деление ядра. Флеров, Петржак, Курчатов – эксперименты в московском метро. Вынужденное деление ядра после захвата нейтрона. Лейтенант Флеров, который инициировал ядерную программу в СССР во время второй мировой войны. Сталин и роль Иоффе и Вернадского в этой программе. Обращения Эйнштейна, Бора, Сцилларда и Сахарова к своим правительствам: миротворчество как результат глобального понимания и наивности гениев.

✦ Оболочечная модель ядра Гепперт-Майер. Излучение гамма-квантов ядром. Резонансное поглощение их в газах исчезает. Эффект Муна. Эффект Мессбауэра: ядерный гамма-резонанс в конденсированных телах. Что можно узнать о веществе, используя эффект Мессбауэра. Так ли уж важно для талантливого человека, где работать после окончания университета.

✦ Иерархия и систематика элементарных частиц. Адроны и лептоны. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Электрослабые взаимодействия. Четность, закон ее сохранения и его нарушение (Ли, Янг, мадам Ву).

Нейтрино. Как "ловят" нейтрино. И как «ловят» ученых. Понтекорво и судьбы ученых во второй половине XX века, когда наука и информация стали самой главной силой.

Как распределяется бюджет? Почему в США на фундаментальные исследования тратят огромные средства? Зачем в крупных промышленных корпорациях держат "яйцеголовых" и платят им огромные гонорары только за то, что иногда они беседуют с сотрудниками фирмы, производящей автомобили?

## ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Законы электростатики: закон Кулона, понятие поля, теорема Гаусса – Остроградского. Электрический заряд – понятие, которое не сводится к какому-либо другим. Закон сохранения заряда (Фарадей). Дискретность электрического заряда: опыты Милликена. Принцип суперпозиции полей. Потенциал. Эквипотенциальные поверхности.

Электрический диполь. Сердце как электрический диполь. Что такое электрокардиограмма?

Направленный поток заряда – электрический ток. Законы постоянного тока. Закон Ома и Джоуля – Ленца. Монополярная и биполярная проводимость. Плазма. Собственные полупроводники. Электронная и ионная проводимость твердых тел.

Магнитное и электрическое поле как связанные физические сущности. Движущиеся заряды создают магнитные поля. Магнитное поле действует на движущиеся заряды, но не воздействует на неподвижные.

Магнитостатика. Природные магниты, компас и Земля как большой магнит. Происхождение магнетизма Земли: есть разные версии. Всегда ли компас показывает на север? Магнитный момент. О магнитном монополе.

Диамagnetики и парамагнетики. Магнитная восприимчивость. Температурная зависимость парамагнитной восприимчивости (Ланжевэн).

✦ Химическая связь и магнитные свойства веществ (Дорфман), заторможенное вращение Ван-Флека и ковалентная связь.

Ферромагнетика и антиферромагнетика. Обменное взаимодействие. Упорядочение свободных спинов электронов. Температуры Кюри и Нееля. Гистерезис. Жесткие и мягкие ферромагнетика. Ферриты. Магнитная запись информации в практике аудио- и видеозаписи и в компьютерных технологиях...

Уравнение движения заряда в электрическом и магнитном полях. (Мы уже упоминали об этом в первом разделе). Сила Лоренца. Эффект Хол-

ла. Частота Лармора и круговые орбиты без притягивающего центра. Геликоны в полупроводниках и «свистящие атмосферерики» – явления одной природы, связанные с движением свободных носителей заряда, находящихся в магнитном поле. Низкочастотные атмосферерики – бич радиоприема – сопутствуют магнитным бурям и северным сияниям. Геликоны – квазичастицы в полупроводниках, которыми можно управлять, особенно на поверхности раздела двух фаз (Константинов, Перель, Яковенко).

✦ Преобразование полей при переходе между двумя инерциальными системами. Относительность электрического и магнитного полей.

Эксперименты Фарадея, которые привели к уравнениям Максвелла. 4 уравнения Максвелла с физическими комментариями к каждому из них.

✦ Краткий комментарий к векторному анализу. Принцип суперпозиции в применении к уравнениям Максвелла: наложение разных полей есть их векторная сумма, но друг на друга они не влияют. Токи проводимости. Токи смещения в непроводящих телах.

✦ Как выглядел бы закон Кулона в двумерном пространстве?

Моторы и генераторы. Лучевые трубки с электростатической и магнитной фокусировкой. Напряжения и токи в электрических цепях, правила Кирхгофа для разветвленных цепей.

Поля зарядов, движущихся с постоянной скоростью. Закон Био – Савара – Лапласа.

✦ Особенности полей зарядов, движущихся с релятивистскими скоростями. Излучение Вавилова – Черенкова. Теория Тамма и Франка. Излучение зарядов, движущихся с ускорением. Запаздывающий потенциал Льенара – Вихерта и геометрия электрического поля зарядов, которые движутся с релятивистскими скоростями.

Электромагнитные волны как следствие уравнений Максвелла. опыты Генриха Герца, подтвердившие существование электромагнитных волн.

✦ Релятивистская инвариантность уравнений Максвелла.

Радиоприем – полная аналогия с явлением механического резонанса. LC- и RC-контур. Принимаемая информация, передаваемая информация и помехи – по-бытовому, но уже в который раз. Ширина полосы приема и его



качество. Радиоприем – полная аналогия с абсорбционной спектроскопией (в классическом описании).

Попов или Маркони? Кто из них дал нам возможность слушать радио? Что такое приоритет в науке? Кто открыл сверхпроводимость – Камерлинг-Оннес или Холст? Почему Нобелевскую премию за открытие комбинационного рассеяния света получил только Раман, а Ландсберг и Манделъштам – нет? Что такое мораль, мораль в науке, в частности? Какова роль морали в человеческом сообществе? Мораль как результат эволюции и предпосылка сохранения вида, в частности, вида *homo sapiens* (Эфроимсон). Роль научных открытий и юридическая охрана авторских прав.

---

---

*Справедливо считать творцом научной идеи того, кто познал не только философскую, но и реальную сторону идеи, который сумел осветить вопросы так, что каждый может убедиться в ее справедливости, и тем самым сделал идею всеобщим достоянием.*

*Дмитрий Менделеев*

---

---

✦ Кванты магнитного потока. Вихри Абрикосова.

✦ Собственные колебания поля. Стоячие волны. Счет пучностей и узлов. Идея вторичного квантования. Классические электромагнитные волны и фотоны в квантовой интерпретации. Квантовая интерпретация закона Кулона.

Мечта Эйнштейна – единая теория поля, объединяющая электромагнитные и гравитационные взаимодействия, сейчас должна объединить еще и разные типы взаимодействий элементарных частиц. Великое объединение еще не состоялось, но работы Нобелевских лауреатов Глэшоу, Салама и Вайнберга дали надежду, что это осуществимо. Кто из вас возьмется за эту грандиозную задачу?

Поразительная безразмерная величина: постоянная тонкой структуры – комбинация постоянной Планка, величины заряда электрона и скорости света. Существование этой константы указывает на то, что квантовая меха-

ника, электромагнетизм и теория относительности жестко связаны между собой.

Шкала электромагнитных волн. Спектральные приборы для работы в разных диапазонах частот. «Окна» полупрозрачности для тканей организма и способы медицинской диагностики.

Распространение электромагнитных волн. Принцип Гюйгенса. Геометрическая оптика. Брахистохрона Бернулли и коэффициент преломления света. Отражение, поглощение и преломление света – формулы Френеля. Угол Брюстера и микроскопическая интерпретация различий коэффициента отражения волн разной поляризации.

Когерентность. Снова: интерференция, дифракция. Голография.

Корпускулярная природа света по Ньютону и волновая – по Гюйгенсу. Кто прав, когда две точки зрения противоречат друг другу. Соломонов результат Бора: истинность зависит от обстоятельств!

Эффект Доплера и оправдания Роберта Вуда перед полицейским-автоинспектором. Эффект Доплера в медицине.

Электрический и магнитный векторы поля световой волны. Поляризация света. Вращение плоскости поляризации. Химические изомеры. Снова о Пастере.

✦ Комплексный коэффициент преломления. Поглощение излучения веществом. Дисперсия света в веществе. Аномальная дисперсия Рождественского. Классическая теория Друде – Лоренца. Ее сопоставление с квантовым описанием поглощения излучений. Плотности разрешенных состояний и вероятности переходов между ними. Матричный элемент перехода между разрешенными состояниями в квантовом описании и «сила осциллятора» – в классическом.

Спонтанное и вынужденное излучения (Эйнштейн). Лазеры и мазеры (Прохоров, Басов, Таунс). Когерентность волн и когерентность излучателей. Лазерная медицина: что важно – поляризация, когерентность или монохроматичность? Скорее первое...

✦ Поглощение связанными и свободными электронами. Плазменная частота как результат коллективных эффектов в металлах. Плазменная частота

та в изолированном тяжелом атоме, коллективные эффекты в многоэлектронных атомах (Киржниц).

Термоядерная плазма, зачем ее нужно удерживать, магнитная ловушка Сахарова и Тамма. Экологически почти чистые возможности получения энергии, которые удовлетворят любые потребности человечества в обозримом будущем. Использование энергии распада ядер и использование энергии, которая высвобождается при термоядерном синтезе. Отличия атомного реактора от термоядерного.

Коллективные эффекты в психологии людей и животных. Как возникли способность читать и стремление записывать? Археологические исследования. Авитал: детеныши животных читают – зрительно, а не с помощью обоняния – следы, оставляемые родителем. Происхождение массовых движений и массовой агрессивности. Иерархия в сообществах стадных животных и естественные законы поведения для сохранения племени. Происхождение альтруизма как фактора, способствующего выживанию популяции в целом, иногда ценой добровольной жертвы жизнью отдельными ее представителями (Эфроимсон). «Религия в генах» и «Инстинкт Веры» – попытки понять естественнонаучные предпосылки происхождения Веры в Бога как результат эволюции (Джозефсон, Кошкин). Клановый фанатизм – экстремальная и извращенная форма альтруизма. Что такое толпа (Фрейд, Фромм). Можно ли предсказать войну и время начала военных действий – без шпионажа? Хогенраад составил алгоритм для компьютерного анализа лексики публичных выступлений политиков, позволяющий предсказать, будет ли конфликт развиваться по сценарию переговоров или по сценарию столкновения.

## ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ БОЛЬШИХ СИСТЕМ

Что такое "большие системы"? Давайте ответим на вопрос Шредингера: почему молекулы так малы? Что такое флуктуации (отклонения от средних по ансамблю значений) и как они воюют с законами больших чисел. Относительность определений. Организмы «так велики» по сравнению с молекулами, что именно это обеспечивает их устойчивость по отношению к флуктуациям.

✦ Теорема Найквиста и критерий того, что система действительно "большая".

Что такое равновесие в механике блоков и полиспаатов в сопоставлении с физикой систем, где количество частиц исчисляется величинами порядка  $10^{23}$ ? В обоих случаях – принцип минимума энергии и, следовательно, отсутствия каких-либо сил, которые могли бы нарушить status quo. В случае больших систем возникают новые сущности, определяющие состояния системы. Но снова – экстремальные принципы осуществления равновесий.

Компьютерное моделирование больших систем. Метод молекулярной динамики. Что важнее – наличие суперкомпьютера или создание изящного алгоритма? Выбор вида потенциала межмолекулярного взаимодействия. Как уменьшить число частиц, не снижая точности получаемых результатов? Периодические краевые условия. Статистический и термодинамический подходы. Связь между микро- и макропараметрами системы. Как «измерить» температуру, давление, теплоемкость «компьютерного вещества»?

Внутренняя энергия системы частиц – сумма потенциальной и кинетической энергии всех частиц. Внутренняя энергия – это функция состояния системы: она не зависит от предыстории системы.

Физическое определение температуры как средней кинетической энергии по совокупности частиц. Температура – параметр, характеризующий большие системы частиц. Константа Больцмана. Количество теплоты в системе с большим числом частиц. Замкнутые, закрытые и открытые системы.

На Землю ежегодно падает несколько сотен тысяч тонн метеоритов и космической пыли, а Земля теряет несколько сот тысяч тонн своей атмосферы. Солнце посылает на Землю огромное количество энергии. Куда уходит эта энергия? По отношению к каким процессам можно считать Землю системой закрытой или замкнутой, а по отношению, к каким – нельзя? Как делать приблизительные оценки.

Параметры состояния макроскопических систем. Время прихода к равновесию – время релаксации. Время релаксации электронных возбуждений и время релаксации связей в расплавах при их охлаждении. Долгоживущие неравновесные состояния. Стекла, как их изготавливают, и почему портятся витражи в старых церквях.

✦ Люминофоры. Фосфоресценция. Закон смещения Стокса. Длительность послесвечения. Время жизни неравновесных состояний. Старение сплавов. Неизбежность старения неравновесных систем: опасности для техники. Отжиг.

✦ Стимулированные процессы. Эффект самовозгорания при высвобождении энергии, запасенной в ловушках (Вигнер), термостимулированные явления и методы определения стационарных, но неравновесных состояний в кристаллах. Равновесные состояния и равновесные процессы.

Закон сохранения энергии и первое начало термодинамики. Сущность термодинамики – законы перехода тепловой энергии в механическую и обратно. Идеальная модель – идеальный газ. Что это такое, и насколько идеализм близок к реальности. Работа, которая производится газом в условиях постоянства объема, давления или температуры. Внутренняя энергия системы как один из четырех термодинамических потенциалов Гиббса.

✦ Что такое полный дифференциал в физическом контексте – снова о механике.

Энтальпия – второй потенциал Гиббса. Тепловой эффект химической или ядерной реакции – как его рассчитать. Это просто разность между энтальпией конечных и начальных продуктов: закон Гесса. Агрегатное состояние вещества. Энтальпии возгонки, плавления, испарения. Соотношения между ними и вклад в формулу Гесса.

✦ Теплоемкость в условиях неизменного объема или неизменного давления. Температурная зависимость теплоемкости газов и жидкостей. Кристаллы: высокотемпературные особенности – закон Дюлонга – Пти; низкотемпературные особенности – стремление теплоемкости к нулю при приближении к 0 К. Модели Эйнштейна и Дебая. Уравнения Кирхгофа для температурной зависимости теплового эффекта химической реакции.

Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца, включающие в себя характеристики, которые определяются внутренней энергией системы и характеристики, которые определяются мерой ее неупорядоченности. Игра этих двух составляющих создает все многообразие процессов и равновесных состояний в больших системах.

✦ Четыре термодинамических потенциала. Термодинамические параметры как частные производные от термодинамических потенциалов. Зная термодинамические потенциалы системы частиц, мы знаем все ее свойства. Искусство строить потенциалы для конкретной системы – одно из важнейших в работе ученого, занимающегося термодинамикой. Делать расчеты по придуманной модели – дело математической техники, аналитической или компьютерной, это дело математиков и программистов, но понимать эту технику должен каждый ученый.

✦ Критерии равновесия и критерии направленности процессов: уменьшение соответствующих потенциалов до минимального значения, что соответствует компромиссу, например, при постоянном объеме, между наименьшим возможным значением внутренней энергии системы при максимально возможной вероятности осуществления данного состояния, то есть максимально возможной энтропии. В этом принципиальная особенность статистических систем.

✦ Минимум какого из термодинамических потенциалов (внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия Гиббса или свободная энергия Гельмгольца) характеризует равновесие при разных условиях. Изобарные (при неизменном давлении), изохорные (при неизменном объеме), адиабатные (при неизменной энтропии) изменения состояния систем.

✦ Системы с изменяющимся числом частиц. Химический потенциал

– удельная величина, интенсивный параметр, относящийся к каждому из сортов частиц, входящих в систему. Условие равновесия в замкнутых системах, в которых происходят взаимные превращения частиц.

Равновесия в системах с несколькими сосуществующими фазами.

✦ Правило фаз Гиббса. Термодинамические степени свободы.

Фазовые диаграммы равновесия различных фаз в системах в зависимости от температуры, давления и концентрации компонентов. Равновесия в системах с небольшим равновесным давлением паров компонентов. Типы диаграмм равновесия. Зависимости состав – свойство в многокомпонентных системах и идеи физико-химического анализа Курнакова. «Диффузионная зона», где вблизи контакта двух разных веществ «разыгрывается» вся диаграмма состояния двухкомпонентной системы (Гегузин).

✦ Неограниченные твердые растворы, физические и химические предпосылки их существования. Линии ликвидус и солидус. Ограниченная растворимость компонентов и диаграммы состояния с эвтектикой. Системы с химическими соединениями. В терминах физиков упорядоченный сплав – это химическое соединение. Упорядочение как результат взаимодействия компонентов (Брэгги, Горский, Кривоглаз, Смирнов). Дальтонида, бертоллида и польза для науки от африканской войны Наполеона. Дальтон, Пруст и Бертолле: закон постоянства состава и отклонения от стехиометрии в твердофазных химических соединениях – еще один пример, когда правильное и исключительно важное уточнение, опровергая существовавшую теорию, не отвергает ее, а именно уточняет, демонстрируя пределы ее применимости.

Растворимость. Почему не существует таких веществ, которые вообще не растворяются одно в другом, и каков физический смысл древнего правила алхимиков: «подобное растворяется в подобном»? Смысл простой: равновесие определяется минимумом свободной энергии Гиббса (или Гельмгольца) и, следовательно, балансом между изменением энтальпии (или внутренней энергии) системы и изменением ее энтропии. Удастся строго показать, что в пределе очень малых концентраций рост энтропии при любых обстоятельствах превосходит рост внутренней энергии и энтальпии, и именно поэтому небольшая концентрация примесей и дефектов, связанных, в частно-

сти, с отклонениями от стехиометрии оказывается термодинамически выгодной в любых системах. Величина растворимости определяется соревнованием двух конкурирующих механизмов. Непрерывный ряд твердых растворов и неограниченная растворимость жидкостей – следствия того, что оба компонента растворов не вносят больших изменений во внутреннюю энергию (или энтальпию) системы. Это и есть «подобные вещества» в контексте правил эмпирической химии.

Энтропия – параметр больших статистических систем, мера неупорядоченности в них. Краткое введение в теорию вероятностей. Кому выгодны лотереи. Как играть (и следует ли играть) в спортивных тотализаторах. Определение энтропии из тепловых эффектов и статистическое определение энтропии. Их эквивалентность. Приведенная теплота процесса и изменение энтропии системы. Число различных микроскопических состояний, которые могут осуществляться в данной системе. Фундаментальная формула Больцмана.

Энтропия равновесного состояния при температуре абсолютного нуля, когда возможно только единственное микросостояние системы, строго равна нулю – теорема Нернста (Третье начало термодинамики).

✦ Идеи статистической термодинамики. Фазовое пространство системы с большим числом частиц. Эргодическая гипотеза. В больших системах результат «мгновенного» усреднения параметров по всей совокупности частиц совпадает с результатом усреднения параметров одной частицы за очень большое время (много большее, чем время между соударениями частиц). Микроканонический ансамбль и его моделирование статистическими методами Монте-Карло.

✦ Каноническое распределение Гиббса. Распределение частиц по потенциальной энергии (распределение Больцмана), распределение частиц по кинетической энергии и по скоростям частиц (распределения Максвелла) как частные случаи. Квантовая статистика Ферми – Дирака для частиц, которые подчиняются запрету Паули. Квантовая статистика Бозе – Эйнштейна для частиц, у которых такой запрет не действует. Снова о фононах – квантах звука.



✦ Сверхпроводимость как результат Бозе-конденсации электронных пар Купера. Пары Купера (см. выше) – объединения двух частиц с одинаковым электрическим зарядом в результате «обмена» квантами звука – фононами. Это аналогично обмену фотонами в квантовой интерпретации электростатического взаимодействия зарядов.

✦ Еще о статистической термодинамике. Как, исходя из данных об энергетическом спектре состояний частиц в системе, определить ее термодинамические потенциалы и, следовательно, все тепловые параметры системы. Суммы по состояниям. Определение констант равновесия химических реакций, возможности их протекания и равновесного выхода продукта по данным об энергетическом спектре частиц, участвующих в реакции.

Уравнения состояния. Уравнение Клапейрона для идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса для систем взаимодействующих частиц. «Размеры» молекул и их несжимаемый объем. Перегретые и переохлажденные системы.

Приведенные (безразмерные) параметры. Скейлинг. Универсальность описаний равновесных состояний и переходов между ними в системах разной природы в терминах приведенных параметров (Ван-дер-Ваальс, Покровский, Воронель, де Жен).

Кстати, о разных типах распределений. Ранговые распределения. Как распределяются поэты по достигнутой ими славе? Очень много тех, кто мало известен и очень мало тех, кто известен всем. Это – идеальное ранговое распределение.

Эволюция неравновесной замкнутой системы: спонтанный рост энтропии – продвижение системы к наиболее вероятному макроскопическому состоянию. Работа в равновесном и неравновесном процессах. Неравенство Клаузиуса – второе начало термодинамики. Потoki частиц и энергий – уменьшение градиентов. Процессы в замкнутых системах идут так, что состояние, к которому они придут, – равновесное состояние – будет иметь максимальную энтропию, то есть будет осуществляться с наибольшей вероятностью. Термодинамика и направленность времени, «стрела времени» по Пригожину.

Равномерное распределение – максимум энтропии. Тепловая смерть Вселенной? – была бы вероятной, если бы Вселенная была замкнутой системой.

Открытые системы. Возникновение упорядоченных структур из неупорядоченных. Макроскопический порядок, возникающий из микроскопического хаоса (Пригожин). Самоорганизация и химическая кинетика. Пространственные структуры, которые возникают как следствие стационарных макроскопических потоков: поддерживаемые потоки приводят к организации структур.

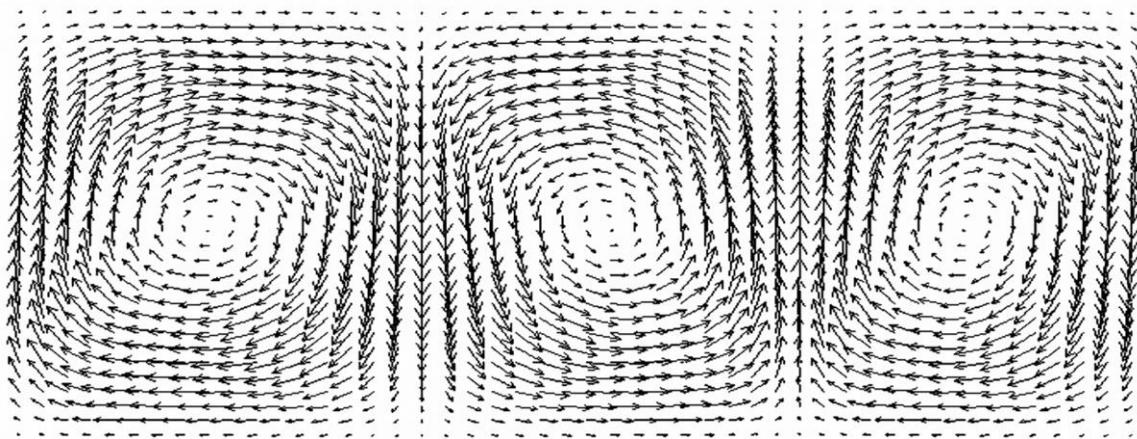


Рисунок 10 – Компьютерное моделирование распределения скоростей в слое жидкости, подогреваемой снизу (вид с торца слоя).

Эта картинка показывает, как возникает упорядоченная структура потоков – не статическая, а именно динамическая. Первоначально однородный плоский слой в потоке тепла и конвекционных потоков массы распадается на ряд симметричных макроскопических фигур. Получается некая динамическая макроструктура. Так возникают, в частности, ячейки Бенара. Последние – не только расчетные построения: именно это наблюдается, например, при выращивании монокристаллов из расплава. Пригожин показал, что в открытых системах, которые обмениваются со средой и массой и энергией, скорость возрастания энтропии в стационарном состоянии должна быть минимальной. Это приводит, в частности, к образованию структур, в которых упорядочены не атомы или молекулы, а потоки. Ячейки Бенара – прекрасная иллюстрация самоорганизации в стационарном потоке тепла и (вследствие изменений плотности с температурой) также и перемещения масс. Так возникают и океанские течения.

✚ Ячейки Бенара. Последите сами, как «просачиваются» друг сквозь друга две толпы, собравшиеся по обе стороны перекрестка в ожидании зеле-

ного сигнала светофора. Роскошная задача: описать это явление микроскопически. Что такое вообще: микроскопическое и макроскопическое описания.

Химические реакции. Закон действующих масс в разных формулировках. Изотерма и изобара Вант-Гоффа, уравнение Планка.

Вывод равновесного закона действующих масс из соображений кинетики (Бекетов, Гульдберг и Вааге). Эквивалентность кинетического и термодинамического подходов.

Константы равновесия реакций. Экспоненциальная зависимость константы равновесия от температуры. Как находить равновесные концентрации веществ после прохождения реакции, зная константу равновесия, и учитывая баланс масс. Как сместить равновесие в желаемую сторону. Принцип Ле Шателье – Брауна. Как увеличивают выход продукта в химических технологиях.

✦ Силы инерции и химия. Что может центрифуга. От сушки белья и тренировок космонавтов до разделения изотопов и равновесных гетерогенных смесей по Кикоину и Бланку.

✦ Фракталы: самоподобие и фрактальная размерность. Понятие фрактала в математике и физике не всегда совпадают. Множество Мандельброта, кривая Коха, ковер Серпинского, канторова пыль. Норвежские фиорды, скопления звезд, рост кристаллов, компьютерные сети. Фрактальный анализ абстрактной живописи (Купчик).

Регулярные фракталы и фрактальные кластеры. Каждая образовавшаяся точка порождает рост структуры, подобной той, которой эта точка принадлежит. Моделирование роста фрактальных кластеров.

---

---

*Искусство – это «я»; наука – это «мы».*

*Клод Бернар*

---

---

Фазовые переходы первого рода, сопровождающиеся изменением объема. Плавление. Полиморфизм. Гистерезис.

✦ Фазовые переходы второго рода (Ландау). Переходы: ферромагнетик – парамагнетик, сверхпроводник – нормальный проводник (в отсутствие магнитного поля). Происхождение ферромагнетизма и антиферро-

магнетизма, когда упорядочиваются спиновые моменты атомов, составляющих кристалл (в первом случае все спины выстраиваются параллельно друг другу, а во втором – в окружении каждого данного спина все другие антипараллельны ему). Снова обменное взаимодействие (Гейзенберг, Френкель). Температуры магнитных фазовых превращений – температуры Кюри и Нееля. Домены (Дорфман).

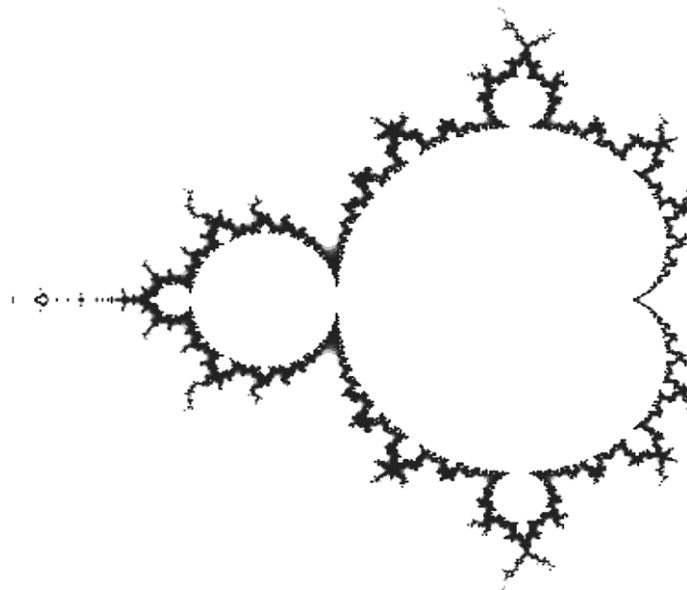


Рисунок 11 – Фрактальная самоподобная граница множества Мандельброта (ММ) для отображения на комплексной плоскости  $R(z) = z^2 + C$ .

Множество Мандельброта – совокупность точек комплексной плоскости  $C$  таких, что критическая точка итерационного процесса  $R(z) = z^2 + C$  ( $z_0 = 0$ ) не стремится к бесконечности. Множество Мандельброта – продукт новой – компьютерной – культуры: оно было обнаружено математиком Бенуа Мандельбротом в процессе компьютерного моделирования и только позже исследовано аналитическими методами. Особый интерес вызывает граница множества Мандельброта, которая представляет собой необычный геометрический объект. Самоподобие означает, что можно увеличивать каждый фрагмент границы в произвольное число раз и при этом обнаруживать фигуры, похожие на контур границы исходного множества. Фрактальность означает, что к границе множества Мандельброта неприменима стандартная процедура измерения длины – любой участок границы оказывается бесконечно длинным. Более того, граница оказывается вовсе не одномерным объектом (хотя обычные достаточно гладкие линии мы считаем одномерными). При всей своей необычности фракталы оказываются хорошими моделями для множества физических объектов: от разветвленных полимеров и фигур роста кристаллов и пористых поверхностей до турбулентных потоков в жидкостях, распределения галактик и макроскопической структуры абстрактной живописи.

✦ Перколяция: если в непроводящую среду вводить проводящие частички, то при некоторой критической их объемной концентрации образуется хотя бы одна цепочка из контактирующих проводящих частичек, и тогда проводимость системы в целом скачком изменяется. Оказывается, что эта концентрация универсальна (А.Шкловский, Эфрос). Очень похоже на фазовый переход – но не путать: ничего общего с термодинамическим фазовым переходом здесь нет!

Принцип минимума свободной энергии определяет наличие равновесных дефектов в кристаллах при любой температуре, отличной от 0 К. Равновесные вакансии Шоттки – отсутствие атомов в узлах правильной решетки. Равновесные пары Френкеля – вакансия и вышедший из этого узла междоузельный атом. Огромные концентрации дефектов при предплавильных температурах (Линдемманн, Крафтмахер, Авербак, Нордлунд). Зоны абсолютной неустойчивости вакансия – атом в междоузлии (Вайнъярд, Томпсон). Равновесные неустойчивые (короткоживущие) пары вакансия – атом в междоузлии, радиационная стойкость веществ и особенности физических свойств кристаллов при высоких температурах (Кошкин). Микроскопические теории плавления. Кристаллизация веществ с очень слабым межмолекулярным взаимодействием происходит при очень низких температурах. Наиболее распространенными дефектами в молекулярных (в частности, органических) кристаллах являются равновесные нарушения ориентации молекул (или даже их частей) (Манжелий).

✦ Квазихимические реакции в твердых телах: примесные атомы, собственные дефекты решетки и электроны, играющие роль компонентов химических реакций. Химический потенциал электронов в кристаллах – уровень Ферми. Равновесные концентрации примесей в полупроводниках, определяющиеся равенством химических потенциалов всех компонентов (включая электроны, атомы и ионы) во всех сосуществующих фазах (Крегер, Винк, Фистуль).

✦ Ионная проводимость жидкостей и кристаллов. Подвижность ионов и атомов в конденсированных средах. Суперионное состояние кристаллов – их ионная проводимость становится по порядку величины такой же, как в жидких растворах солей (Саламон, Гуревич, Харкац). Фазовые пе-

реходы диэлектрик – суперионик – сегнетоэлектрик (Стефанович). Упорядочение равновесных дефектов, которое определяется их взаимодействием, но только тогда, когда дефектов, концентрация которых растет с температурой, становится достаточно много: параметр порядка проходит через максимум с ростом температуры (Померанчук; Фрейман; Забродский, Решетняк, Кошкин). Титанат бария, сегнетоэлектрики (Вул, Гольдман, Жданов). Упорядочение диполей в сегнетоэлектриках. Суперионики и сегнетоэлектрики в качестве материалов для исключительно емких накопителей энергии.

Материаловедение: как «усилить» обнаруженный физический эффект, целенаправленно подбирая состав вещества, как создавать вещества с заданными свойствами. О том, как создают люминофоры с заданными параметрами (Красовицкий).

Термодинамика сверхпроводимости (Гинзбург, Ландау). Характерные длины в сверхпроводниках. Что может дать одно только соотношение характерных параметров для понимания физики явления. Критические параметры в сверхпроводимости и других фазовых переходах.

Электронная проводимость ионно-ковалентных кристаллов: ширина запрещенной зоны и подвижность носителей заряда в зависимости от степени ионности полупроводниковых соединений (Хейванг и Зерафин, А.Левин).

Высокотемпературные сверхпроводники – оксиды металлов (Беднорц и Мюллер). Отклонения от стехиометрии, переменная валентность, и насколько существенна роль дефектов решетки в сверхпроводимости. Есть ли надежды найти сверхпроводящие материалы с температурой перехода выше комнатной? Идея нефоновой (экситонной) связки электронов в Бозе-пары, квазидвумерные слоистые кристаллы и поверхностные состояния как претенденты на высокотемпературную сверхпроводимость (Гинзбург, Литтл).

Диаграммы состояния и природа жидких растворов. Закон Рауля. Парциальные давления паров над растворами.

✦ Структура жидкостей по Френкелю: в жидкости сохраняется ближний порядок в расположении атомов, почти такой же, как в кристалле.

Структура растворов по Самойлову: ионы (или молекулы) растворенного вещества нарушают структуру чистой жидкости.

Электролитическая диссоциация в растворах (Аррениус). Сильные и слабые электролиты. Твердые электролиты (см. также «суперионная проводимость»).

✦ Влияние растворителя на реакции в растворах (Фиалков). Числа сольватации (число частиц растворителя более прочно связанных с частицей растворенного вещества) и свойства растворов. Аналогии между диаграммами состояния раствор – пар и диаграммами кристалл – расплав. Кристаллогидраты. Клатраты. Глиноземы: их возможная роль в возникновении живого (Веденов). Метан в земной коре и почему опасно работать в шахтах.

✦ Системы из макромолекул. Денатурация белка. Фазовый переход «спираль – клубок» (И.Лифшиц, Гросберг). Жидкие кристаллы и влияние электрического поля на упорядочение макромолекул. Как работают мониторы с плоским экраном.

✦ Эволюция размеров конденсированных молекулярных глобул в атмосфере газа тех же молекул (И.Лифшиц, Слезов). Когда и почему выпадает дождь, почему и как коагулируют частицы в конденсированных телах. «Термодинамическое обменное взаимодействие» фаз посредством радиационных дефектов (Л.Максимов) и образование новых фаз при облучении кристаллов частицами высоких энергий (Неклюдов).

✦ Идеи теории информации по Шеннону и Бриллюэну. Информация и негэнтропия. Обобщенное неравенство Клаузиуса – Бриллюэна. Информация есть упорядочение. Энергетическая цена получения информации. Плата за информацию. Вспомните о квантовом переносе информации! Сколько негэнтропии содержит одна молекула ДНК. Сколько информации содержится в тексте (прозаическом и поэтическом). Количественные методы в гуманитарных науках и науках об искусстве (Г. Биркгофф, Колмогоров, Якобсон, Гаспаров, Раушенбах, Мартиндэйл, Петров, Саймонтон). Можно ли установить границу – что есть искусство, и что искусством не является? Искусство (по крайней мере, изобразительное искусство) началось с абстрагирования наблюдений, затем наступает возможность детализации изображаемого, сле-

дующий виток эволюции искусства – абстракция. Где границы между искусством, реальностью, абстракцией и фотографической фиксацией фактов жизни? Вопрос – важнейший для нашего понимания, что такое искусство (Ави-тал).

Как поддерживается жизнь в организме, который представляет собою неравновесную открытую систему. Гомеостаз: закон постоянства внутренней среды организма (Бернар). Теплокровные и холоднокровные организмы. Термодинамика сельского хозяйства по Нернсту: следует разводить рыб, а не кур, но куры все же экономически предпочтительнее перепелов. Почему мелкие теплокровные съедают за год больше, чем их более крупные соседи по Ноеву Ковчегу. Рост животных (Мина и Клевазель).

Почему живые организмы состоят из клеток. Устройство клеток (Вирхофф). Теория совокупности автоматов с конечной памятью – два возможных устойчивых устройства организмов и сообществ: либо маленькие колонии автоматов, очень сильно связанные между собой, но почти не взаимодействующие с другими колониями, либо тоже сильно связанные колонии, но сохраняющие связи и с другими колониями (Гельфанд и Цетлин). Почему все долгоживущие организмы многоклеточны? – это обеспечивает их устойчивость. Вирусы – организмы, содержащие только ДНК, ответственную за наследственность, и оболочку. Специализация и взаимодействие клеток. Винер: кибернетика – общая теория управления в сложных системах. Иерархия механизмов управления в искусственных и естественных системах. Центральное управление организмом и локальные органы управления – разделение властей в организме: укус комара не приводит к повышению температуры тела. Стратегии выживания при естественном отборе: стратегия больших организмов и стратегия семей (пчелы, муравьи и термиты, здесь семья – аналог организма).

Неспецифическая реакция организма на любое вредное внешнее воздействие. Явления стресса и дистресса, обнаруженные Селье. Внешние воздействия на организм. Яды в очень малых дозах могут быть полезны. Причина: малые возмущения активизируют организм в целом. Так что стресс поле-



зен. А вот если вредное воздействие слишком интенсивно или слишком длительно – это уже дистресс, влекущий за собою патологии.

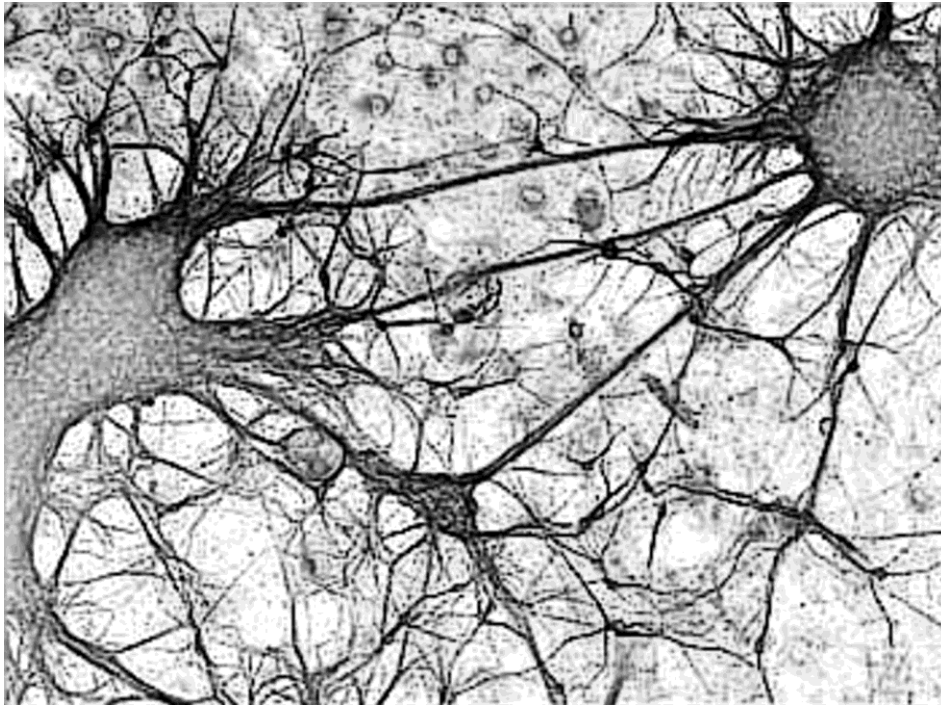


Рисунок 12 – Нейроны человека (возраст 6 недель).

Хорошо видны уже сформировавшиеся нейроны и синаптические области связей между дендритами и аксонами нейронов. Различают чувствительные нейроны, которые приносят сигналы (нервные импульсы) от рецепторов к центральной нервной системе и двигательные нейроны, проводящие управляющие сигналы, исходящие из центральной нервной с-мы к мышцам, например. Синапсы обеспечивают проведение нервных импульсов с помощью химических или электрических сигналов. В мозгу млекопитающих преобладают химические механизмы передачи сигналов, хотя более быстрые, электрические, преобладающие у низших животных, присутствуют и у высших. Количество нервных волокон в теле червя коловратки – около сотни, в организме человека их число порядка  $10^{10}$ . В эмбриональном развитии мозга человека есть фазы, во время которых происходит образование до 250 000 нейронов в секунду. Электрические сигналы на поверхности головы довольно легко регистрируются и отражают суммарную активность мозга или его отдельных участков. Запись этих сигналов – энцефалограммы. Характерная особенность энцефалограмм – наличие нескольких выраженных периодов, так называемых церебральных ритмов. По нарушениям этих ритмов невропатологи умеют диагностировать нарушения структур мозга и различные заболевания – как психические, так и соматические.

**+** Биотехнологии. Почему вдруг отказывают биореакторы. Термодинамика живых организмов и популяций.

Как и чем платит человечество за свой комфорт. Биосфера и роль Солнца в возникновении и поддержании жизни на Земле. Негэнтропия излучения Солнца, получаемого Землей (Ребане), балансы с энтропией, производимой в процессе жизнедеятельности человечества. Согласно второму началу термодинамики цена превышает себестоимость. Поэтому глобальный экологический прогноз уже сегодня похож на эпитафию. Биосинтез. Эксперименты, в которых семена многолетних растений, высаженные в тщательно отмытый и прокаленный песок (при постоянной подаче воды, разумеется) дали всходы и развились в полноценные растения. Как происходит рост и развитие растений, если подпитка необходимыми элементами из почвы исключена? Если вы думаете, что у авторов есть ответ – ошибаетесь! О фиксации азота из воздуха (Вольпин). Хлорофилл, сезонный цвет поверхности и «каналы» на Марсе – красивая идея о растительной жизни, но Ловелл и Тихов оказались неправы. Впрочем, есть ли жизнь на Марсе, космические лаборатории установят с достоверностью уже очень скоро.

Ноосфера (Вернадский) и деятельность человека как геофактор, влияющий на термодинамику поверхности Земли. Темп созидательной – (упорядочивающей), то есть, антиэнтропийной деятельности человечества – неизмеримо меньше, чем темп возрастания энтропии. Это следствие принципа Клаузиуса – Бриллюэна. С этим принципом нет борьбы.

Что делать с отходами? Кока-кола, йогурт и физические принципы уничтожения их отработанных упаковок. Сжигать? Пепел. Выделение тепла. Тепличный эффект, глобальное потепление климата, опасность этого, и что делать, чтобы ее уменьшить. Идеи фотохимии: разложение полимеров без отходов. Вытряхивая ковры и выбрасывая дым, мы увеличиваем запыленность атмосферы. Одно из следствий – таяние высокогорных ледников. Откуда будем черпать питьевую воду? Холодная постядерная зима по Моисееву и/или потепление климата по Аррениусу и Будыко? И то, и другое летально, даже при конкуренции этих механизмов.

Прогресс определяется количеством киловатт-часов на душу населения. Энергетика – один из важнейших показателей прогресса. Возможно, информационные технологии уменьшат «выброс» энтропии, связанный с тех-

нической экспансией человечества. Но это все равно не изменит общее направление развития ноосферы. Прогресс и комфорт создают предпосылки для сокращения продолжительности жизни. Отрицательная обратная связь – как всегда! Как быть? Радиационные отходы – будущий бич человечества, более страшный, чем СПИД – на иммунитет не рассчитывайте! Что делать, чтобы уменьшить зависимость человечества от энергии атомных электростанций и от нефти? Замечательная идея: соорудить зеркало над Землей, чтобы освещать ее ночную сторону. Экспериментальный световой зайчик от огромного зеркала, запущенного российским спутником уже проплыл над ночной Европой в начале девяностых годов прошедшего века (Кошелев). Кстати, знаете, как раскрыли на орбите огромную по размерам полимерную пленку в два футбольных поля площадью? Использовали тот самый электронный ветер, установив на отделяемом от спутника аппарате множество ускорителей электронов.

## ПРИНЦИПЫ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ

Формальная кинетика процессов. Кинетическое уравнение Больцмана: скорость процесса в целом определяется темпом рождения и уничтожения частиц, принимающих участие в процессе. Принцип детального равновесия Онзагера и глобальная скорость процесса.

✦ Интеграл соударений. Порядок реакции. Реакции первого, второго и, может быть, третьего порядка. Почему реакций четвертого порядка вообще не бывает в природе? Настолько, насколько порядок реакции совпадает с ее «молекулярностью» (числом частиц, одновременно участвующих в элементарном акте реакции), что действительно так в случае элементарных, одностадийных реакций, вероятность встречи четырех частиц одновременно, пропорциональная их концентрации в четвертой степени – безнадежно мала.

Константы скорости реакций. Кинетический закон действующих масс. Распад ядер и химических соединений – реакции только первого порядка. Время полураспада. Параллельные и последовательные реакции, их кинетические уравнения, зависимости концентраций компонентов от времени. Примеры из химии, физики и экономики. Лимитирующая стадия последовательных процессов – та, которая происходит с наименьшей скоростью. Что является лимитирующей по времени стадией процесса вашего визита из Харькова в Киев – помимо денежных затрат? – впрочем, и это тоже можно учесть в общих оценках: пример знаменитого авиаконструктора Антонова. Задача оптимизации проблемы доставки груза – одна из составляющих экономики. Как подсчитать вероятность успеха в ситуации выбора из нескольких возможностей? Линейная комбинация возможностей со статистическими весами каждой из них по большой совокупности параметров и оптимизация процесса. Прогнозирование успеха по Канторовичу. Теперь это может делать каждый. Но Нобелевская премия у Канторовича, того, кто первым указал правила для всех возможных игр такого содержания.

---

---

*Это чудо! Я имею в виду тот факт, что мы, чье существование целиком основано на удивительной игре именно этого механизма наследственности, все же обладаем способностью узнать о нем так много.*

*Э. Шредингер*

---

---

✦ Явления переноса: скорости процессов, связанные со стохастическими перемещениями в пространстве массы и энергии, и дифференциальные уравнения в частных производных как математический аппарат для их описания. Два уравнения Фика для описания диффузии – эффекта выравнивания концентраций. Механизмы диффузии и энергия активации этого процесса. Коэффициент диффузии, его экспоненциальная зависимость от температуры. Градиент химического потенциала: процессы направлены так, чтобы градиент химического потенциала уменьшался, в частности, чтобы уменьшался градиент концентрации. Почему многие кинетические эффекты зависят от температуры экспоненциально? Механизмы диффузии в конденсированных средах. Диффузия в жидкостях и других неупорядоченных средах. Броуновское движение в поле микроскопа Левенгука и в теории Смолуховского: как далеко уйдет пьяный от «данного» фонарного столба. Численное моделирование диффузии с компьютером: метод случайных блужданий.

Теплопроводность и диффузия. Коэффициент теплопроводности: перенос тепла есть диффузия фононов в твердых телах. Теплопроводность через излучение. Связь коэффициентов диффузии и теплопроводности с длиной свободного пробега частиц-переносчиков. Длина свободного пробега – расстояние, которое проходит частица между соударениями. Сечения процессов.

Как происходит элементарный акт химической реакции? Энергия активации реакции. Энергетическая схема процесса. Происхождение энергетического барьера реакции.

Теория активных соударений Аррениуса. Экспоненциальное увеличение скорости процесса при возрастании температуры определяется тем, что с ростом температуры растет число частиц с энергией, превосходящей высоту энергетического барьера реакции.

Кинетика растворения кристаллов и аналогии в экономике (Щукарев).

Реакции при внешних воздействиях. Электрохимия, законы Фарадея, электролиз. Электрохимическая ЭДС. Фотохимия. Как получаются фотографии? Фотолитография в производстве электронных схем. Критический зародыш кристаллической фазы. Физика и химия тонких пленок – работы Палатника.

✦ Гетерогенные реакции под действием ионизирующих излучений. Как ведут себя конструкционные материалы ядерного реактора, свеллинг, блистеры, фазовые переходы под действием радиации, в том числе диспропорционирование состава сплавов (Неклюдов, Бакай). Радиационная химия и ионная имплантация как способы тонкого легирования полупроводников.

✦ Влияние магнитного поля на химические реакции определяется расщеплением энергетических уровней электронов в молекулах, это может повлиять на кинетику процесса, но не может изменить равновесный результат реакции (Бучаченко, Франкевич).

Катализатор уменьшает энергию активации реакции и, следовательно, время ее прохождения до равновесия, но не влияет ни на возможность осуществления реакции, ни на ее равновесный выход. Вещество катализатора создает промежуточные неустойчивые соединения, которые строго поровну уменьшают энергию активации как прямой, так и обратной реакции. Энергетическая схема действия катализатора.

✦ Искусство подбирать катализатор – это искусство находить такие промежуточные соединения, энергия связи которых не очень мала (чтобы соединение вообще организовалось), но и не очень велика, чтобы промежуточное соединение не оказалось слишком устойчивым. Есть некие правила подбора катализаторов в гомологических рядах веществ (Бренстед и Полани). Полуэмпирические правила подбора твердотельных катализаторов по геометрическому соответствию длин связей предложил Баландин.

✦ Теория активных ансамблей Кобозева и эксперименты американских исследователей с использованием субмолекулярных покрытий: промежуточные соединения с участием катализатора имеют вполне определенную стехиометрию. Общая идея катализа на полупроводниках

(Ф.Волькенштейн): промежуточные соединения образуются с участием электронов и дырок.

✦ Автокатализ – явление, при котором образующиеся продукты реакции становятся катализаторами промежуточных, именно лимитирующих стадий в сложных реакциях.

✦ Снова о сечениях процессов и средних длинах свободного пробега: почему плазма имеет две разные температуры – температуру подсистемы ионов и температуру подсистемы электронов. Плазма – система ионов и электронов, образующаяся при очень высоких температурах системы в целом. Это – четвертое агрегатное состояние вещества, наряду с кристаллическим, жидким и газообразным. Плазменные соотношения обнаруживаются не только в газах при высоких температурах, но и при достаточно низких температурах в твердых телах, например, когда в полупроводник под достаточно высоким напряжением впрыскиваются электроны с энергией, намного превышающей энергию теплового движения. Прежде чем эти электроны «термализуются», релаксируют, и их средняя энергия станет равной средней для температуры образца, происходит множество событий, которые использует современная электроника (Басс, Ю.Г.Гуревич).

✦ Подвижность электронов в кристаллах. Подвижность ионов в разных электролитах. Энергия миграции частиц. Кинетические барьеры миграции – и снова экспонента.

Осмотическое давление (Оствальд). Физика мембран. «Полупроницаемость» и роль мембран в функционировании клеток и органов биологических объектов. Снова о гуморальной (биохимической) и нервной (электрической) системах передачи управляющих сигналов в организмах, о связанных друг с другом гипофизе и гипоталамусе – центрах биохимической и нервной регуляции организма. Нервные пути передачи сигналов. Нейроны. Передача импульса происходит с помощью двух последовательных электрических процессов: быстрая электронная проводимость вдоль тела нейрона (аксона) и медленная ионная проводимость – между синапсами нейронов.

Снова о цепных реакциях. Размерные эффекты в кинетике. Длина свободного пробега и критические размеры системы. Критическая масса ура-

на или его критический объем? Как перевозить взрывоопасные смеси – что вы посоветуете?

Размерный эффект в теплопроводности: оказывается, что в очень маленьких по размерам микроконтактах при низкой температуре фононы «проскакивают» такую частичку, не успевая провзаимодействовать ни друг с другом, ни со стенками. Парадоксально: такой системе нельзя приписать какую-то определенную температуру (Шкорбатов).

Особые эффекты на поверхности. Поверхностное натяжение. Давление Лапласа. Критический размер зародыша при образовании новой фазы. Влияние размеров твердых частиц на равновесную растворимость по Оствальду. Странное дело: термодинамика растворимости зависит не только от макроскопических термодинамических параметров, но и от дисперсности частиц. На самом деле – никаких парадоксов. Разберитесь сами, если захотите.

Поверхностные (квазидвумерные) фазы, поверхностные наноструктуры (Ленгмюр, Наумовец, В.Лифшиц). Столбики эритроцитов в крови (работы Чижевского). Судьбы Щукарева, Чижевского, Френкеля, Кондратьева, Сахарова – людей новейшего Возрождения в условиях тоталитарного режима.

Особенности термодинамики и кинетики на границах раздела фаз. Физико-химическая механика, поверхностно-активные вещества, эффект Ребиндера – Дерягина, расклинивающее давление по Гриффитсу и диспергирование твердых объектов.

✦ Коллоидные системы. Существует ли равновесное распределение капель по размерам? Теория И.Лифшица – Слезова. Почему выпадает дождь, как разогнать облака в праздничный день, и как предсказать организацию фаз при радиационном воздействии.

✦ Общие уравнения кинетики в условиях пространственной и временной неравновесности, диссипативные структуры в открытых системах (Пригожин).

Кинетические уравнения глобальной экономической и экологической динамики, прогнозирование развития ноосферы. Системы кинетических дифференци-



альных уравнений, описывающие влияние различных факторов на индексы жизнедеятельности населения Земли: выводы Массачусетского технологического института и Римского Клуба, подтверждаемые и неутешительные. Демографический фазовый переход, исследованный С.Капицей, в сопоставлении с кинетикой экономики Форрестера. Об «антиинтуитивном характере планирования» (Форрестер): «хотели как лучше, а получилось как всегда» (Черномырдин). Эйзенхауэр, Горбачев, Гайдар и дифференциальные уравнения для политиков.

Что такое «хорошо» и что такое «плохо» для биологического индивидуума – это определяется не состоянием среды обитания, а знаком производной его изменения. Индивидуумы реагируют на улучшение или ухудшение обстановки, но не обращают внимания на сохранение “status quo”. Эксперименты с изменением концентрации соляной кислоты в аквариуме и размножением рыбок – замечательная задача, в частности, для политиков перед выборами.

Прогнозы для человечества в целом, основанные на современных методах прогнозирования, очень мрачны. Есть ли выход?

Если есть – то только «по Геделю», в другое измерение, к другой парадигме существования, к принципиально иной форме жизни или места ее существования. Что может научно-популярная и научно-художественная литература (Жюль Верн, Моруа, Азимов, Данин, Гранин, Стругацкие, Лем, Брэдбери, Фиалков). Философы и физики думали над вопросом переселения с Земли с целью спасения человечества. Федоров, Циолковский, Дайсон, Толпыго делали оценки таких возможностей. Эти оценки порой неожиданны и даже фантастичны. Но как часто фантазии становились реальностью!

---

---

*Есть вещи настолько серьезные, что о них можно говорить только шутя.*

*Нильс Бор*

---

---

Какие понятия вошли в тезаурус человечества из XX века?



Дополните? Можете сыграть в такую игру с друзьями на досуге.

## ЧТО-ТО ВРОДЕ НАПУТСТВИЯ

Тем из вас, кто изберет науку или технологии как содержание жизни. Не забудьте, что *нет ничего более благодарного, чем обнаружить новые закономерности*, заданные Природой. Будьте уверены, они будут использованы и в технике. Может быть, вы сами изобретете применения, может быть, кто-то другой, но будем помнить, что все изобретения есть следствия открытий.

Тем из вас, кто изберет экономику, политику или менеджмент в качестве смысла своего существования. Не забудьте, что многое можно заранее рассчитать, понимая *общее естествознание* и зная *современную технику вычислений*. Пожалуйста, помните *об обратных связях*: любое воздействие на системы, большие или не очень большие, в том числе, на социальные и экономические, приводит к реакциям не только прямым, ожидаемым, но и обратным. Считайте, количественно считайте, прежде чем принять решение! Сначала отмерь. Семь раз, с математическими оценками. После того, как разрезал – процесс уже необратим.

Тем из вас, кто изберет искусство. Восхититесь Природой. Восхититесь ее единством и самосогласованностью. И ищите *гармоничного человека в гармоничной природе*. Пусть это будет целью. Никто и никогда не достигнет окончательного результата. Но как здорово идти к нему. Всю жизнь.

Бессмертья нет! Но жизнь полным-полна,  
Когда бессмертью отдана она.

Это слова замечательного поэта прошедшего века Ильи Сельвинского.

Поэзия и физика, химия и музыка, инженерия и живопись – *вполне сочетаются в каждой личности*. Не слушайте тех, кто советует вам ограничить себя в деятельности – делайте то, от чего получаете удовлетворение вы сами, а удовольствие и пользу – те, кто вас окружает. Именно это – и только это – *сочетание* есть то, ради чего стоит жить. Это выражение себя, того, для чего мы родились. За это стоит бороться!

Удачи вам!

Хай щастить!

Good luck!

## АННОТИРОВАННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

(со ссылками на источники текстов в Internet)

### Как пользоваться Указателем

В этом Указателе «пользователь» нашего пособия найдет ссылки на публикации авторов, упомянутых в тексте Программы. В каждом из разделов Указателя публикации упорядочены в соответствии с алфавитным порядком фамилий авторов. В Указателе приведены многие книги, не упомянутые в тексте Программы, но весьма полезные для знакомства с материалом. Аннотации к книгам помогут читателю понять, нужно ли ему отыскивать эти книги. Книги, которые мы считаем особенно полезными или особенно яркими, помечены значком .

Для удобства работы с данной Программой «на разных уровнях» ссылки сгруппированы в три раздела. Первый раздел рассчитан на первоначальное знакомство с естествознанием – или обращение к «основам естествознания». Здесь собраны в основном книги «без формул» и с минимумом формул.

Второй раздел содержит книги об аппарате науки. Это учебники, которые будут полезны школьникам, студентам, будущим исследователям. Найдется, конечно, и читатель, который уже успел специализироваться, например, в одной из областей физики. Такому читателю этот раздел может быть полезен при освоении смежных областей знания. Здесь можно найти соответствующие учебники и монографии разной степени специализации, обзоры, книги по истории науки.

Третий раздел содержит пособия для самостоятельной научной работы и результаты профессиональных исследований. Здесь собрана сотня-полторы публикаций по специальным вопросам естествознания, конечно, в соответствии с научными вкусами и интересами авторов. Конечно, это не может отразить даже малую долю многообразия Науки и Природы. Но даже только приступая к знакомству с наукой, полезно заглянуть в это «специальное хранилище» – может быть, вы поймаете вдохновение, найдя что-то неожиданное.

В Internet-ссылках можно найти тексты публикаций (полные или части), сведения об авторах, иногда даже полемику по вопросу. Помните, Internet живет своей жизнью, сайты рождаются и умирают. Поэтому поспешите посетить указанные сайты и пускайтесь в собственный поиск. Удачи Вам!

## РАЗДЕЛ 1. КНИГИ ОБ ОБЩЕМ УСТРОЙСТВЕ ПРИРОДЫ. МИНИМУМ МАТЕМАТИКИ.

**В.И. Арнольд**

*Истории давние и недавние*

М.: Фазис, 2002.

Книга крупнейшего современного математика – прекрасная остроумная проза. Еще один пример того, что талантливый человек проявляет талант во всем, за что берется. Вы прочтете книгу с эстетическим удовольствием, но еще и получите понимание того, как опасно пренебрежение фундаментальной наукой со стороны государства и общества.

**А.И. Ахиезер**

*Развивающаяся физическая картина мира*

Харьков: ННЦ ХФТИ, 1998.

Одна из последних книг выдающегося физика-теоретика, не сдававшегося перед старостью, бедностью и слепотой. А.И.Ахиезер успел донести до нас свое видение фундаментальных физических «миров» – механического мира Ньютона, электромагнитного мира Максвелла, релятивистского мира Эйнштейна, квантового (атомного) мира, ядерного мира и раскрывающегося перед нами мира элементарных частиц. Эти «миры» – дополняющие друг друга проявления единой Природы, но в восприятии человека каждый из них связан с миром оригинальных физических идей.

**А.И. Ахиезер, Ю.П. Степановский**

☑ *От квантов света до цветных кварков*

К.: Наукова думка, 1993.

Очень точно и достаточно доступно излагаются современные представления о природе субатомных частиц. Оба автора известны не только своими результатами в физике, но и как ученые с исключительно широким взглядом на современные проблемы науки.

**Н. Бор**

☑ *Атомная физика и человеческое познание*

М., 1961.

<http://markbook.chat.ru/fiz/bor.htm>

<http://www.n-t.org/nl/fz/bohr.htm>

В этой книге собраны философские статьи одного из величайших физиков, автора первой квантовой модели атома, автора «принципа дополнительности», сыгравшего большую роль в понимании взаимоотношений наблюдаемого квантового объекта, измерительного прибора и наблюдателя. Бор обнаружил далеко идущие аналогии с принципом дополнительности в психике человека.

☑ **Л. де Бройль**

*Революция в физике. Новая физика и кванты*

М.: Атомиздат, 1965.

<http://n-t.org/ri/br/ri.htm>

Нобелевский лауреат, автор идеи «волн материи», излагает квантовую теорию без единой формулы.

**В.И. Вернадский**

*Научная мысль как планетное явление*

М., 1989.

В этой книге наиболее полно изложены представления В.И.Вернадского о биосфере и ноосфере Земли. Вернадский был одним из первых, кто предсказал серьезнейшее влияние деятельности человека на природу. Это влияние далеко не всегда безобидно. К сожалению, предсказания Вернадского в основном сбываются.

**К. Вилли, В. Детье**

*Биология. Биологические процессы и законы*

М.: Мир, 1974.

Классическое пособие по биологии, выдержавшее несколько изданий. Многие разделы, особенно касающиеся организменного уровня, нисколько не устарели.

**Н. Винер**

*Кибернетика, или управление и связь в животном и машине*

М.: Наука, 1983.

Кибернетика, как считается, берет начало с выхода в свет (в 1948 г.) этой книги. В ней поставлены главные, по сути дела так и не решенные, во-

просы об управлении биологическими, техническими и социально-экономическими системами. В этой книге Норберт Винер показал, что многие концептуальные схемы, определяющие поведение живых организмов, социальных и экономических систем практически идентичны схемам управления в сложных технических системах.

**Я.Е. Гегузин**

☑ *Живой кристалл*

М.: Наука, 1987.

Замечательный физик и блестящий популяризатор науки создал доступное неспециалистам изложение современных представлений о физических явлениях, происходящих в реальных кристаллах и определяющих их свойства и характеристики. Рассказано о движении атомов, различных дефектах строения кристаллов, о том, как кристалл хранит воспоминания о своем прошлом, повлиявшем на его структуру. Для учащихся и преподавателей высшей и средней школы и всех интересующихся современным естествознанием.

**Гинзбург В.Л.**

*Разум и вера*

«Здравый смысл», т. 4, № 1 (13), с. 51, 1999.

☑ *О науке, о себе и о других*

М.: Физматлит, 2001.

*О физике и астрофизике*

М.: Наука, 1995.

В.Л.Гинзбург – один из крупнейших физиков конца XX века. Нобелевский лауреат. Автор (вместе с Л.Д.Ландау) теоретической термодинамики сверхпроводимости, классик теории распространения электромагнитных волн, автор идеи экситонного механизма образования Бозе-пар электронов в явлении сверхпроводимости. Многие гении в естественных науках проявляли себя еще и как великие гуманисты. Такими были Бор, Эйнштейн, Пригожин, Сахаров. Гинзбург – ученый из этого ряда. Он один из авторов гуманистического манифеста толерантности («Манифест 2000»). Читайте классиков – это и полезно, и увлекательно!



**Б. Грин**

*Эlegantная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории*

М.: Едиториал УРСС, 2004.

Практически «без формул» описывается смелая попытка сведения наблюдаемого многообразия элементарных частиц (включая кванты гравитации) к топологическим характеристикам достаточно сложного 11-мерного пространства-времени. Квантовый мир и теория относительности Эйнштейна, дополнительные измерения, суперструны и «мембраны», Большой взрыв и мульти-вселенные – это далеко не полный перечень обсуждаемых вопросов. Брайан Грин находит по возможности наглядные образы для описания теории струн, чтобы представить миру 11-мерную Вселенную, в которой ткань пространства рвется и восстанавливается, а вся материя порождена вибрациями микроскопических струн.

**П. Девис**

*Суперсила. Поиски единой теории природы*

М.: Мир, 1989.

Известный физик-теоретик и популяризатор фундаментальных достижений современной физики, рассуждая о строении материи и эволюции космоса, привлекает в качестве одного из методов анализа «антропный принцип». В "Физической энциклопедии" этот принцип формулируется следующим образом: "Сама Вселенная, законы физики, которыми она управляется, и ее фундаментальные параметры должны быть такими, чтобы в ней на некотором этапе эволюции допускалось существование наблюдателей".

**Я.Б. Зельдович, И.М. Яглом**

*Высшая математика для начинающих физиков и техников*

М.: Наука, 1982.

Книга является не систематическим учебником, а скорее книгой для чтения. На простых примерах, взятых из физики, на различных математических задачах, авторы старались ввести читателя в круг идей и методов, широко распространенных в приложениях физики, математики и техники.

**В.П. Зинченко**

*Аффект и интеллект в образовании*

М.: Тривола, 1995.

Интереснейшее исследование известного ученого-психолога, вице-президента Российской Академии педагогических наук, который обсуждает неожиданную и важную тему влияния эмоций на восприятие и творчество. Блестящий анализ, который сопровождается столь же блестящей подборкой цитат на тему об отношениях разума и чувства.

**Б.Н. Иванов**

*Принципы современной физики*

М.: Наука, 1973.

Основные понятия, принципы, идеи и законы почти без математики. Общий взгляд на физику. Очень популярно, но без умолчаний и упрощений.

**П.Л. Капица**

*Эксперимент. Теория. Практика*

М.: Наука, 1981.

Состоящая из нескольких относительно независимых частей книга отражает разносторонность интересов ее автора – Ученого, Педагога, Общественного деятеля. В книге представлено изложение результатов сложных физических исследований языком, понятным даже школьнику; размышления о роли науки в обществе и о личности ученого; идеи о путях развития образования и, конечно, легендарные «задачи Капицы» – задачи, составленные П.Л.Капицей и предлагавшиеся на вступительном экзамене в аспирантуру. Над этими задачами размышляло не одно поколение студентов, совершенствуя свое умение строить физические модели и решать физические проблемы.

**В.М. Кошкин, Ю.И. Долженко**

*Физическая химия: что, где, для чего (программа – путеводитель)*

Харьков: НТУ «ХПИ», 2002.

Эта программа – предшественница той, которую вы сейчас читаете. Только более специализированная. Исключительно по физической химии и

физическому материаловедению. Тоже – с комментированными основными положениями и библиографией. Для студентов и преподавателей.

**П. Кроукрофт**

☑ *Артур, Билл и другие (все о мышах)*

М.: Мир, 1970.

[http://vgershov.lib.ru/ARCHIVES/K/KROUKROFT\\_Piter/\\_Kroukroft\\_P..shtml](http://vgershov.lib.ru/ARCHIVES/K/KROUKROFT_Piter/_Kroukroft_P..shtml)

Эта тоненькая книжка – плод многолетнего изучения сообществ домовых мышей, она содержит исключительно глубокие выводы о поведении животных в коллективе. Вы обнаружите очень много аналогий, сравнивая общественную жизнь мышей и людей.

**Б.Г. Кузнецов**

*Физика и экономика*

М.: Наука, 1967.

Б.Г.Кузнецов – физик и известный философ науки. Эта небольшая книга содержит красивую идею о том, как взаимодействуют наука, экономика и общество.

**Л. Купер**

*Физика для всех*

Т. 1-2. – М.: Мир, 1974.

**Э. Роджерс**

*Физика для любознательных*

Т. 1-3. – М.: Мир, 1970.

Еще два «курса физики» почти без формул. Очень милые задачки для любого уровня подготовки читателя. Названия вполне отражают стиль и смысл этих книг.

**Л.Д. Ландау, А.И. Китайгородский**

*Физика для всех. Движение. Теплота*

М.: Наука, 1965.

*Физика для всех. Физические тела*

М.: Наука, 1982.

*Физика для всех. Молекулы*

М.: Наука, 1984.

Курс, написанный для школьников двумя замечательными физиками. «Азы», притом оригинально, точно и остроумно. По этим книгам можно начинать знакомиться с Природой.

**Л. Полинг**

☑ *Общая химия*

М.: Мир, 1974.

Лучше, чем создатель науки, о науке не расскажет никто. Лайнус Полинг – Нобелевский лауреат по химии (присуждена за исследование природы химической связи), первооткрыватель молекулярной структуры белка, и лауреат Нобелевской премии мира. Полинг переосмыслил современную химию. Эту фундаментальную книгу можно отнести ко всем трем разделам нашей библиографии.

**И.Р. Пригожин, И. Стенгерс**

*Порядок из хаоса: новый диалог человека и природы*

М., 1986.

<http://avtonom.org/lib/theory/prigozhin/order-chaos.htm>

<http://spkurdyumov.narod.ru/Ppigogin/Prch1.htm>

**И. Пригожин**

☑ *От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках*

М., 2002.

<http://www.humanities.edu.ru/db/msg/9879>

В чрезвычайно интенсивном научном творчестве нобелевского лауреата по химии Ильи Пригожина можно выделить две основные темы, обе представлены в этих книгах. Первая тема – это процесс самоорганизации сложных структур в хаотизированной неравновесной среде. Вторая тема, еще более общая, – природа необратимости времени, связанная как со статистическими свойствами наблюдаемого мира, так и с особенностями нашего способа построения научной картины мира.

**А. Пуанкаре**

*О науке*

М.: Наука, 1983

В этой книге собраны методологические работы выдающегося французского математика Анри Пуанкаре, предвосхитившего многие идеи, получившие развитие в XX веке, – «Наука и гипотеза», «Наука и метод», «Ценность науки», «Последние мысли». Содержание книги охватывает широкий круг вопросов – физический смысл фундаментальных теорий и концепций от Аристотеля до Эйнштейна, логика развития научного, в частности физического и математического знания, эволюция во взглядах человека на физическую картину мира.

**К.К. Ребане**

*Энергия, энтропия, среда обитания*

М.: Знание, 1985.

Книга известного физика о термодинамике ноосферы и глобальной экологии с точки зрения физики.

**А. Сент-Дьерди**

☑ *Биоэнергетика*

М., Физматгиз, 1960.

*Введение в супрамолекулярную биологию*

М.: Наука, 1964.

Альберт Сент-Дьерди – один из тех, кто открыл аскорбиновую кислоту. Но еще более он известен как ученый, исследовавший процесс получения и использования энергии живой клетки. В этой книге перенос энергии при функционировании биомакромолекул прослежен на электронном уровне. Книга написана блестяще: вы найдете множество занимательных историй и остроумных афоризмов.

**Дж. Силк**

*Большой взрыв. Рождение и эволюция Вселенной*

М.: Мир, 1982.

Научный бестселлер, написанный известным астрофизиком. Книга посвящена, в основном, стандартной космологической модели расширяющейся Вселенной. Автор входит и в такие «детали», как происхождение и эволюция галактик и Солнечной системы, синтез тяжелых элементов.

**Ч.П. Сноу**

*Две культуры. Сборник публицистических работ*

М.: Прогресс, 1973.

Чарльз Сноу – человек нового Возрождения: физик, крупнейший писатель, известный политический деятель, философ. В своих статьях он привлек внимание к психологическому и культурному разрыву между людьми, воспитанными в гуманитарной и естественнонаучной средах. Словосочетание «две культуры» вошло в тезаурус человечества.

**Кл.Э. Суорц**

*Необыкновенная физика обыкновенных явлений*

М.: Наука, Т. 1, 1986; Т. 2, 1987.

Прекрасно написанный и богато иллюстрированный учебник физики для колледжей. Математика исключительно простая. Очень хороший учебник для старших школьников, которые хотят в дальнейшем специализироваться как естествоиспытатели. Вполне достаточно информации для студентов – будущих инженеров.

**Е.Л. Фейнберг**

*Эпоха и личность. Физики*

М.: Наука, 1999

Один из крупнейших физиков, работавший в науке всю вторую половину XX века, рассказывает, в частности, о взаимоотношениях коммунистической власти и ученого. Как непросто сохранить порядочность в условиях жесткого давления власти на ученых! Занятия теоретической физикой (или математикой) позволяли многим талантливым людям минимизировать свои контакты с тоталитарной властью и заниматься тем, что представлялось им интересным, не апеллируя к поддержке властей. Е.Л.Фейнберг известен не только результатами в физике, но и книгами о связях искусства и науки.

**Р. Фейнман**

*Характер физических законов*

М.: Наука, 1987.

Это популярная книга о том смысле, который содержат законы природы и об ограничениях их применимости. Популяризация в исполнении выдающегося интеллекта – это, на самом деле, глубокая философия.

**В.И. Фистуль**

*Фундаментальные законы классической физики*

2002

*Законы атомной и квантовой физики*

М., Физматлит, 2003.

Две хорошие книжки, излагающие принципы современной физики, эпохальные эксперименты и теоретические идеи на уровне, доступном очень умному школьнику и достаточно неглупому студенту.

**С. Хокинг**

*Краткая история времени: от большого взрыва до черных дыр*

СПб.: Амфора, 2000.

Легендарная книга легендарного Стивена Хокинга, который в раннем детстве в результате тяжелой болезни полностью потерял подвижность, человека, который создает современную теорию пространства-времени. Хокинг исследует черные дыры, открытые «на кончике пера» немецким астрономом Карлом Шварцшильдом (в окопах Первой мировой войны). В последние годы астрономы получили возможность следить за «действиями» этих чудовищ гравитации, радикально искажающих локальную метрику пространства-времени. Хокинг сумел, в частности, исследовать квантовые эффекты рождения и уничтожения элементарных частиц у поверхности черных дыр, и доказал, что они не так уж «черны», то есть какие-то частицы уходят с «поверхности» этих странных объектов.

**В. Чолаков**

*Нобелевские премии. Ученые и открытия*

М.: Мир, 1987.

О выдающихся открытиях в естествознании и об их авторах, отмеченных Нобелевскими премиями.

**Р. Шовен**

☑ *От пчелы до гориллы*

Под ред. и с переводом И. Халифмана. – М.: Мир, 1965.

О поведении животных в природе. Первая часть посвящена насекомым, вторая – рыбам, птицам и млекопитающим. В книге содержится много интересных сведений о нравах и поведении животных, о способах их общения. А уж сколько аналогий с собственным поведением обнаружит читатель...

**Э. Шредингер**

☑ *Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки*

Ижевск: РХД, 2002.

[http://www.kirsoft.com.ru/freedom/KSNews\\_367.htm](http://www.kirsoft.com.ru/freedom/KSNews_367.htm)

Книга одного из создателей современной науки, Нобелевского лауреата, автора «того самого уравнения» – основы квантовой механики. Он был еще и оригинальным философом, поэтом, скульптором. Эта книга – о сущности жизни как процесса борьбы с возрастанием энтропии. Никаких противоречий со вторым началом термодинамики: организмы – открытые системы. Восстановлен (по сравнению со 2-м изданием) сакраментальный Эпилог: «О детерминизме и свободе воли».

**А. Эйнштейн, Л. Инфельд**

☑ *Эволюция физики*

М.: Наука, 1965.

Этой небольшой книге без формул Эйнштейн придавал особое значение, надеясь привлечь внимание широкой публики к миру физических идей в процессе их исторического становления. Надежды Эйнштейна оправдались: несколько поколений физиков приобщились к науке, попав под очарование этой книги.

**П. Эткинс**

☑ *Физическая химия*

Т.1, 2. – М.: Мир, 1980.

Эта книга ни капельки не похожа на курс наук. Эта книга – диалог с читателем. Математика – простая, и она ясно следует из обсуждения физической картины. Строгая физика, которая последовательно сводится до понимания на уровне химической интуиции. Легкость языка, свобода общения с



читателем, нестандартные и остроумные формулировки. Иллюстрации, библиография. Эту книга сродни книгам Фейнмана, когда читатель «слышит» интонации автора. Эту книгу стоит читать, а не штудировать. Параллельно с более стандартными и строгими курсами. Такое чтение приносит не только пользу, но и удовольствие. Мы будем ссылаться на эту аннотацию еще не раз, используя значок ☑, чтобы подчеркнуть такие же особенности текстов.

**П. Эткинс**

☑ *Порядок и беспорядок в природе*

М., Мир, 1987.

Прекрасное (ясность практически без формул) изложение физических основ и следствий второго закона термодинамики (в английском оригинале книга называется The Second Law). Природа теплоты, двигатели, химическая термодинамика, диссипативные структуры, «цена» жизни, сложность, компьютерные модели. Незаменимое подспорье преподавателя.

**В.П. Эфроимсон**

☑ *Педагогическая генетика. Родословная альтруизма*

М., ББК, 2003.

Крупнейший ученый-генетик В.П. Эфроимсон разработал оригинальную концепцию гениальности, раскрывающую роль врожденных свойств в формировании личности и их соотношение с факторами среды. Эфроимсону принадлежит исследование диалектики инстинктов, которое продемонстрировало, что для популяции выгоден не только инстинкт личного самосохранения, но и инстинкт альтруизма у индивидуумов. В 2004 году проф. Эбштейн обнаружил ген альтруизма в хромосомах человека.

## РАЗДЕЛ 2. УЧЕБНИКИ. СПРАВОЧНИКИ. ИСТОРИЯ НАУКИ

### **А.И. Ахиезер**

*Общая физика. Электрические и магнитные явления: Справочное пособие*

К.: Наукова думка, 1981.

### **А.И. Ахиезер, И.А. Ахиезер**

*Электромагнетизм и электромагнитные волны*

М.: Высшая школа, 1985.

Книги, одним из авторов которых является выдающийся физик-теоретик А.И.Ахиезер, ближайший ученик Л.Д.Ландау. «Квантовая электродинамика» (в соавторстве с В.Б.Берестецким) была первой систематической монографией в этой области физики, переведена и издана во многих странах. Рекомендуемые здесь учебники написаны для студентов-физиков младших курсов, но их можно взять на вооружение и будущим инженерам, в особенности инженерам-вычислителям. И.А.Ахиезер – сын А.И., талантливый ученый, очень рано ушедший из жизни.

### **Т.П. Бабий, Л.Л. Коханова, Г.Г. Костюк и др.**

*Биологи. Биографический справочник*

К.: Наукова думка, 1984.

### **А. Бейзер**

*Основные представления современной физики*

М.: Атомиздат, 1973.

Подробное (с выкладками и пояснениями) и хорошо иллюстрированное изложение. Описаны ключевые эксперименты физики XX века, дана общая теоретическая картина физического мира, каким он представлялся в 60-х годах прошлого века. Блестящий компромисс между доступностью и строгостью изложения. Когда в 70-х годах (прошлого века) один из авторов этой Программы конструировал свой курс лекций по общей физике, он использовал в качестве основы книгу Бейзера, книги Борна и Фейнмана.

*Берклевский курс физики*

### **Ч. Киттель, В. Найт, М. Рудерман**

*Т.1. Механика*

М.: Наука, 1983.

<http://cs.ua/rad/lib/termex3/kittel.djv>

**Э. Парселл**

*Т. 2. Электричество и магнетизм*

М.: Наука, 1983.

**Ф. Крауacroфт**

*Т. 3. Волны*

М.: Наука, 1984.

**Э. Вихман**

*Т. 4. Квантовая физика*

М.: Наука, 1986.

**Ф. Рейф**

*Т. 5. Статистическая физика*

М.: Наука, 1986.

<http://cs.ua/rad/lib/termex3/book125.html>

Пятитомник «Берклеевский курс физики» – один из самых популярных учебников для будущих физиков. Каждый из томов этого курса написан разными авторами, крупными учеными, работавшими в знаменитой лаборатории в Беркли и читавшими одновременно соответствующие учебные курсы студентам-физикам. Но единство взгляда на природу при этом сохраняется. При изучении требуется знакомство с элементарным курсом физики и знание математического анализа, но акцент в изложении сделан на объяснении физического смысла явлений. Большое внимание уделяется экспериментальному обоснованию физических идей и теорий, приводятся описания, результаты и интерпретация ключевых экспериментов. Большое число проблемных задач различного уровня сложности, иногда из смежных с физикой областей. Отдельный том «Физическая лаборатория» с описанием оригинальных лабораторных работ по курсу физики. Редактором всего курса, созданного преподавателями Калифорнийского университета, является выдающийся физик-теоретик Ч.Киттель, известный советскому читателю по переводам многих его специальных книг.

**Д.Д. Бернал**

*Наука в истории общества*

М.: Иностран. лит., 1969.

Выдающийся английский кристаллограф и вирусолог Д.Д.Бернал известен как общественный деятель и автор фундаментальных исследований социальной функции науки.

**Д.И. Блохинцев**

*Основы квантовой механики*

М.: Наука, 1976.

Добротный вводный курс, с подробным обсуждением исходных концепций, в особенности интерпретации квантовой механики в терминах «квантовых ансамблей».

**Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л. Хофстедтер**

*Мозг, разум и поведение*

М.: Мир., 1988.

Строение и работа мозга: биология, физиология, психология, химия, физика распознавания образов, различения цветов, проблема гомеостаза, биоритмы, эмоции, научение, память, мышление и сознание, патология и старение.

**А.Н. Боголюбов**

*Математики. Механики. Биографический справочник*

К.: Наукова думка, 1983.

Около 1500 биографий.

**Д. Бом**

*Квантовая теория*

М.: Наука, 1965.

Наряду с прекрасным изложением «стандартного» материала, книга содержит развернутое обсуждение проблемы квантомеханических измерений. Этот вопрос – камень преткновения квантовой теории (и по сей день!). Дэвид Бом – автор оригинальной интерпретации квантовой механики (траектории Бома), близкой к идее «скрытых параметров». Не исключено, что вскоре его идеи снова будут востребованы.

**М. Борн**

*Атомная физика*

М.: Мир, 1970

М. Борн принадлежит великой плеяде создателей современной физики, наряду с Планком, Эйнштейном, Резерфордом, Томсоном, де Бройлем, Бором, Шредингером, Гейзенбергом, Дираком и еще немногими другими. Он соавтор матричной формулировки квантовой механики, автор статистической интерпретации «квадрата модуля волновой функции», автор «потенциала Борна – Майера» в физике кристаллов и цикла Борна – Габера в термодинамике. . . Эта книга – поразительно прозрачное и строгое изложение основ квантовой теории. Многие книги Борна переведены на русский язык (Физика в жизни моего поколения, ИЛ, 1963; Эйнштейновская теория относительности, изд-во «Мир», 1964, Размышления и воспоминания физика, «Наука», 1977). Всегда хорошо читать классиков – тех, кто сделал эту науку. ☑

**Э.Г. Братуга**

*Поэзия термодинамики*

Харьков: ХГПУ, 2000.

Вряд ли вы видели когда-либо что-нибудь подобное. Это вполне серьезная книжка о термодинамике, написанная стихами. Легкая, остроумная – и содержательная по смыслам. Стоит прочитать. Получите удовольствие.

**В.А. Волков, Е.В. Вонский, Г.И. Кузнецова**

*Выдающиеся химики мира*

Биографический справочник – М.: Высшая школа, 1991.

**Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор**

☑ *Биология*

Т.1-3. – М.: Мир, 1996.

Отличный учебник по общей биологии, сочетающий полноту, строгость с доступностью изложения. Большое количество вопросов, задач и заданий (в том числе лабораторных) для самостоятельной работы. В конце каждого тома приведены ответы и решения. Большое внимание уделяется физическим и химическим процессам и явлениям, лежащим в основе биологических феноменов. В приложении приведены некоторые сведения из физики и химии, используемые в биологии, кроме того, по ходу изложения особо выделяются математические, физические, химические представления, необходимые для объяснения биологических процессов.

Прекрасные иллюстрации. В 3-ем томе приведен предметный указатель (на русском и на латыни). Книгу можно использовать как справочник.

**Х. Гулд, Я. Тобочник**

*Компьютерное моделирование в физике*

В 2-х частях. – М.: Мир, 1990.

Прекрасное дополнение к общему курсу, если есть возможность использовать компьютер (и даже без нее). Избранные задачи по всем разделам курса физики вместе с идеями, алгоритмами, а зачастую и текстами программ для исследования процессов, закономерностей, явлений с помощью компьютерных технологий. Последовательно и постепенно вводятся численные методы, используемые в компьютерном моделировании. Математика и программирование в минимальном объеме, необходимом для решения конкретных задач. Рассмотрено много задач, имеющих междисциплинарный характер.

**А.А. Детлаф, Б.М. Яворский**

*Курс физики*

М.: Высшая школа, 1989.

Достаточно простой и полный курс, хотя скорее ознакомительный, чем пособие для подробного изучения физики. Основное достоинство: в одном томе – весь курс общей физики.

**Д. Джанколи**

*Физика*

Т. 1, 2. – М.: Мир, 1983.

Предполагается, что студент еще не знаком с математикой. Приводятся элементы математического анализа. Физика с примерами из повседневной жизни. Неформальное изложение обеспечивает легкость восприятия, это сочетается с доказательностью изложения.

**А.С. Енохович**

*Справочник по физике и технике*

М.: Просвещение, 1983.

Небольшая энциклопедия, масса полезных, неожиданных и интересных сведений.

**М.И. Каганов**

*Школа Ландау. Что я о ней думаю*

Троицк: Тробант, 1998.

М.И. Каганов – замечательный физик-теоретик, блестящий лектор и популяризатор науки. Печатью вдохновения отмечен и этот рассказ очевидца и участника – об эпохе расцвета советской теоретической физики, об уникальных людях, творивших науку во второй половине XX века. Здесь вы встретитесь с Капицей, Ландау, братьями И.М. и Е.М.Лифшицами, А.И.Ахиезером, Померанчуком и другими выдающимися физиками. Это книга воспоминаний, но с формулами и даже с графиками!

*Краткий курс физической химии*

**Под ред. С.Н. Кондратьева**

М.: Высшая школа, 1978.

*Стандартно-хороший курс физической химии.*

**Ф.К. Кнойбюль**

*Пособие для повторения физики*

М.: Энергоиздат, 1981.

Настольная книга по физике для преподавателя и студента. Блестящее методическое построение курса позволило уместить весь курс общей физики на 220 страницах. И это с доказательствами теорем и выводами формул, объяснением физического смысла уравнений и механизмов протекания явлений, таблицами значений физических величин и всеми необходимыми сведениями по математике (включая специальные функции, ряд Фурье, преобразование Лапласа).

**В.Е. Кузьмичев**

*Законы и формулы физики*

К. Наукова думка, 1989.

Справочник. Пожалуй, наиболее полный из имеющихся справочников по физике. Промежуточный вариант между общим и теоретическим курсом, между справочником и учебником.

**Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц**

*Курс общей физики: Механика и молекулярная физика*

М.: Наука, 1965.

«Сам» Ландау с энтузиазмом читал курс общей физики в Харьковском и Московском университетах. Эта книга написана для студентов-первокурсников, но так ясно и заботливо по отношению к читателю, что ее «проглотит» и старшеклассник. Ведь Ландау говорил о себе: «Я – великий ТРИВИАЛИЗАТОР!».

**Г.С. Ландсберг**

☑ *Оптика*

М.: Наука, 1976.

Классическая книга. Десятки переизданий по всему миру. Почти популярно об оптике на уровне доквантовой физики, главным образом. Но это – навсегда – и книга для профессионалов. Сопоставление квантовых и классических представлений. Многие классические модели и сейчас прекрасно «работают» в физической оптике и химическом анализе вещества. Автор книги – один из крупнейших экспериментаторов первой половины XX века.

**В.Г. Манжелий, Я.А. Фрейман** (V.G.Manzhelii, Y.A.Freiman, Eds.)

*Physics of Cryocrystals*

NY.: AIP Press, 1997.

Книга о веществах, в обычных условиях газообразных, которые кристаллизуются при очень низких температурах. Это водород, азот, кислород, гелий, метан... Связи между атомами (или молекулами) в таких кристаллах очень слабы, зато огромное количество необычных эффектов, начиная от квантовой диффузии и конверсии орто- и пара-водорода до антиферромагнетизма кристаллов кислорода. Уникальные объекты и уникальная книга.

**А.Н. Матвеев**

*Механика и теория относительности*

М.: Высшая школа, 1986.

Это достаточно «классический» четырехтомный курс общей физики. Но именно первый том содержит очень привлекательное, «физичное» изложение релятивистской динамики.

**А.И. Наумов**

*Физика атомного ядра и элементарных частиц*



М.: Просвещение, 1984.

Полезное ознакомительное пособие, содержащее «устоявшиеся» результаты и концепции.

*Физическая химия*

**Теоретическое и практическое руководство, под ред. Б.П. Никольского**

Л.: Химия, 1987.

Добротный курс общего характера, достаточно строго и достаточно просто изложены основные разделы этой науки. Удачное введение в термодинамику необратимых процессов и подробный раздел об электрохимии. Кроме того, очень точно продуманный и увязанный с теорией курс техники физико-химического эксперимента.

**Дж. Орир**

*Физика*

Т.1, 2. – М.: Мир, 1981.

<http://blacks.narod.ru/Naomi/N10/Orear.htm>

<http://blacks.narod.ru/Naomi/N5/Orear.htm>

Хороший курс для общего знакомства с физикой. Популярно, но с достаточной строгостью. Недаром этот курс живет уже тридцать лет.

**Д. Прайс**

*Малая наука, большая наука, в сборнике: Наука о науке*

М.: Прогресс, 1966, стр.281-384.

Количественное исследование кинетики развития науки на основе статистики научных публикаций. Это исследование положило основание изучению науки как целостной системы.

**А.Н. Ремизов**

*Медицинская и биологическая физика*

М.: Высшая школа, 1986.

Добротный классический курс общей физики, иллюстрированный примерами из биологии, анатомии, физиологии, молекулярной биологии. Физические явления в жизнедеятельности организма человека. Применение физических эффектов в медицине для диагностики и лечения. Широко ис-

пользуются понятия кибернетики – управление, обратная связь, регулирование. В последнем издании отдельный параграф посвящен биологическим мембранам.

**Г. Селье**

☑ *Стресс без дистресса*

М.: Прогресс, 1982.

<http://pusik78.narod.ru/stress.html>

Научный бестселлер, посвященный проблемам адаптации и выживания организма. Селье первым обратил внимание на то, что любая болезнь проявляется вначале в общих неспецифических реакциях (повышении температуры, сердцебиении, общей слабости и т.п.). Он обнаружил, что такие соматические реакции имеют место и при психологическом дискомфорте. Селье назвал такой комплекс реакций «стрессом» и развил теорию этого явления. Согласно Селье, первая стадия стресса благотворна, т. к. активизирует адаптивные реакции организма. Однако при непрекращающихся психологических или физиологических нагрузках возникает «дистресс», ведущий к вредным необратимым изменениям организма.

**Д.В. Сивухин**

☑ *Общий курс физики*

Т.1-4. – М.: Наука, 1990.

Полновесный классический курс общей физики – глубокий, полный и подробный. Очень “физичный” курс, много пояснений, объясняется физический смысл всех допущений, преобразований и выводов. Отличное сочетание строгости с доступностью качественного понимания механизмов явлений.

**А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко**

*Физическая химия*

М.: Высшая школа, 1988.

Хороший курс. Коротко и ясно.

**Р. Толмен**

*Относительность, термодинамика и космология*

М.: Наука, 1974.

Книга, которую одобрил сам Альберт Эйнштейн. Замечательно об основании и следствиях специальной и общей теорий относительности. Подробное рассмотрение релятивистских ускоренных движений.

**В. Уильямс, Х. Уильямс**

*Физическая химия для биологов*

М.: Мир, 1976.

Супруги Уильямс создали прекрасное пособие, полезное не только биологам. Основные разделы физической химии изложены с образцовой точностью и научной строгостью. Интересно следить, как эффекты физической химии «работают» в нашем организме.

**Р. Фейнман, Р. Лэйтон, М. Сэндс**

☑ *Фейнмановские лекции по физике. Т.1-9*

М.: Мир, 1977.

☑ *Задачи с ответами и решениями*

М.: Мир, 1978.

Лекции Ричарда Фейнмана, одного из самых ярких персонажей в науке середины XX века, столь же необычайны, как их автор. Нобелевский лауреат рассказывает о физике так, как если он сам одновременно со своими слушателями или читателями эту науку заново создает. Это не просто учебник физики, замечательно полный и насыщенный идеями. Это еще и блестящий пример того, как легко великий мозг находит и понимает механизмы явлений, которые относятся не только к физике. Первые тома вполне доступны для понимания даже без сколько-нибудь сложной математики. Последний том – с задачами, столь же нетривиальными, как и сам курс.

*Физическая химия*

**Под ред. К.С. Краснова**

Высшая школа, 1982.

Тоже хороший курс физической химии. Особенно удался раздел о квантовой химии.

**Я.И. Френкель**

☑ *Кинетическая теория жидкостей*

Л.: Наука, 1975.

Крупнейший ученый, основоположник нескольких наук (теории равновесных дефектов в кристаллах, капельной модели деления атомных ядер, теории спекания, первой в физике твердого тела теории квазичастиц – экситонов, теории дислокаций, теории атмосферного электричества, современной теории жидкостей, термодинамики полимеров и многих других современных наук). Эта книга – классическая. Она написана в 1943 году, но идеи, рассыпанные в ней, не только не устарели за 60 лет, но до сих пор питают физику и физиков.

**Ю.А. Храмов**

*Физики*

Биографический справочник. – М.: Наука, 1983.

Около 1000 биографий, 700 портретов.

**П. Эткинс**

*Кванты. Справочник концепций*

М.: Мир, 1977.

Энциклопедия квантовых понятий и терминов, построенная в виде «толкового словаря», написанная великолепным преподавателем.

**РАЗДЕЛ 3. НАУЧНЫЙ ПРОЦЕСС.  
МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ, ОБСУЖДЕНИЯ**

**В.И. Арнольд**

*Теория катастроф*

М.: Эдиториал УРСС, 2003.

Один из крупнейших математиков написал прекрасное введение в теорию катастроф – область математики, систематически исследующую «разрывные» особенности гладких отображений.

**Ts.Avital (Ц. Авитал)**

*Art versus Nonart (Art out of Mind)*

Cambridge University Press, 2003

Профессор Цион Авитал, один из редких философов-искусствоведов, кто отваживается в современном мире безраздельного господства абстракционизма защищать фигуративное искусство. Похоже, ему удастся найти критерий того, что такое искусство.

**Ф.Г. Басс, В.С. Бочков, Ю.Г. Гуревич**

*Электроны и фононы в ограниченных полупроводниках*

М.: Наука, 1984

Один из главных аспектов книги: описаны и проанализированы теоретически явления, происходящие в полупроводниках при наложении сильного электрического поля, когда ускоряемые электроны не успевают разменять энергию, поэтому температура решетки и температура горячих электронов оказываются различными.

**Э. Берн**

*Введение в психиатрию и психоанализ для непосвященных*

М.: Гранд, 2001.

<http://bookz.ru/?band=145&id=PSIHO/BERN/wwedenie>

Эрик Берн – «знаковая» фигура в цивилизации XX века. Незаменимый опыт полкового психолога в американских войсках, воевавших в Нормандии в 1944 г., понимание личности человека, интеллектуальная независимость, умение ясно излагать специальные вопросы – все это сделало Э.Берна популярнейшим писателем на психологические темы. Он – автор и практических идей (книги «Люди, кото-

117

рые играют в игры», «Игры, в которые играют люди»). Читайте. И учитесь понимать других.

**Г. Биркгофф**

*Математика и психология*

М.: Советское радио, 1977.

Книга известного и потомственного математика, в которой анализируются глубокие связи между характером разных проявлений психики и их математическим описанием. Логическое мышление описывается с помощью дискретной Булевой алгебры ("да – нет –или"), что и соответствует физике передачи сигнала в нейронных цепях. А чувственное восприятие может быть описано только в терминах континуальной математики.

**Л. Бриллюэн**

☑ *Наука и теория информации*

М.: Госиздат физ.-мат. литературы, 1960.

☑ *Научная неопределенность и информация*

М.: Мир, 1966.

Леон Бриллюэн – один из классиков науки XX века. В этих книгах переброшен мост от теории информации к физике. Предложен подход, сочетающий статистическую термодинамику и теорию информации Шеннона. Метод автора плодотворен для понимания и описания природы самых разнообразных явлений: от равновесных шумов при приеме радиосигналов до понимания тепловых эффектов при размножении бактерий и проблем глобальной экологии.

**М.И. Будыко**

*Климат в прошлом и будущем*

Л.: Гидрометеиздат, 1986.

*Проблема углекислого газа*

СПб.: Гидрометеиздат, 1997.

Роль углекислого газа в тепловом балансе Земли была проанализирована Нобелевским лауреатом С.Аррениусом в начале прошлого века. В Советском Союзе еще в 60-х годах 20-го века систематическое рассмотрение этой проблемы было начато академиком М.И. Будыко.

**С. Вейнберг**

*Гравитация и космология. Принципы и приложения общей теории относительности*

М.: Мир, 1975.

Стивен Вейнберг – физик-универсал, Нобелевский лауреат (один из создателей теории, объединяющей слабое и электромагнитное взаимодействия). «Присматриваясь» к гравитации в поисках единства фундаментальных взаимодействий, Вейнберг создал эту великолепную компактную энциклопедию по теории гравитации.

**Г. Вейль**

*Симметрия*

М.: Наука, 1968.

Герман Вейль – легендарный математик и философ, велик его вклад в создание математического аппарата квантовой механики. Эта книга начинается как «симметрия в картинках», а приводит к обсуждению роли математического понятия группы в описании свойств пространства-времени.

**Ю. Вигнер**

*Этюды о симметрии*

М.: Мир, 1971.

Юджин Вигнер, Нобелевский лауреат (за открытие и применение в квантовой физике фундаментальных принципов симметрии) – автор этой глубокой книги о философии науки.

**Н. Винер**

*Человеческое использование человеческих существ. Кибернетика и общество*

(1950).

*Акционерное общество «Бог и Голем». Обсуждение некоторых проблем, в которых кибернетика сталкивается с религией*

(1964).

Эти книги Норберта Винера были написаны после выхода в свет знаменитой «Кибернетики». В них уже нет формул, но есть «гуманитарное» раз-

витие кибернетических идей. Под одним переплетом они переизданы в книге:

☑ Человек управляющий

СПб.: Питер, 2001.

**А.Н. Вяльцев**

*Дискретное пространство-время*

М.: Наука, 1965.

Автор – историк науки, хорошо знакомый с состоянием проблемы дискретности в 1960-х годах. Конечно, книга основательно устарела, но сохраняет ценность как обзор ранних попыток создать альтернативную дискретную модель реальности.

**В.А. Геодакян**

*Теория дифференциации полов в проблемах человека*

(1989)

В книге: Человек в системе наук, с. 171-189, Москва.

Статья известного ученого, автора статистической теории гендерных различий, анализирует развитие человечества с точки зрения эволюционной «выгодности» двуполых популяций.

**В.Л. Гинзбург**

*Сверхпроводимость: позавчера, вчера, сегодня, завтра*

УФН, т. 170, №6, 619, 2000.

Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особо важными и интересными (тридцать лет спустя, причем уже на пороге XXI века)?

УФН, т. 169, 419 (1999)

[http://www.ufn.ru/ufn\\_99\\_4/Russian/r994c.pdf](http://www.ufn.ru/ufn_99_4/Russian/r994c.pdf)

☑ *О некоторых проблемах физики и астрономии за последние 3 года*

УФН, 172, 213 (2002).

[http://www.ufn.ru/ufn02\\_2/Russian/r022d.pdf](http://www.ufn.ru/ufn02_2/Russian/r022d.pdf)

*Теоретическая физика и астрофизика*

М.: Наука, 1987.



См. о В.Л.Гинзбурге в примечаниях к первому разделу Аннотированного указателя литературы.

**Л. Гласс, М. Мэки**

*От часов к хаосу. Ритмы жизни*

М.: Мир, 1991.

Пособие, в котором изложены идеи и результаты регулярной и стохастической динамики нелинейных систем. Ориентировано на приложения в биофизике и биологии. Множество примеров различных периодических процессов в биологических системах.

**А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов**

*Физика в мире полимеров*

М.: Наука, 1989.

Авторы книги – известные физики, работавшие вместе с И.М. Лифшицем над теорией полимеров, которой он посвятил ряд работ: переход «клубок-глобула», коллапс гелей, физика макромолекул, компактизация ДНК.

**Ю.Я. Гуревич, Ю.И. Харкац**

*Суперионные проводники*

М.: Наука, 1992.

Существуют твердые тела, подвижность ионов в которых настолько велика, что ионная проводимость оказывается очень высокой, близкой к электронной проводимости металлов. Хороший обзор физики этого явления.

**Б. Джозефсон (B.D. Josephson)**

*Religion in genes*

Nature, v.362, p.583, 1993.

Короткая статья Нобелевского лауреата по физике. Предложена идея о том, что религиозность отражена в геноме человека. Как всегда у Джозефсона – парадоксальная идея, которая на самом деле объясняет очень многое в социальном поведении человека.

**П. де Жен**

*Физика жидких кристаллов*

М.: Мир, 1977.

Пьер Жиль де Жен удостоен Нобелевской премии по физике за развитие методов изучения явлений упорядочения в жидких кристаллах и полимерах, и теорию фазовых переходов в них, в частности, под действием электрического поля. Это явление широко используется сейчас в системах отображения информации – в часах, микрокалькуляторах, плоских телевизионных экранах.

**В.М. Дильман**

*Большие биологические часы (введение в интегральную медицину)*

М.: Знание, 1982.

*Четыре модели медицины*

Л.: Медицина, 1987.

Исследования В.М. Дильмана посвящены проблемам эндокринологии, онкологии, теоретической гинекологии, геронтологии. Онтогенетическая модель развития и старения, предложенная им, дает объяснение того, как с возрастом формируются гормонально-метаболические факторы повышенного онкологического риска или риска диабета. Основная идея модели Дильмана: отрицательные обратные связи, поддерживающие стабильность организма, с возрастом становятся слишком инерционными, что и предопределяет «болезни старости» и наступление смерти.

**Р. Докинз**

*Эгоистичный ген*

М.: Мир, 1993.

<http://travel.kotomsk.ru/gro/dawkins/dawkins.html>

<http://grokhovs.chat.ru/dawkins/dawkins.html#lit>

Книга, впервые изданная в 1976 г., стала научным бестселлером, содержащим оригинальную точку зрения автора на сущность эволюции. Введение в генетику. Теория эволюции с точки зрения генетики – это беспощадная борьба генов: на уровне аминокислот нет морали. Но оказывается, чтобы выживать, необходимым бывает сложное сочетание генов (организм), система, которая в целом может проявлять черты «терпимости» к окружающим, что в результате оказывается выигрышным для гена, входящего в сложную систему организма. Подробнейшая логика построений. Множество идей, которые еще следует проверять. С удовольствием ставим значок .

**Я.Г. Дорфман**

*Диамagnetизм и химическая связь*

М.: Физматгиз, 1961.

Я.Г.Дорфман – автор многих идей в физике твердого тела. Эта маленькая книжка содержит замечательную идею анализа химических связей на основе магнитных измерений.

**С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий**

*Синергетика и прогнозы будущего*

М.: Наука, 1997.

<http://www.iph.ras.ru/~mifs/kkm/Vved.htm>

Показано, насколько глубоко меняет нелинейная динамика научные парадигмы, взгляды на случайность и детерминизм, на хаос и порядок, на возможность прогноза поведения сложных систем. Математическое моделирование приобретает черты своеобразной натурфилософии компьютерной эры. Математическая модель и прогноз развития высшей школы России. Теория демографического фазового перехода – замечательный пример того, как модели физических процессов позволяют рассматривать явления вне физики. Эту теорию развивает выдающийся пропагандист науки и гуманизма, известнейший физик С. Капица.

**А.М. Косевич**

*Теория кристаллической решетки*

Харьков: Вища школа, 1988.

Классически ясное изложение классической и квантовой динамики кристаллической решетки, включая описание динамики дефектов. Прекрасное дополнение к Курсу Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица, поставьте эти книги рядом на вашей книжной полке.

**В. Кошкин (V. Koshkin)**

*Etudes on the Science of Humanities*

In: L.Dorfman, C.Martidale, D.Leontiev, G.Cupchik, V.Petrov, and P.Machotka (Eds.). *Emotions, Creativity, and Art*, v.1, pp 155-178, Perm, 1997.

Автор использует количественные методы для анализа гуманитарных проблем. Как на основе статистики экспертных оценок стихотворных текстов дать психологический портрет поэта. Неквантовая неопределенность в пси-

хологических измерениях. Пятидесятилетняя периодичность психологических характеристик социума: эмпирические данные и модель явления.

**В.М. Кошкин**

*Инстинкт Веры, или Чего жаждут боги*

Журнал «Октябрь», 1996, № 7, с. 187-206, Москва.

Основываясь на данных о психологии животных и человека, автор предлагает классификацию инстинктов и вводит понятие «возвратного инстинкта». Альтруистические инстинкты, изученные В.Эфроимсоном, и возвратные инстинкты «ожидания спасения» оказываются достаточным основанием для того, чтобы предложить естественнонаучную модель происхождения религии. Выводы автора и выводы Б.Д. Джозефсона (см. выше) при разных подходах и аргументации совпадают.

**В.М. Кошкин**

*Зоны неустойчивости и короткоживущие дефекты в физике кристаллов*

Физика низких температур, 2002, т.28, № 8-9, стр. 963-977.

Наряду с долгоживущими дефектами (по Шоттки и по Френкелю), в твердых телах существуют равновесные неустойчивые пары «вакансия – атом в междоузлии», которые определяют многие тепловые и диффузионные свойства кристаллов. Эти короткоживущие дефекты иногда называют «мигающими парами». Неустойчивые пары определяют также многие явления в кристаллах, подвергаемых действию ионизирующих излучений. Приводится критерий для подбора кристаллических структур с исключительно большим радиационным ресурсом.

**В. Кошкин**

*Информация, демократия, терроризм*

Журн. «22», Тель-Авив, Израиль, 2004, №131, с. 108-137.

Попытка понять причины терроризма на основании общей психологии, социологических данных и анализа глобальных изменений информированности в последние десятилетия, которые привели к тому, что терроризм стал одной из главных мировых проблем. Терроризм неустрашим, но есть пути уменьшения его привлекательности для населения.

**В.М. Кошкин (V.M. Koshkin)**

*Statistical Theory of Success*

In: Information Paradigm in the Human Science. Proceedings of International Symposium, 48-51, Taganrog, Russia, 2000

Успех определяется новизной идеи и тем, насколько она может быть воспринята обществом. Будете смеяться, но удастся предложить некую математическую «формулу успеха». Автор так и не успел ее применить...

**В.М. Кошкин, Ю.Н. Дмитриев (V.M. Koshkin, Yu.N. Dmitriev)**

*Chemistry and Physics of Compounds with Loose Crystal Structures*

Chemical reviews, ed. by M.E. Vol'pin, v.19(1) Harwood Academic Publishers, England – Switzerland, 1994, 138 pp.

Книга об особенностях физики и химии кристаллов с «рыхлой» кристаллической структурой: примеси, которые локализуются в пустотах решетки, радиационно-стойкие вещества, физика и химия интеркаляции – внедрения инородных атомов и молекул в пустоты решетки анизотропных кристаллов. Здесь же – теория неустойчивых пар «вакансия – атом в междоузлии» и экспериментальные проявления этого типа дефектов.

**В.М. Кошкин**

*Квантовая механика и психология: аналогии Нильса Бора. Толерантность и искусство задавать вопросы*

В книге: Информационное мировоззрение и эстетика, Труды международного симпозиума, 231-242, Таганрог, Россия, 1998

Анализ применения принципа дополнительности Бора к психологии взаимоотношений. Вероятностная мера совпадения взглядов. Способность понять собеседника определяется не только сходством взглядов, но и их широтой. Количественно.

**Т. Кун**

*Структура научных революций*

М.: Прогресс, 1977

<http://www.dr-gng.dp.ua/library/kun/index.htm>

<http://www.philosophy.ru/library/kuhn/01/00.html>

Эта книга, впервые изданная в 1962 г., стала научным бестселлером, переведенным на десятки языков мира. Терминология, примененная Куном для описания и объяснения процесса "роста научного знания", включая рево-

люционные скачки, связанные со сменой парадигмы, вошла в философские словари и учебники.

**Д.Б. Кучер, А.Г. Шкорбатов (Kucher D.B., Shkorbatov A.G.)**

*Self-organization in discrete systems with Fermi-type memory*

In: “The Nature of the Time: Geometry, Physics and Perception”, Dordrecht, Kluwer, 231-240, 2003.

Рассмотрен процесс самоорганизации для широкого класса ансамблей конкурирующих клеточных автоматов с памятью, допускающих аналитическое исследование. Мерой эффективности процесса самоорганизации выбран тип «антиэнтропийного» поведения ансамбля. Показано, что с ростом эффективности самоорганизации падает частота состояний неопределенности и растет частота алгоритмических клинчей. Это позволяет рассматривать частоту алгоритмических клинчей как характеристику степени упорядочения самоорганизующейся системы.

**П.П. Лазарев**

*Современные проблемы биофизики*

М.-Л.: Издательство АН СССР, 1945.

В книге обсуждается термодинамика и кинетика жизненных явлений, процессы, сопровождающие деление клеток и вызывающие его. П.П.Лазарев – один из инициаторов биофизики в России. Согласно фотохимической теории зрения, разработанной Лазаревым, светочувствительность глаза меняется в соответствии с процессом распада зрительного пурпура. Лазарев, по-видимому, впервые предложил критерий старения как понижения способности к адаптации. Еще в 1916 году Лазарев разработал идею о химических колебательных процессах как основе физиологических периодических явлений. По-видимому, она послужила одним из исходных пунктов для исследований Б.П.Белоусова, приведших к открытию знаменитой осциллирующей реакции Белоусова – Жаботинского.

*Краткий курс теоретической физики:*

**Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц**

*Механика. Электродинамика*

Т.1. – М.: Наука, 1969.

*Квантовая механика*

Т.2. – М.: Наука, 1972.

Эти две книги – только часть из задуманной серии, отражающей объемом «теорминимума», то есть знаний и умений, необходимых, по мнению Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица, для начала самостоятельной работы физика-теоретика. «По-настоящему», следует сдать серию экзаменов по теорминимуму, прежде чем окончательно выбирать тему для кандидатской диссертации по теоретической физике.

☑ *Теоретическая физика:*

**Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц**

*Т.1. Механика*

М.: Наука, 1988.

*Т.2. Теория поля*

М.: Физматлит, 2001.

*Т.3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория*

М.: Наука, 1989.

**В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский**

*Т.4. Квантовая электродинамика*

М.: Физматлит, 2001.

**Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц**

*Т.5. Статистическая физика, часть 1*

М.: Наука, 1976.

*Т.6. Гидродинамика*

М.: Физматлит, 2001.

*Т.7. Теория упругости*

М.: Физматлит, 2001.

*Т.8. Электродинамика сплошных сред*

М.: Физматлит, 2001.

**Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский**

*Т.9. Статистическая физика, часть 2. Теория конденсированного состояния*

М.: Наука, 1978.

*Т.10. Физическая кинетика*

М.: Физматлит, 2001.

<http://sci-lib.com/subject.php?subject=0>

Этот многотомный курс теоретической физики, созданный по идеям крупнейшего современного физика Л.Д. Ландау в сотрудничестве с его выдающимся коллегой и другом Е.М. Лифшицем, стал основой образования нескольких поколений физиков не только в бывшем Советском Союзе, но и в мире. Знаменитая школа Ландау видела в этом Курсе – Книгу бытия физики. И до сих пор этот курс – энциклопедия теоретической физики. Три книги этого курса написаны уже после смерти Л.Д. Ландау Е.М. Лифшицем, Л.П. Питаевским и В.Б. Берестецким.

*Лауреаты Нобелевской премии: Энциклопедия*

Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1992.

<http://n-t.proc.ru/nl/fz/>

**В.Г. Левич**

*Физико-химическая гидродинамика*

М.: Госуд. изд-во физико-математ. литературы, 1959.

Автор – выдающийся ученый, который первым теоретически исследовал закономерности, связывающие механические потоки в жидкостях с кинетикой химических реакций, которые в них проходят. Эта книга – классика и для ученых, и для инженеров.

**К. Лоренц**

*Агрессия*

М., 1994.

Конрад Лоренц, наряду с Н. Тинбергеном, К. фон Фришем, Р. Шовеном, Г. Фабром и В. Домбровским – создатель современной науки о поведении животных (этология). В этой книжке автор анализирует происхождение агрессивности животных и пределы, до которых реализуется агрессивность в разных обстоятельствах в сообществах животных.

**И.М. Лифшиц, С.А. Гредескул, Л.А. Пастур**

*Введение в теорию неупорядоченных систем*

М.: Наука, 1982.

Эта великолепная книга насыщена оригинальными идеями и результатами авторов: неупорядоченные квантовые системы, включая одномерные, их энергети-



ческий спектр, рассеяние волн в неупорядоченной среде. И.М. Лифшиц – крупнейший физик, один из создателей современной теории конденсированного состояния. Мы, авторы книги, которую вы сейчас держите в руках, – прямые или косвенные ученики Ильи Михайловича. А соавторы книги, содержание которой мы описали – ближайšie ученики и сотрудники И.М. Оба – известнейшие ученые.

**Б. Мандельброт**

*Фрактальная геометрия природы*

М.: Институт компьютерных исследований, 2002.

Лучшее введение в теорию фракталов, написанное ее основателем, Сложнейшие идеи излагаются замечательно просто. Огромное количество примеров из математики, физики, химии, биологии, экономики. Фрактальные структуры в кинетике и строении стационарных природных объектов обнаруживаются все чаще и чаще. Важное достоинство книги: есть главы для новичков – без формул и строгих доказательств, а есть параграфы, которые заинтересуют специалистов.

**А.Г. Маслоу**

*Мотивация и личность*

СПб.: Евразия, 1999.

[http://lib.ru/PSIHO/MASLOU/motivaciya.txt\\_with-big-pictures.html](http://lib.ru/PSIHO/MASLOU/motivaciya.txt_with-big-pictures.html)

Абрахам Маслоу – классик психологии. Во время Второй мировой стало ясно, что вполне, казалось бы, психически здоровые люди способны на недопустимые морально коллективные действия. Маслоу сформулировал иерархию групп базовых потребностей человека, включенного в общество. Это потребности физиологические, безопасности, социальные, уважения, самовыражения. С надеждой Маслоу начал изучать тех людей, которых он считал наилучшими образцами здоровой личности. Он назвал этих людей "самоактуализующимися", поскольку их отличает потребность в деятельности, ответственности, творчестве, открытость и справедливость.

**Н.Н. Моисеев**

*Экология человека глазами математика*

М.: Молодая гвардия, 1988.

*Человек и ноосфера*

М.: Молодая гвардия, 1990.

*Быть или не быть человечеству*

М.: ГУПиПК, «Ульяновский дом печати», 1999.

<http://fond.ecolife.ru/moiseev.html>

Результаты компьютерного моделирования последствий ядерной войны, независимо полученные в Национальном центре климатических исследований США (по инициативе К.Сагана и П.Эрлиха) и в Вычислительном центре АН СССР под руководством Н.Н.Моисеева: при любом сценарии ядерного конфликта между сверхдержавами, вне зависимости от того, какая сторона понесет больший урон в первые часы, человечество в целом ждет ядерная зима, после которой не останется современной цивилизации. Моисеев провел также систематическое рассмотрение алгоритмов нахождения оптимального компромисса (т.н. «институты согласия»).

**А. Моль**

*Теория информации и эстетическое восприятие*

М.: Мир, 1966.

Одна из первых монографий, посвященных соотношению передаваемой массовыми средствами информации и информации воспринимаемой. Как строится, и как следует строить информацию в масс-медиа. Природа «второй древнейшей профессии» – журналистики в печати, радио и телевидении – количественно.

**С.М. Меньшиков, Л.А. Клименко**

*Длинные волны в экономике*

М.: Международные отношения, 1989.

Книга об изменениях всех экономических индексов с периодом около 50 лет. Это характерно для всех стран. Длинные волны в экономике были обнаружены русским ученым Н.Д.Кондратьевым. В 30-х годах 20 века во времена сталинского режима этот выдающийся человек был уничтожен.

**В.В. Налимов, З.М. Мульченко**

*Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса*

М.: Наука, 1963.

**В.В.Налимов**

*Вероятностная модель языка*

М.: Наука, 1979.

В.В.Налимов – один из пионеров применения математических методов для анализа динамики развития науки. Он – автор стохастической модели языков, один из основателей методики математического планирования эксперимента. Структура языков – как природных, так и искусственных, включая алгоритмические. Язык как средство общения – это набор символов. Соотношение между иероглифическими языками и фонетическими. Язык как отображение логики мышления. Василий Васильевич Налимов – один из самых известных в мире русских ученых конца XX века, он был самым цитируемым автором в мире в начале 90-х годов. (Кстати, об индексе цитирования Гарфилда. Это огромная информационная служба, которая отслеживает все цитирования данной научной работы и публикует эти результаты ежеквартально).

**Х.-О. Пайтген, П.Х. Рихтер**

*Красота фракталов*

М.: Мир, 1993.

Не сразу понятно, что перед Вами – альбом по искусству или научная книга. Удивительно красивые иллюстрации – фазовые портреты сложных динамических систем – результат построений, выполненных учеными Бременского университета. Подробно рассмотрены примеры динамических систем, возникающие в математике, физике, экологии. Книга дополнена статьями известных математиков Б.Мандельброта и А. Дуади, посвященных математическим фракталам и статьями Г. Айленбергера и Г. Франке о связи науки и искусства. Книга может служить хорошим введением в теорию фракталов и нелинейных динамических систем.

**Р.Пенроуз**

*Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики*

М.: Эдиториал УРСС, 2003.

<http://humanities.edu.ru/db/msg/26443>

*Тени разума. В поисках науки о сознании. Часть 1: Понимание разума и новая физика*

Ижевск: РХД, 2003.

Настольные книги современного интеллектуала – книги всемирно известного математика Роджера Пенроуза. Трактровка проблемы моделирования интеллекта. Обсуждается широчайший круг вопросов: алгоритмизация математического мышления, машины Тьюринга, теория сложности, теорема Геделя, парадоксы квантовой физики, рождение Вселенной, черные дыры, строение мозга и многое другое. Много из того, что обсуждает автор по-сильно, пожалуй, только редким научным энциклопедистам нашего времени. «Без формул», но не ждите, что это легкое чтение!

**Р. Пенроуз, А. Шимони, Н. Картрайт, С. Хокинг**

☑ *Большое, малое и человеческий разум*

М.: Мир, 2004.

В книге представлена острая полемика по поводу насущных проблем физики крупномасштабной структуры Вселенной, микромира и человеческого разума. Обсуждаются проблемы, связанные с взаимоотношением наблюдателя и наблюдаемого объекта. Обсуждаются теоретико-познавательные аспекты естествознания: пространство-время и космология, интеллект и квантовая механика – в изложении математика (Р. Пенроуз), физика (С. Хокинг) и двух философов (А. Шимони и Н. Картрайт). Взрывоопасное сочетание!

**В.М. Петров**

*Количественные методы в искусствоведении*

М.: Академический проект, 2004.

Книга известного ученого о количественных методах в гуманитарных науках. Информационный подход к изучению искусства. Значительное место уделено обсуждению периодичности явлений в искусстве.

**И. Пригожин, И. Стенгерс**

☑ *Время, хаос, квант. К решению парадокса времени*

М.: Эдиториал УРСС, 2001.

Книга посвящена анализу фундаментальных понятий современной статистической физики: обратимости механического движения, не-

устойчивости динамических систем, необратимости. Об И. Пригожине см. выше.

Психология толп. Сборник статей

М.: Институт психологии РАН, изд-во “КСП+”, 1998

Литература, посвященная агрессивности и поведению толпы увлекательна и весьма обширна (что мало влияет на уровень агрессивности в мире).

**Ю.Б. Румер**

*Исследования по 5–оптике*

М.: Гостехиздат, 1956.

<http://www.nsu.ru/assoz/ruemer/biog/1938.htm>

Мир трех пространственных координат – наглядная классическая физика. Г. Минковский показал, что четырехмерный мир, включающий координату времени, позволяет описать действительность значительно более компактно. Румер ввел пятое измерение – действие, совпадающее по размерности с моментом количества движения и постоянной Планка. Много следствий. Но самое главное: Румер показал возможности, которые дает увеличение размерностей пространства. Вместе с идеей Т. Калуцы и О.Клейна об объединении гравитации и электромагнетизма в пятимерном пространстве, идея Румера по сей день стимулирует попытки описать фундаментальные взаимодействия единым образом в расширенном пространстве (например, 11-мерном).

**Г. Селье**

*От мечты к открытию. Как стать ученым*

М.: Прогресс, 1987.

[http://www.biometrica.tomsk.ru/naukoved/selye\\_0.htm](http://www.biometrica.tomsk.ru/naukoved/selye_0.htm)

Разве не стоит познакомиться с книгой, в которой автор, знаменитый исследователь, ставит вопросы «Что следует делать?», «Как себя вести?», «Как мыслить?» – и даже сам отвечает на них!

**П.В. Симонов, П.М. Ершов**

*Темперамент, характер, личность*

М.: Наука, 1984.

Проблемы регуляции поведения человека на уровне физиологии и механизмов управления. Информационная теория эмоций, развитая ранее Симоновым. Наука о воспитании и воспитание как искусство. Искусство актера по К.С.Станиславскому – и метод условных рефлексов И.П.Павлова.

**Дж. Сорос**

*Алхимия финансов*

М.: Инфра-М, 2001.

Мультимиллиардер и меценат, избежавший гитлеровского концлагеря в Венгрии и начавший свою взрослую жизнь в Англии как разнорабочий, стал тем, кем стал. Сорос оказал и оказывает заметное влияние на мировые финансовые потоки и на мировую политику, на крупные страны. История рассудит, когда его влияние было благотворным, а когда – вредным. Но совершенно очевидно, что, может быть и не зная слова «точка бифуркации», Дж.Сорос гениально чувствует эти точки глобального развития. В этой книге – анализ стратегий достижения финансового успеха, основанный на качественном понимании механизмов действия обратной связи и периодичности изменений в рыночной экономике.

**Е.И. Тамм**

*Основы теории электричества*

М.: Госиздат, 1954.

Подробный курс, написанный Нобелевским лауреатом. Строго и конструктивно и для физиков-теоретиков, и для инженеров.

**Н. Тинберген**

*Социальное поведение животных*

М.: Мир, 1993.

Николас Тинберген – Нобелевский лауреат «за открытия, касающиеся установления индивидуального и социального поведения и его организации».

**В.Ф. Турчин**

*Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции*

М.: ЭТС, 2000.

Еще в 1970-е годы московский профессор В.Ф. Турчин сформулировал фундаментальную концепцию «метасистемного перехода» и с ее позиций сумел

описать эволюцию мира от простейших одноклеточных организмов до возникновения мышления, развития науки и культуры.

**Р. Фейнман, А. Хибс**

*Квантовая механика и интегралы по траекториям*

М.: Мир, 1968.

В 1948 году, через 20 лет после создания математического аппарата квантовой механики В.Гейзенбергом и Э. Шредингером, будущий Нобелевский лауреат (за фундаментальный вклад в квантовую электродинамику – так называемые «диаграммы Фейнмана») Ричард Фейнман предложил новую формулировку квантовой механики. В этой формулировке эволюция квантового состояния описывается с помощью интеграла по множеству классических траекторий, начинающихся в некоторый момент «прошлого» и оканчивающихся в момент, принадлежащий «будущему».

**Ю.Я. Фиалков**

*Растворитель как средство управления химическим процессом*

Л.: Химия, 1990.

*Физико-химический анализ жидких систем и растворов*

К.: Наукова думка, 1992

Книги выдающегося химика: самый современный взгляд на термодинамику растворов. Помимо классических представлений изложен новый подход к возможности управлять термодинамикой реакций путем изменения среды, в которой они протекают. Представлены современные физические методы исследования химических систем. Ю.Я.Фиалков – известный писатель. Его научно-художественные книги изданы во многих странах мира.

**В.И. Фистуль**

*Физика и химия твердого тела*

Т.1, 2. – М.: Металлургия, 1995.

Наука о конденсированном состоянии давно включает в себя и физику, и химию. Двухтомник выдающегося ученого, по-видимому, впервые представляет эту науку как единое целое. Строгое и последовательное изложение. Энциклопедия науки о твердых телах.

**А.Л. Фрадков**

*Кибернетическая физика: принципы и примеры*

СПб.: Наука, 2003.

В конце пошлого века сформировалась новая ветвь физики, названная «кибернетической физикой». Это наука о моделировании и построении систем с сильными обратными связями, особенно актуальная при создании структур атомных масштабов, имеющих заданные функциональные свойства.

### **Э. Фромм**

*Анатомия человеческой деструктивности*

М.: АСТ-ЛТД, 1998.

<http://aquarun.ru/psih/agr/agr8p1.html>

*Бегство от свободы*

Пер. с англ., М., Прогресс, 1989.

Эрих Фромм – продолжатель идей знаменитого Зигмунда Фрейда, применивший методику анализа взаимодействия сознания и подсознания к исследованию поведения толпы и индивидуумов в ней.

### **Г. Хакен**

*Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии*

М.: Эдиториал УРСС, 2003.

Термин «синергетика» (совместное действие), предложенный нейрофизиологом Ч. Шеррингтоном в конце 19-го века, пришелся кстати, когда Герман Хакен начал систематизировать и развивать вероятностные методы, пригодные для моделирования процессов самоорганизации в системах самой разной природы. Данная книга представляет популярное введение в проблемы современной синергетики.

### **Р. Хогенраад (R. Hogenraad)**

*The Words that predict the outbreak of wars*

Empirical Studies of the Arts, 2003, v.21(1), 5-20.

Известный психолог предложил лингвистический метод анализа текстов, позволяющий по частоте употребления агрессивных и миролюбивых слов в публичных выступлениях судить о мере агрессивности политиков.

### **І.З. Цехмістро**

*Голістична філософія науки*

Харків: Акта, 2003.



Философы обдумывают возможности все более общих картин для описания мироздания. Одна из принципиально важных концепций – холизм, концепция целостности мира. Может ли физический мир рассматриваться как совокупность независимых составляющих или же аналитическая парадигма науки как отражения реальности уходит в прошлое?

**В.Ф. Чешко, В.Л. Калиниченко**

*Наука, этика, политика. Социокультурные аспекты современной генетики*

К.: Парапан, 2004.

Это изложение идей совсем новой области науки – социальной генетики, которая включает в себя анализ разных аспектов влияния генетики как науки на естествознание в целом, на философские, социокультурные и этические парадигмы современного человечества. Ответственность науки за использование обнаруженных ею законов в человеческой практике. Ответственность каждого человека за выживание человечества как биологического вида. В книге приводится текст знаменитого биоэтического кредо В.П.Поттера. Это что-то похожее на клятву самому себе действовать так, чтобы не навредить другим.

**Л.А. Чижевский**

*Земное эхо солнечных бурь*

М.: Мысль, 1976.

*Структурный анализ движущейся крови*

М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959.

*Биофизические механизмы реакции оседания эритроцитов*

Новосибирск: “Наука”, 1980.

*Аэроионификация в народном хозяйстве*

М.: Госплан СССР, 1960.

<http://astrologer.ru/book/rare/Chizhevsky/index.html>

Разносторонний исследователь, изобретатель, оригинальный мыслитель, поэт и художник, Л.А. Чижевский (1897-1964) может быть назван основателем гелиобиологии – науки о влиянии вариаций активности Солнца на земную жизнь, включая социальные явления. Им выполнены также фундаментальные исследования динамики движения крови и взаимодействия

аэроионов с организмом человека, разработана знаменитая «лампа Чижевского».

**А.Г. Шкорбатов, А. Фегер, П. Штефани, Т.З. Саркисянц**

*Низкотемпературная фононная теплопроводность микроконтактов*

Физика низких температур, т. 19, №11, 1240-1246, 1993.

Изучен перенос тепла в микроконтакте то есть в «микромостике» с диаметром и длиной порядка 100 межатомных состояний. Температуры массивных берегов микромостика, оставаясь малыми, могут различаться на десятки градусов (например 1 К и 20 К). Показано, что в этом случае в микроконтакте какая-либо определенная температура не существует, однако можно вычислить «баллистический поток» тепла. Если обе температуры берегов меньше 1 К, поведение микромостика становится квантовым, и можно говорить о квантовой теплопроводности. При достаточно низких температурах ни один квант тепла не может пройти через микромостик – получаем идеальный теплоизолятор. Дашь термосы на микроконтактах!

**Э. Шмутцер**

*Симметрии и законы сохранения в физике*

М.: Мир, 1974.

*Фундаментальный анализ связи различных видов симметрии с законами сохранения.*

**В.П.Эфроимсон**

*Генетика гениальности*

Серия «Устройство мира», М.: ББК, 2002.

*Биосоциальные факторы повышенной умственной активности*

Рукопись депонирована в ВИНТИ (№ 1161) 15 марта 1982 г.

<http://vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/MEN/EPHRO.HTM>

*Генетика этики и эстетики*

М.: ББК, 2004.

См. о В.П.Эфроимсоне в примечаниях к первому разделу Аннотированного указателя литературы.

#### РАЗДЕЛ 4. ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

*Самые свежие данные о научных исследованиях можно  
найти на таких сайтах:*

Научные новости

**Аккумулятор новостей**

<http://news.battery.ru>

**PhysicsWeb.org**

<http://physicsweb.org/>

**Physorg: Science, Technology, Physics, Space News**

<http://www.physorg.com/>

**ScienceDaily**

<http://www.sciencedaily.com/>

**Scientific.ru**

<http://www.scientific.ru>

Каталоги Интернет-ресурсов

**Научная сеть**

<http://www.nature.ru/>

**Энциклопедия физики (The Physics Encyclopedia)**

<http://www.nsu.ru/materials/ssl/text/encyclopedia/index.html>

**Exploratorium: the museum of science, art and human perception**

<http://www.exploratorium.edu/>

Электронные Библиотеки

**VIVOS VOCO! – ЗОВУ ЖИВЫХ!**

<http://vivovoco.rsl.ru/>

**Библиотека Максима Мошкова**

<http://lib.ru>

**ПУБЛИЧНАЯ БИБЛИОТЕКА (Электронные книжные полки**

**Вадима Ершова и К°)**

<http://publ.lib.ru/publib.html>

**Электронная библиотека «Наука и техника»**

<http://www.n-t.ru>

Образовательные учреждения

**Московский государственный университет**

[http:// www.msu.ru](http://www.msu.ru)

**Московский физико-технический институт**

<http://www.mipt.ru/>

**Национальный технический университет «Харьковский Политехнический Институт»**

<http://www.kpi.kharkov.ua/>

**Новосибирский государственный университет**

<http://www.nsu.ru/root.php/index.xml>

**Харьковский национальный университет им.В.Н.Каразина**

<http://www.univer.kharkov.ua/>

**Гарвардский университет**

<http://www.harvard.edu/>

**Йельский университет**

<http://www.yale.edu/>

**Кембриджский университет**

<http://www.cam.ac.uk/>

**Массачусетский Технологический Институт**

<http://web.mit.edu/>

**Оксфордский университет**

<http://www.ox.ac.uk/>

**Принстонский университет**

<http://www.princeton.edu/main/>

**Стэнфордский университет**

<http://www.stanford.edu/>

Дистанционное образование (обучение через Интернет)

**Образовательный Интернет-портал «Открытый колледж»**

[www.college.ru](http://www.college.ru)

**Научная лаборатория школьника**

<http://www.nsu.ru/materials/ssl/index.html>

Лаборатории, организации

**The American Institute of Physics**

<http://www.aip.org/>

**CERN**

<http://public.web.cern.ch/Public/Welcome.html>

**European Physical Society (Европейское физическое общество)**

<http://www.eps.org/>

**Institute of Physics (Институт физики)**

<http://www.iop.org>

**Лаборатория Беркли (Lawrence Berkeley National Laboratory)**

<http://www.lbl.gov/>

**Официальный сайт NASA**

<http://www.nasa.gov>

**Сайт телескопа Хаббл**

<http://www.hubblesite.org>

ЖУРНАЛЫ: Электронные версии популярных журналов

**В мире науки**

<http://www.sciam.ru/>

**Вокруг света**

<http://www.vokrugsveta.com>

**Знание – сила**

<http://www.znanie-sila.ru/>

**Квант**

<http://kvant.mirror0.mccme.ru/>

<http://www.courier.com.ru/kvant/index.html>

**Наука и жизнь**

<http://nauka.relis.ru/#>

**Поиск – еженедельная газета научного сообщества**

<http://www.poisknews.ru/>

**Успехи физических наук**

<http://www.ufn.ru>

**Химия и жизнь**

<http://www.hij.ru/index.shtml>

**Экология и жизнь**

<http://www.ecolife.ru/jornal/>

**Nature**

<http://www.nature.com>

**NewScientist**

<http://www.newscientist.com>

**Scientific American**

<http://www.scientificamerican.com/>

ЖУРНАЛЫ: Электронные журналы

**Scientific.ru**

<http://www.scientific.ru/journal/journal.html>

**Русский переплет**

<http://www.pereplet.ru/>

**Курьер образования**

<http://www.courier.com.ru/>

**Encyclopedia Britannica Online**

<http://www.britannica.com/>

Избранные тематические сайты

**Периодическая система элементов**

<http://www.webelements.com/>

**Российская астрономическая сеть**

<http://www.astronet.ru/>

**Infinite Fractal Loop**

<http://www.fractalus.com/ifl/>

**Nanotechnology news, products, jobs, events and information - nanotechweb**

<http://nanotechweb.org/>

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Болонский процесс и интегративная система образования

Задача современности – объединение населения Земли на основе общечеловеческих ценностей. Едва ли не главным инструментом достижения этой цели является организация образования, содержание которого было бы основано на принципах гуманизма и толерантности, которые должны стать общими, если у человечества остаются еще какие-то надежды сохранить себя как биологический вид. Такое образование – единственный путь к миру как к самосохранению. Этот путь пролегает через воспитание новых поколений, через образование. Европа движется в этом направлении.

Уже почти все страны Европы присоединились к Болонскому процессу, который, несомненно, будет способствовать единению наций, населяющих этот континент. Единство гуманистического мировоззрения должно обеспечить не только духовную, но и пространственную интеграцию населения. Эти проблемы единения континента в политическом и экономическом аспектах решает Европейское сообщество и Шенгенское соглашение о безвизовом режиме перемещения граждан разных государств по Европе. Идея Болонского соглашения о согласовании программ образования состоит в том, чтобы обеспечив единые требования к профессиональной квалификации населения Европы, создать, так сказать, Шенгенские возможности для миграции профессионалов и студентов, для безвизового перемещения интеллекта. Это действительно важно. Унификация требований к специалисту, получившему образование в своей стране или в нескольких странах и предлагающему себя на общеевропейском рынке труда, устраняет барьеры для нострификации его образовательного уровня в любой европейской стране. Это создает равные возможности для всех образованных европейцев участвовать в честном состязании за место в жизненной иерархии на всем пространстве Европы. Это одновременно, если и не устраняет, то, по крайней мере, существенно понижает барьер для миграции специалистов в пределах Европы. Конечно, Болонская идея унификации образовательных систем стран Европы полезна и для Западной и для всей остальной Европы, хотя и по совершенно

143

разным причинам. Западной Европе необходимо вливание новых генов и молодого интеллекта, поскольку Западная Европа быстро стареет, и кормить своих пенсионеров она вскоре будет уже не в состоянии. Германия, Англия, Франция, страны с очень низким уровнем рождаемости, стимулируют иммиграцию. Странам восточной части континента необходимо вливание современного понимания жизненных отношений в свободном мире и финансового вливания в экономику этих стран, развитие которых было приостановлено господством тоталитарных режимов. Болонская декларация министров образования стран Европы – поддержка эмиграционных тенденций у молодежи стран Центральной и Восточной Европы. Несомненно, это будет способствовать не только личному успеху молодых людей, но и приближению их стран к мировому уровню жизни и современным способам его достижения, поскольку эмиграция предполагает и реэмиграцию. Стратегически Болонская декларация – несомненно, прогрессивный акт Европейского сообщества. Тактика претворения в жизнь этой стратегии тоже удачна и демократична: система кредитов и модулей для каждого студента, которые он (она) может получить в любом университете Европы по собственному выбору. Универсальность модулей позволяет унифицировать уровень образования во всех университетах Европы. Это, бесспорно, полезно, если считать целью образования предоставление возможности каждому, кто его получил, зарабатывать на хлеб насущный сразу же после получения степени бакалавра.

Между тем, есть очень важное, на наш взгляд, обстоятельство, которое следовало бы учесть в Болонской идеологии высшего образования. Образование – пирамида. Последующие приобретения знаний используют приобретенные ранее в качестве фундамента. Как строить эту систему? С чего начинать? Что положить в фундамент, а что надстраивать? Начинать с «умений» или начинать с «обоснований»? Система «бакалавр – магистр» предполагает воспитать сначала «человека умелого», оператора. И лишь затем, на высшей, магистерской, стадии образования давать ему понимание оснований того, чему он научился раньше. То есть, воспитать человека разумного, на фундаменте навыков, приобретенного человеком умелым. На самом деле, именно так развивалось человечество: от конкретной практики к обобщениям



и абстракции. Это индуктивный метод познания. Это – детство человечества. Такой порядок освоения мира – дело дошкольного и, быть может, отчасти начального школьного образования. На наш взгляд, высшее образование нужно строить на дедуктивной основе. Построенная на индуктивном принципе пирамида знаний неустойчива, а приобретенные знания эклектичны. Современное понимание основных законов мироздания должно быть положено в фундамент, то есть, предшествовать приобретению навыков и умений. Навыки и умения – дело практики, связанной с выполнением сегодняшних требований к производству. Эти требования изменяются очень быстро и будут изменяться еще быстрее в дальнейшем. Умения быстро устаревают. Специалист, подготовленный для современной деятельности как умелец, через несколько лет окажется без профессии, его навыки не будут востребованы. Непрерывное образование, получение новых профессий (несколько раз в течение активной жизни) становится генеральной линией социальной политики. Фундаментальные знания устаревают значительно медленнее, чем умения. Только и именно фундаментальные знания, понимание общих законов Природы и человеческого общества, которое тоже есть часть Природы, являются той основой, на которой может строиться непрерывное образование. Поэтому фундаментальное образование должно доминировать на первой стадии высшего образования. Лишь после того, когда понимание сформировалось, его следует применять к дисциплинам, которые становятся профессией. Чрезвычайно важно, чтобы каждый человек, получивший высшее образование, понимал общие принципы, на которых строится мир, в котором ему предстоит жить. Важно, чтобы каждый человек понимал единство мироздания, включающего в себя и человека как такового. Мы полагаем, что интегративное образование может стать основой для осуществления такой программы. Нам представляется, что этот принцип следует включить в Болонскую программу.

Если научная и университетская общественность увидит в этом предложении нечто рациональное, то предстоит, конечно, провести детальнейшую разработку этой идеи и опробовать ее в нескольких университетах раз-

ных стран. Здесь мы приведем только самую общую схему такого образования, какой она представляется нам.

Первые два года высшего образования должны содержать только пять предметов обучения: математика и информационные технологии, общее естествознание, языки Европы, история культуры, спорт. Изучение языков продолжается в течение всего университетского курса с тем, чтобы к концу обучения выпускник владел бы не менее чем двумя языками, помимо родного. Третий год обучения посвящается специализированным предметам. Количество предлагаемых студенту дисциплин должно составлять несколько сотен. Каждый из небольших специальных курсов (по 10 - 15 учебных часов) должен дать обучающемуся возможность сознательного выбора профессионального направления. Студент выбирает 20 - 30 таких модулей по специальным курсам. Четвертый год (с получением степени бакалавра) посвящается 5 - 8 дисциплинам по выбору студента, каждая из которых – или две - три в сочетании – дают профессиональные навыки для работы в той или иной области деятельности.

Следующие один или полтора года – подготовка к степени магистра. Это время посвящается изучению еще 3 - 4 дисциплин, относящихся к специализации (включая, возможно, и фундаментальный курс по выбранному направлению) и, главное, выполнению самостоятельной работы под руководством опытного профессионала.

Вы могли ознакомиться с центральной стратегической идеей такой системы образования – курсом общего естествознания, который должен занимать приблизительно 1/3 учебного времени второго, третьего и четвертого семестров.

Программа курса общего естествознания, которую вы видели, является авторской программой. Мы хотим подчеркнуть, что такой курс, будучи столь общим, не может не выражать мировоззрение автора и его творческий опыт в науке. Он не может не быть авторским. Мы не считаем это недостатком такой программы высшего образования. Наоборот, мы уверены, что общение лектора и студента должно быть окрашено индивидуальностью обоих. Конечно же, необходимо даже в практике заочного образования предусмот-

реть обязательность хотя бы краткого установочного курса с лекциями в аудитории. И еще один важный момент. Авторские курсы не могут (и не должны) совпадать. Предложенная нами программа курса общего естествознания – это пример построения подобной программы, но ни в коем случае не канон.

Мы надеемся, что развитие Болонской программы приведет не столько к унификации, сколько к универсализации образования. Болонская программа образования в Европе должна быть востребована на долгие годы наступившего века.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### «Болонский манифест 1999 г.» Совместное заявление европейских министров образования

Благодаря исключительным достижениям последних нескольких лет процессы, происходящие в Европе, приобрели более конкретный характер, стали более полно отвечать реалиям стран Европейского союза и его граждан. Открывающиеся в связи с этим перспективы, наряду с углубляющимися отношениями с другими европейскими странами, обеспечивают еще большие возможности развития. Тем самым, по общему мнению, мы являемся свидетелями возрастающего понимания все большей части политического и академического мира в потребности установления более тесных связей во всей развивающейся Европе, в формировании и укреплении ее интеллектуального, культурного, социального и научно-технологического потенциала.

"Европа знаний" теперь уже широко признана как незаменимый фактор социального и гуманитарного развития, а также как необходимый компонент объединения и обогащения европейского гражданства, способного к предоставлению его гражданам необходимых сведений для противостояния вызовам нового тысячелетия одновременно с пониманием общности ценностей и принадлежности к общему социальному и культурному пространству.

Важность образования и образовательного сотрудничества в развитии и укреплении устойчивых, мирных и демократических обществ является универсальной и подтверждается как первостепенная, особенно в связи с ситуацией в Юго-Восточной Европе.

Сорбонская декларация от 25 мая 1998 года, которая была инициирована этими соображениями, подчеркнула центральную роль университетов в развитии европейских культурных ценностей. Она обосновала создание Зоны европейского высшего образования как ключевого пути развития мобильности граждан с возможностью их трудоустройства для общего развития континента.

Многие европейские страны согласились с целями, изложенными в декларации, подписали или в принципе одобрили ее. Направленность реформ

нескольких систем высшего образования, начатых в настоящее время в Европе, доказала, что многие правительства имеют намерения действовать именно в этом направлении.

Европейские высшие учебные заведения, следуя фундаментальным принципам, сформулированным в университетской хартии "Magna Charta Universitatum", принятой в Болонье в 1988 году, восприняли вызов, в части их касающейся, и стали играть основную роль в построении Зоны европейского высшего образования. Это имеет самую высокую значимость, поскольку независимость и автономия университетов дают уверенность в том, что системы высшего образования и научных исследований будут непрерывно адаптироваться к изменяющимся нуждам, запросам общества и к необходимости развития научных знаний.

Курс был принят в правильном направлении и со значимой целью. Однако достижение большей совместимости и сравнимости систем высшего образования требует непрерывного движения с тем, чтобы быть полностью завершенным. Чтобы достичь первых материальных результатов, мы должны поддержать этот курс через выполнение конкретных мер. Встреча 18-ого июня, в которой участвовали авторитетные эксперты и ученые из всех наших стран, обеспечила нас очень полезными предложениями по инициативам, которые должны быть приняты.

Мы должны, в частности, рассмотреть цель увеличения международной конкурентоспособности европейской системы высшего образования. Жизнеспособность и эффективность любой цивилизации обусловлены привлекательностью, которая ее культура имеет для других стран. Мы должны быть уверены, что европейская система высшего образования приобретает всемирный уровень притяжения, соответствующий нашим экстраординарным культурным и научным традициям.

Подтверждая нашу поддержку общим принципам, указанным в Сорбонской декларации, мы принимаем обязательство координировать нашу политику с тем, чтобы достичь в ближайшей перспективе (и, в любом случае, – в пределах первого десятилетия третьего тысячелетия) следующих целей, которые мы рассматриваем как первостепенные для создания Зоны европейско-

го высшего образования и продвижения европейской системы высшего образования по всему миру:

Принятие системы легко понимаемых и сопоставимых степеней, в том числе, через внедрение Приложения к диплому, для обеспечения возможности трудоустройства европейских граждан и повышения международной конкурентоспособности европейской системы высшего образования.

Принятие системы, основанной, по существу, на двух основных циклах – достепенного и послестепенного. Доступ ко второму циклу будет требовать успешного завершения первого цикла обучения продолжительностью не менее трех лет. Степень, присуждаемая после первого цикла, должна быть востребованной на европейском рынке труда как квалификация соответствующего уровня. Второй цикл должен вести к получению степени магистра и/или степени доктора, как это принято во многих европейских странах.

Внедрение системы кредитов по типу ECTS – европейской системы перезачета зачетных единиц трудоемкости, как надлежащего средства поддержки крупномасштабной студенческой мобильности. Кредиты могут быть получены также и в рамках образования, не являющегося высшим, включая обучение в течение всей жизни, если они признаются принимающими заинтересованными университетами.

Содействие мобильности путем преодоления препятствий эффективному осуществлению свободного передвижения, обращая внимание на следующее: учащимся должен быть обеспечен доступ к возможности получения образования и практической подготовки, а также к сопутствующим услугам; преподавателям, исследователям и административному персоналу должны быть обеспечены признание и зачет периодов времени, затраченного на проведение исследований, преподавание и стажировку в европейском регионе, без нанесения ущерба их правам, установленным законом.

Содействие европейскому сотрудничеству в обеспечении качества образования с целью разработки сопоставимых критериев и методологий. Содействие европейскому сотрудничеству в обеспечении качества образования с целью разработки сопоставимых критериев и методологий.

Содействие необходимым европейским воззрениям в высшем образовании, особенно относительно развития учебных планов, межинституцио-

нального сотрудничества, схем мобильности, совместных программ обучения, практической подготовки и проведения научных исследований.

Мы, тем самым, обязуемся достичь этих целей (в рамках наших институциональных полномочий и принятия полного уважения к разнообразным культурам, языкам, национальным системам образования и университетской автономии) с тем, чтобы укрепить Зону европейского высшего образования. И, наконец, мы, вместе с неправительственными европейскими организациями, компетентными в высшем образовании, будем использовать путь межправительственного сотрудничества. Мы ожидаем, что университеты ответят, как всегда, быстро и положительно, и будут активно способствовать успеху нашей попытки.

Убежденные в том, что создание Зоны европейского высшего образования требует постоянной поддержки, внимательного управления и адаптации к непрерывно меняющимся потребностям развития, мы решили встретиться снова в течение ближайших двух лет, чтобы оценить достигнутый прогресс и выработать новые мероприятия, которые необходимо будет принять.

г. Болонья, 19 июня 1999 года

## Именной указатель

### А

Абрикосов, 65  
Авербак, 77  
Авитал, 67, 80, 117  
Азимов, 51, 89  
Айленбергер, 131  
Алферов, 56  
Альфен, ван, 56  
Андерсон, 59  
Андрате, 39  
Андреев, 48  
Антонов, 84  
Аристотель, 14, 34  
Арнольд, 94, 117  
Аррениус, 79, 82, 85, 118  
Архимед, 28, 40, 53  
Ахиезер А.И., 94, 106, 111  
Ахиезер И.А., 106  
Ахиллес, 48

### Б

Бабий, 106  
Бакай, 86  
Баландин, 86  
Бардин, 56, 57  
Басов, 66  
Басс, 87, 117  
Бачинский, 39  
Беднорц, 78  
Бейзер, 106

Бекетов, 75  
Беккерель, 61  
Белл, 49  
Белоусов, 33, 36, 37, 126  
Белый, 51  
Беляев, 23  
Бенар, 74  
Беннет, 49  
Берестецкий, 106, 127, 128  
Берн, 117  
Бернал, 34, 107, 108  
Бернар, 30, 75, 80  
Бернулли, 38, 66  
Бертолле, 71  
Био, 64  
Биркгофф, 79, 118  
Бланк, 75  
Блеккет, 59  
Блох, 56  
Блохинцев, 108  
Блум, 108  
Боголюбов, 108  
Бозе, 72, 73, 78  
Бокий, 59  
Больцман, 68, 72, 84  
Бом, 48, 108  
Бор, 18, 46, 50, 62, 66, 89, 94, 95, 96, 109, 125  
Борн, 47, 50, 57, 106, 108, 109  
Бочвар, 53



Бочков, 117  
Брагинский, 40  
Браттейн, 56  
Братуга, 109  
Браун, 75  
Бренстед, 86  
Бриллюэн, 56, 79, 82, 118  
Бройль, де, 46, 47, 48, 95  
Брэгг У.Г., 39, 71  
Брэгг У.Л., 39, 71  
Брэдбери, 89  
Брюсов, 51  
Брюстер, 66  
Бугер, 32  
Будыко, 32, 82, 118  
Бурльер, 18  
Бучаченко, 86  
Бэкон, 23

## **В**

Вааге, 75  
Вавилов, 64  
Вайнберг, 43, 65  
Вайньярд, 28, 77  
Вайцзеккер, 61  
Ван-дер-Ваальс, 57, 58, 60, 73  
Вант-Гофф, 75  
Ван-Флек, 63  
Веденов, 79  
Вейерштрасс, 21  
Вейль, 41, 119  
Вейнберг, 119

Верн, 51, 89  
Вернадский, 16, 61, 82, 95  
Вигнер, 69, 119  
Вижье, 48  
Вилли, 95  
Вильнев, 55  
Вильсон, 56  
Вин, 46  
Винер, 18, 80, 95, 96, 119  
Винк, 77  
Вирхофф, 80  
Виттингхэм, 58  
Вихерт, 64  
Вихман, 107  
Волков, 109  
Волькенштейн, 87  
Вольпин, 58, 82  
Вольтерра, 36  
Вонский, 109  
Воронель, 73  
Ву, 62  
Вуд, 66, 37  
Вул, 78  
Вяльцев, 120

## **Г**

Гааз, де, 56  
Габер, 109  
Гайдар, 89  
Галилей, 22  
Гамильтон, 28, 47

Гамов, 43, 48  
Гарфилд, 131  
Гаспаров, 79  
Гаудсмит, 27  
Гаусс, 63  
Геболл, 58  
Гегель, 22  
Гегузин, 71, 96  
Гедель, 22, 24, 89, 132  
Гейзенберг, 47, 48, 76, 109, 135  
Гелл-Манн, 61  
Гельмгольц, 35, 39, 70, 71  
Гельфанд, 80  
Гембл, 58  
Геодакян, 120  
Гепперт-Майер, 62  
Гераклит, 14  
Герлах, 27  
Герц, 64  
Гесс, 69  
Гиббс, 69, 70, 71, 72  
Гинзбург, 22, 24, 39, 58, 78, 96,  
120, 121  
Гиппократ, 20  
Гласс, 121  
Глэшоу, 65  
Гольданский, 48  
Гольдман, 78  
Гольдшмидт, 59  
Гомер, 36  
Горбачев, 89  
Горский, 71  
Горюнова, 39

Гранин, 89  
Грасман, 35  
Гредескул, 128  
Грин Б., 97  
Грин Н., 109  
Гриффитс, 88  
Гросберг, 79, 121  
Гроттгус, 46  
Гук, 38  
Гулд, 110  
Гульдберг, 75  
Гуревич Ю.Г., 87, 117  
Гуревич Ю.Я., 77, 121  
Гюйгенс, 66

## Д

Дайсон, 89  
Даламбер, 28  
Дальтон, 71  
Данин, 89  
Дарвин, 24  
Дебай, 57, 70  
Девис, 97  
Дельбрюк, 24  
Дерягин, 88  
Детлаф, 110  
Детье, 95  
Джанколи, 110  
Джермер, 46  
Джозефсон, 24, 46, 48, 50, 67,  
121, 124  
Джоуль, 63

Ди Сальво, 58  
Дикке, 40  
Дильман, 30, 122  
Дирак, 59, 72, 109  
Дмитренко, 48  
Дмитриев, 125  
Докинз, 122  
Долженко, 98  
Домбровский, 128  
Доплер, 45, 66  
Дорфман, 63, 76, 123  
Друде, 56, 66  
Дуади, 131  
Дэвиссон, 46  
Дюлонг, 70

## **Е**

Енохович, 110  
Еременко, 52  
Ершов, 133  
Есельсон, 48  
Ефремов, 23

## **Ж**

Жаботинский, 33, 36, 37, 126  
Жданов, 78  
Жен, де, 39, 73, 121, 122  
Жолио, 59, 61  
Жуковский, 38

## **З**

Забродский, 78

Зайленгер, 49  
Зееман, 52  
Зелени, 48  
Зельдович, 25, 32, 97  
Зенон, 48  
Зерафин, 78  
Зинченко, 6, 21, 50, 98  
Зоммерфельд, 28

## **И**

Иванов, 98  
Инфельд, 104  
Иордан, 47  
Иоффе, 39, 57, 61

## **К**

Кавендиш, 40  
Каганов, 111  
Калиниченко, 137  
Калуца, 133  
Камерлинг-Оннес, 57, 65  
Кант, 17  
Канторович, 84  
Капица П., 25, 40, 98, 123  
Капица С., 123  
Кардано, 28  
Карман, 57  
Карно, 18  
Картрайт, 132  
Кеплер, 26  
Кикоин, 75  
Киржниц, 67

Кирхгоф, 64, 70  
Китайгородский, 59, 99  
Киттель, 106, 107  
Клапейрон, 73  
Клаузиус, 73, 79, 82  
Клевазель, 80  
Клейн, 133  
Клименко, 130  
Кнойбюль, 111  
Кобозев, 86  
Колби, 56  
Колмогоров, 79  
Коломиец, 39  
Коммандер, 58  
Комптон, 46  
Кондорсе, 51  
Кондратьев Н., 88, 130  
Кондратьев С., 111  
Константинов, 64  
Кориолис, 58  
Корти, 35  
Косевич, 48, 56, 123  
Костюк, 106  
Кох, 75  
Коханова, 106  
Кошелев, 83  
Кошкин, 5, 8, 9, 21, 23, 24, 34, 52,  
58, 67, 77, 78, 98, 124, 125  
Краснов, 115  
Красовицкий, 7, 78  
Краукрофт, 107  
Крафтмахер, 77  
Крегер, 77

Кремер, 56  
Кривоглаз, 71  
Крик, 59  
Кроукрофт, 23, 99  
Кузнецов, 57, 99  
Кузнецова, 109  
Кузьмичев, 111  
Кулон, 63, 64, 65  
Кун, 34, 125  
Купер, 57, 73, 99  
Купчик, 75  
Курдюмов, 123  
Курнаков, 71  
Курчатов, 39, 61  
Кучер, 34, 126  
Кюри И., 59, 61  
Кюри М., 59, 61  
Кюри П., 58, 61, 63, 76

## Л

Лагранж, 28  
Лазарев, 30, 126  
Ландау, 40, 75, 78, 96, 99, 106,  
111, 112, 123, 126, 127, 128  
Ландсберг, 34, 65, 112  
Ланжевен, 63  
Лаплас, 64, 88, 111  
Лармор, 41, 64  
Ле Шателье, 75  
Лебедев, 28  
Левенгук, 85  
Леверье, 26, 27

Левин, 78  
Левич, 40, 128  
Леви–Чивитта, 43  
Лейбниц, 17  
Лейзерсон, 108  
Лем, 89  
Ленгмюр, 88  
Леннард – Джонс, 57  
Ленц, 63  
Леонардо да Винчи, 15, 25, 38  
Ли, 62  
Лики, 24  
Линдемманн, 77  
Лиссажу, 35  
Литтл, 58, 78  
Лифшиц В., 88  
Лифшиц Е., 111, 123, 126, 127, 128  
Лифшиц И., 48, 56, 79, 88, 121, 128, 129  
Лобачевский, 41  
Ловелл, 82  
Ломоносов, 15  
Лондон Ф., 58  
Лондон Х., 58  
Лоренц К., 128  
Лоренц Х.А., 38, 41, 63, 66  
Лоренц Э., 31, 33, 42  
Луcreций Кар, 15  
Льенар, 64  
Лэйтон, 115  
Ляпунов, 26

## **М**

Магнус, 38  
Майер, 57, 62, 109  
Майкельсон, 42, 43  
Максвелл, 18, 35, 64, 72, 94  
Максимов, 79  
Малинецкий, 123  
Мандельброт, 75, 76, 129, 131  
Мандельштам, 34, 48, 65  
Манжелей, 58, 77, 112  
Маргулис, 34  
Маркони, 65  
Мартиндэйл, 34, 79  
Маслов, 34  
Маслоу, 129  
Матвеев, 112  
Мах, 45  
Мачотка, 35  
Менделеев, 51, 53, 65  
Меньшиков, 130  
Мессбауэр, 39, 62  
Мечников, 59  
Микельанжело, 15  
Милликен, 63  
Мина, 80  
Минковский, 44, 133  
Моисеев, 82, 129, 130  
Моисей, 55  
Моль, 130  
Морли, 42, 43  
Моруа, 89  
Мотт, 39, 56

Мулликен, 52  
Мульченко, 130  
Мун, 62  
Мэки, 121  
Мюллер, 78

## Н

Найквист, 68  
Найт, 106  
Налимов, 34, 130, 131  
Наполеон, 71  
Наумов, 112  
Наумовец, 88  
Неель, 63, 76  
Нееманн, 22  
Нейман, фон, 34  
Неклюдов, 79, 86  
Нернст, 72, 80  
Нетер, 59  
Никольский, 113  
Новиков, 58  
Нордлунд, 77  
Ньютон, 26, 35, 40, 66, 94

## О

Овчинников, 58  
Оккиалини, 59  
Ом, 63  
Онзагер, 84  
Оппенгеймер, 39  
Орир, 113  
Осгуд, 45

Оствальд, 87, 88  
Остроградский, 63

## П

Павлов, 37, 134  
Пайтген, 131  
Палатник, 86  
Папа Иоанн Павел II, 24  
Парселл, 107  
Пастер, 25, 48, 59, 66  
Пастур, 128  
Паули, 51, 52, 72  
Паунд, 40  
Пенроуз, 131, 132  
Перель, 64  
Петров, 34, 79, 132  
Питаевский, 127  
Пифагор, 14  
Планк, 27, 45, 46, 65, 75, 109, 133  
Погорелов, 56  
Подольский, 49  
Покровский, 73  
Полани, 86  
Полинг, 18, 39, 52, 54, 59, 100  
Померанчук, 78, 111  
Понтекорво, 62  
Попов, 65  
Поттер, 137  
Прайс, 34, 113  
Пригожин, 18, 37, 73, 74, 88, 96,  
100, 132, 133  
Прохоров, 66

Пруст, 71  
Пти, 70  
Пуазейль, 39  
Пуанкаре, 29, 41, 45, 100, 101  
Пуассон, 38  
Пушкин, 51

## Р

Раман, 34, 65  
Рассел, 48  
Рау, 13  
Рауль, 78  
Раушенбах, 79  
Ребане, 81, 101  
Ребиндер, 88  
Ребка, 40  
Регель, 39  
Резерфорд, 18, 46, 50, 109  
Рейнольдс, 39  
Рейф, 107  
Ремизов, 113  
Решетняк, 78  
Риман, 41  
Ритц, 28  
Рихтер, 131  
Роджерс, 99  
Рождественский, 66  
Розен, 13, 49  
Рудерман, 106  
Рудорф, 58  
Румер, 45, 133

## С

Савар, 64  
Саган, 130  
Саймонтон, 79  
Салам, 65  
Саламон, 77  
Саллауэй, 18  
Самойлов, 39, 78  
Саркисянц, 138  
Сахаров, 39, 61, 62, 67, 88, 96  
Свистунов, 48  
Свифт, 56  
Сельвинский, 91  
Селье, 80, 114, 133  
Семенов, 32  
Семченко, 114  
Сент-Дьерди, 14, 101  
Сера, 35  
Серпинский, 75  
Сиборг, 61  
Сивухин, 114  
Сикорский, 38  
Силк, 101  
Силсби, 28  
Симонов, 133  
Склодовская, 61  
Слезов, 79, 88  
Смирнов, 71  
Смолуховский, 85  
Сноу, 15, 50, 102  
Соломон, 51  
Сорос, 36, 134

Сталин, 61  
Станиславский, 134  
Стаут, 109  
Стенгерс, 100, 132  
Степановский, 94  
Стефан, 46  
Стефанович, 78  
Стокс, 69  
Столетов, 46  
Стромберг, 114  
Стругацкие А. и Б., 51, 89  
Суорц, 102  
Сциллард, 62  
Сэндс, 115

## **Т**

Тамм, 64, 67, 134  
Таунс, 66  
Тейлор, 109  
Теллер, 39, 61  
Тибо, 59  
Тимофеев-Ресовский, 24  
Тинберген, 128, 134  
Тихов, 82  
Тобочник, 110  
Толмен, 114  
Толпыго, 89  
Томас, 51  
Томпсон, 77  
Томсон, 109  
Торндайк, 36  
Тоффоли, 34

Турчин, 134  
Тьюринг, 132

## **У**

Уатт, 18  
Уильямс В., 115  
Уильямс Х., 115  
Улам, 34  
Уленбек, 27  
Улисс, 36  
Уотсон, Джеймс, 59  
Уотсон, Джон, 36

## **Ф**

Фабр, 128  
Фарадей, 18, 63, 64, 86  
Фегер, 138  
Федоров, 59, 89  
Фейнберг, 102  
Фейнман, 14, 22, 23, 29, 49, 61,  
102, 105, 106, 115, 135  
Ферми, 51, 61, 72, 77  
Фиалков, 79, 89, 135  
Фик, 85  
Фикс, 26  
Фистуль, 77, 103, 135  
Флеров, 61  
Фок, 51  
Форрестер, 89  
Фрадков, 135  
Франк, 64  
Франке, 131



Франкевич, 86  
Фрейд, 67, 136  
Фрейман, 78, 112  
Фрелих, 57  
Френель, 66  
Френкель, 35, 39, 61, 39, 77, 76,  
88, 115  
Фридман, 43  
Фриш, фон, 128  
Фромм, 67, 136  
Фуллер, 53  
Фурье, 35, 111

## **Х**

Хаббл, 43, 141  
Хайфлик, 30  
Хакен, 136  
Харитон, 32  
Харкац, 77, 121  
Хартри, 51  
Хейванг, 78  
Хибс, 135  
Хиншелвуд, 32  
Хогенраад, 67, 136  
Хокинг, 41, 103, 132  
Холл, 63  
Холст, 65  
Хофстедтер, 108  
Хохлов, 121  
Храмов, 116  
Хэвисайд, 50

## **Ц**

Цвейг, 61  
Цетлин, 80  
Цехмистро, 10, 37, 136  
Циолковский, 89

## **Ч**

Чедвик, 59  
Челлини, 15  
Черенков, 64  
Черногор, 13  
Черномырдин, 89  
Чехов, 48, 59  
Чешко, 137  
Чижевский, 34, 39, 137  
Чолаков, 103

## **Ш**

Шварцшильд, 41, 103  
Шеврель, 35  
Шевченко, 51  
Шекспир, 51  
Шеннон, 18, 79, 118  
Шеррингтон, 136  
Шимони, 132  
Шкловский А., 77  
Шкловский И., 60  
Шкорбатов, 5, 8, 9, 34, 88, 126,  
138  
Шмутцер, 138  
Шовен, 103, 128

Шокли, 56  
Шоттки, 77, 124  
Шоу, 58  
Шредингер, 18, 24, 28, 41, 47, 68,  
85, 104, 109, 135  
Шриффер, 57  
Штарк, 52  
Штерн, 27  
Штефани, 138  
Шубников А., 58  
Шубников Л., 56

## Щ

Щеголев, 58  
Щукарев, 86, 88

## Э

Эбштейн, 105  
Эйзенхауэр, 89  
Эйнштейн, 6, 18, 29, 32, 37, 40,  
41, 43, 44, 46, 49, 56, 62, 65, 66,  
70, 72, 94, 96, 97, 101, 104, 109,  
115

Энгельс, 47  
Эрлих, 130  
Этвеш, 40  
Эткинс, 104, 105, 116  
Эфроимсон, 18, 24, 65, 67, 105,  
124, 138  
Эфрос, 77

## Ю

Юкава, 61  
Юнг К., 51  
Юнг Т., 35, 38

## Я

Яворский, 110  
Яглом, 97  
Ягубский, 58  
Якобсон, 79  
Яковенко, 11, 64  
Янг, 62  
Яноши, 48  
Янсон, 48, 57

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| ОБ ЭТОЙ КНИГЕ.....   | 5   |
| А.Б.Бланк .....  | 5   |
| В.П.Зинченко.....  | 5   |
| Б.М.Красовицкий.....   | 7   |
| В.Г.Манжелий.....  | 7   |
| А.Г.Наумовец .....   | 7   |
| И.З.Цехмистро.....   | 9   |
| В.Г.Шахбазов.....  | 10  |
| В.М.Яковенко.....  | 11  |
| <br>   |     |
| ПРЕДИСЛОВИЕ.....   | 12  |
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 22  |
| ПРИНЦИПЫ КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ<br>И ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.....                | 26  |
| ПРИНЦИПЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ .....  | 46  |
| ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ .....   | 63  |
| ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ БОЛЬШИХ СИСТЕМ .....                                    | 68  |
| ПРИНЦИПЫ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ.....   | 84  |
| ЧТО–ТО ВРОДЕ НАПУТСТВИЯ .....  | 91  |
| АННОТИРОВАННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ .....                                    | 92  |
| Раздел 1. Книги об общем устройстве Природы.<br>Минимум математики.....      | 94  |
| Раздел 2. Учебники. Справочники. История науки .....                         | 106 |
| Раздел 3. Научный процесс. Методы, результаты,<br>обсуждения.....            | 117 |
| Раздел 4. Интернет-ресурсы.....  | 139 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1. БОЛОНСКИЙ ПРОЦЕСС И ИНТЕГРАТИВНАЯ<br>СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ ..... | 143 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2. БОЛОНСКАЯ ДЕКЛАРАЦИЯ 1999 Г. ....                              | 148 |
| ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ .....  | 152 |

Навчальне видання

КОШКІН Володимир Мойсейович  
СИНЕЛЬНИК Ірина Василівна  
ШКОРБАТОВ Олександр Георгійович

## **ВСТУП У ПРИРОДОЗНАВСТВО**

*Програма-путівник  
з коментарями, покажчиком літератури  
та Інтернет-ресурсами*

Навчальний посібник для студентів, викладачів  
та для самоосвіти

Російською мовою

В авторській редакції

План 2006, поз.

Підписано до друку            Формат            . Папір офсетний №2.

Riso – друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 8,0. Обл. - вид. арк.10,0. Наклад 1000 прим.

Зам.            Ціна договірна

---

Видавничий центр НТУ “ХПІ”.

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2000 р.

61002, Харків, вул. Фрунзе

---

Друкарня НТУ “ХПІ,” 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21