# План

|  |  |
| --- | --- |
|  | Стр. |
| **Введение** | -2- |
| **1. Механика Ньютона.** |  |
| 1.1. Законы движения Ньютона. |  |
| 1.2. Закон всемирного тяготения. |  |
| 1.3. Основная задача механики. |  |
| 1.4. Границы применимости. |  |
| **2.** **Современная модель эволюции Вселенной.** |  |
| **Заключение** |  |
| **Литература** |  |

# Введение.

Вплоть до начала нынешнего столетия в науке гос­подствовала возникшая в Новое время ньютоновско-картезианская парадигма - система мышления, основанная на идеях И. Ньютона и Р. Декарта.

Учения Декарта и Ньютона отбросили один очень важный момент - фигуру Бога. Рационально-меха­нистический образ мира, сформировавшийся в трудах по­следователей, демонстрирует нам мир как единый и единст­венный: мир твердой материи, подчиненный жестким зако­нам. Сам по себе он лишен духа, свободы, благодати, он безмолвен и слеп. Понятая действитель­ность - гигантские космические просторы, в которых дви­жутся по четким траекториям массы материи - не несет в себе никакой необходимости появления человека и созна­ния. Человек в этом мире - ошибка, описка, курьезный слу­чай.Он - побочный продукт звездной эволю­ции. Лишенная Бога и сознания Вселенная, не живет, а су­ществует без смысла и цели, более того, всякий смысл для нее - ненужная роскошь, разрушающаяся под влиянием закона энтропии.

Механистическая Вселенная Ньютона состоит из атомов - маленьких неделимых частиц, обладающих постоян­ной формой и массой и связанных таинственным законом тяготения. Она организована в трехмерное пространство классической эвклидовой геометрии. Это пространство аб­солютно, постоянно и всегда находится в покое. Оно пред­ставляет собой большое вместилище тел, само по себе ни­сколько от них не завися, и лишь предоставляя им возмож­ность перемещения под воздействием силы притяжения. Точно так же время являет собой чистую длительность, оно абсолютно, автономно и независимо от материального мира. Однородным и неизменным потоком течет оно из прошлого через настоящее в будущее. В целом Вселенная предстает как огромный, полностью детерминированный часовой меха­низм, в котором действует непрерывная цепь взаимосвязан­ных причин и следствий. Если бы можно было получить точную информацию о каждом звене этой цепи, то стало бы вполне возможным совершенно точно реконструировать лю­бую ситуацию прошлого и предсказывать события будущего без всяких погрешностей.

Вселенная, представленная виде комплекса механиче­ских систем, развивается без участия какого бы то ни было сознания и разума. Вся ее история, начиная от «большого взрыва’’ до сегодняшнего дня - результат слепого и стихий­ного движения материальных масс. Жизнь зарождается в первозданном океане случайно,как результат беспорядочных химических реакций, и пойди процесс чуть по-другому, со­знание никогда не проявилось бы в бытие. С физикалистской точки зрения появление жизни и сознания - не только загад­ка, но и явление достаточно странное, абсурдное, так как оно противоречит второму началу термодинамики, утверждающе­му, что всякая сложная система неуклонно стремится стать простой, но не наоборот.

Полагая человека случайностью, механистическая наука не интересуется его судьбой, его целями и ценностями, ко­торые выглядят смешными нелепостями, мгновенной вспышкой сознания в грандиозной машине бессмысленной Вселенной. Субъективное перемалывается жерновами объективного. Мир выглядит как нечеловекоразмерный, бесстрастно уничтожающий все человеческое, да и просто не замечающий его.

В начале XX в. был сделан целый ряд открытий, в корне изменивших видение мира современным естествознанием. Теория относительности А. Эйнштейна, опыты Резерфорда с альфа-частицами, работы Нильса Бора, исследования в химии, биологии, психологии и других науках показали. что мир гораздо разнообразнее, сложнее, чем это представ­лялось механистической науке, и что сознание человека из­начально включено в само наше восприятие действительно­сти.

Согласно теории относительности пространство не трехмерно, а время не линейно. И то, и другое не являются отдельными самостоятельными сущностями. Они тесно пе­реплетены и образуют пространственно-временной контину­ум. Поток времени не является равномерным и однород­ным, он зависит от позиции наблюдателя и его скорости от­носительно наблюдаемого события. Кроме того, в общей теории относительности речь идет о том, что пространство и время находятся в тесной связи с массой тел: возле гигант­ских космических тел пространство способно искривляться, а время - замедляться.

Нобелевский лауреат Илья Пригожин положил начало новому принципу ос­мысления действительности. В свете этого принципа, признающего за Вселенной первич­ную динамическую неопределенность, оказалось возмож­ным выработать новое понимание эволюции. Второй закон термодинамики не всесилен, ибо все существующие системы имеют прирожденную способность мутировать в направле­нии большей сложности. Одна и та же энергия, одни и те же принципы обеспечивают эволюцию на всех уровнях: от физико-химических процессов до человеческого сознания и социокультурной информации. Вселенная оказывается еди­ной во всех своих пластах, живой, развивающейся, восхо­дящей на новые ступени бытия.

# 1. Механика Ньютона.

Вершиной научного творчества И. Ньютона является его бессмертный труд «Математические начала натуральной философии», впервые опубликованный в 1687 году. В нем он обобщил результаты, полученные его предшественниками и свои собственные исследования и создал впервые единую стройную систему земной и небесной механики, которая легла в основу всей классической физики. Здесь Ньютон дал определения исходных понятий – количества материи, эквивалентного массе, плотности; количества движения, эквивалентного импульсу, и различных видов силы. Формулируя понятие количества материи, он исходил из представления о том, что атомы состоят из некой единой первичной материи; плотность понимал как степень заполнения единицы объема тела первичной материей. В этой работе изложено учение Ньютона о всемирном тяготении, на основе которого он разработал теорию движения планет, спутников и комет, образующих солнечную систему. Опираясь на этот закон, он объяснил явление приливов и сжатие Юпитера.

Концепция Ньютона явилась основой для многих технических достижений в течение длительного времени. На ее фундаменте сформировались многие методы научных исследований в различных областях естествознания.

## 1.1. Законы движения Ньютона.

Если кинематика изучает движение геометрического тела, который не обладает никакими свойствами материального тела, кроме свойства занимать определенное место в пространстве и изменять это положение с течением времени, то динамика изучает движение реальных тел под действием приложенных к ним сил. Установленные Ньютоном три закона механики лежат в основе динамики и составляют основной раздел классической механики.

Непосредственно их можно применять к простейшему случаю движения, когда движущееся тело рассматривается как материальная точка, т.е. когда размер и форма тела не учитывается и когда движение тела рассматривается как движение точки, обладающей массой. В кипятке для описания движения точки можно выбрать любую систему координат, относительно которой определяются характеризующие это движение величины. За тело отсчета может быть принято любое тело, движущееся относительно других тел. В динамике имеют дело с инерциальными системами координат, характеризуемыми тем, что относительно них свободная материальная точка движется с постоянной скоростью.

## 1.2. Закон всемирного тяготения.

Считается, что стержнем динамики Ньютона является понятие силы, а основная задача динамики заключается в установлении закона из данного движения и, наоборот, в определении закона движения тел по данной силе. Из законов Кеплера Ньютон вывел существование силы, направленной к Солнцу, которая была обратно пропорциональна квадрату расстояния планет от Солнца. Обобщив идеи, высказанные Кеплером, Гюйгенсом, Декартом, Борелли, Гуком, Ньютон придал им точную форму математического закона, в соответствии с которым утверждалось существование в природе силы всемирного тяготения, обусловливающей притяжение тел. Сила тяготения прямо пропорциональна произведению масс тяготеющих тел и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними или математически:

, где G – гравитационная постоянная.

Данный закон описывает взаимодействие любых тел – важно лишь то, чтобы расстояние между телами было достаточно велико по сравнению с их размерами, это позволяет принимать тела за материальные точки. В ньютоновской теории тяготения принимается, что сила тяготения передается от одного тяготеющего тела к другому мгновенно, при чем без посредства каких бы то ни было сред. Закон всемирного тяготения вызвал продолжительные и яростные дискуссии. Это не было случайно, поскольку этот закон имел важное философское значение. Суть заключалась в том, что до Ньютона целью создания физических теорий было выявление и представление механизма физических явлений во всех его деталях. В тех случаях, когда это сделать не удавалось, выдвигался аргумент о так называемых "скрытых качествах", которые не поддаются детальной интерпретации. Бэкон и Декарт ссылки на "скрытые качества" объявили ненаучными. Декарт считал, что понять суть явления природы можно лишь в том случае, если его наглядно представить себе. Так, явления тяготения он представлял с помощью эфирных вихрей. В условиях широкого распространения подобных представлений закон всемирного тяготения Ньютона, несмотря на то, что демонстрировал соответствие произведенных на его основе астрономическим наблюдениям с небывалой ранее точностью, подвергался сомнению на том основании, что взаимное притяжение тел очень напоминало перипатетическое учение о "скрытых качествах". И хотя Ньютон установил факт его существования на основе математического анализа и экспериментальных данных, математический анализ еще не вошел прочно в сознание исследователей в качестве достаточно надежного метода. Но стремление ограничивать физическое исследование фактами, не претендующими на абсолютную истину, позволило Ньютону завершить формирование физики как самостоятельной науки и отделить ее от натурфилософии с ее претензиями на абсолютное знание.

В законе всемирного тяготения наука получила образец закона природы как абсолютно точного, повсюду применимого правила, без исключений, с точно определенными следствиями. Этот закон был включен Кантом в его философию, где природа представлялась царством необходимости в противоположность морали - царству свободы.

Физическая концепция Ньютона была своеобразным венцом физики XVII века. Статический подход к Вселенной был заменен динамическим. Эксперементально-математический метод исследования, позволив решить многие проблемы физики XVII века, оказался пригодным для решения физических проблем еще в течение двух веков.

## 1.3. Основная задача механики.

Результатом развития классической механики явилось создание единой механической картины мира, в рамках которой все качественное многообразие мира объяснялось различиями в движении тел, подчиняющемся законам ньютоновской механики. Согласно механической картине мира, если физическое явление мира можно было объяснить на основе законов механики, то такое объяснение признавалось научным. Механика Ньютона, таким образом, стала основой механической картины мира, господствовавшей вплоть до научной революции на рубеже XIX и XX столетий.

Механика Ньютона, в отличие от предшествующих механических концепций, давало возможность решать задачу о любой стадии движения, как предшествующей, так и последующей, и в любой точке пространства при известных фактах, обусловливающих это движение, а также обратную задачу определения величины и направления действия этих факторов в любой точке при известных основных элементах движения. Благодаря этому механика Ньютона могла использоваться в качестве метода количественного анализа механического движения. Любые физические явления могли изучаться как, независимо от вызывающих их факторов. Например, можно вычислить скорость спутника Земли: Для простоты найдем скорость спутника с орбитой, равной радиусу Земли.

С достаточной точностью можно приравнять ускорение спутника ускорению свободного падения на поверхности Земли:

.

С другой стороны центростремительное ускорение спутника .

Поэтому ,

откуда . – Эта скорость называется первой космической скоростью. Тело любой массы, которому будет сообщена такая скорость, станет спутником Земли.



Законы ньютоновской механики связывали силу не с движением, а с изменением движения. Это позволило отказаться от традиционных представлений о том, что для поддержания движения нужна сила, и отвести трению, которое делало силу необходимой в действующих механизмах для поддержания движения, второстепенную роль. Установив динамический взгляд на мир вместо традиционного статического, Ньютон свою динамику сделал основой теоретической физики. Хотя Ньютон проявлял осторожность в механических истолкованиях природных явлений, все равно считал желательным выведение из начал механики остальных явлений природы. Дальнейшее развитие физики стало осуществляться в направлении дальнейшей разработки аппарата механики применительно к решению конкретных задач, по мере решения которых механическая картина мира укреплялась.

## 1.4. Границы применимости.

Вследствие развития физики в начале XX века определилась область применения классической механики: ее законы выполняются для движений, скорость которых много меньше скорости света. Было установлено, что с ростом скорости масса тела возрастает. Вообще законы классической механики Ньютона справедливы для случая инерциальных систем отсчета. В случае неинерциальных систем отсчета ситуация иная. При ускоренном движении неинерциальной системы координат относительно инерциальной системы первый закон Ньютона (закон инерции) в этой системе не имеет места, – свободные тела в ней будут с течением времени менять свою скорость движения.

Первое несоответствие в классической механике было выявлено, тогда когда был открыт микромир. В классической механике перемещения в пространстве и определение скорости изучались вне зависимости от того, каким образом эти перемещения реализовывались. Применительно к явлениям микромира подобная ситуация, как выявилось, невозможна принципиально. Здесь пространственно-временная локализация, лежащая в основе кинематики, возможна лишь для некоторых частных случаев, которые зависят от конкретных динамических условий движения. В макро масштабах использование кинематики вполне допустимо. Для микро масштабов, где главная роль принадлежит квантам, кинематика, изучающая движение вне зависимости от динамических условий, теряет смысл.

Для масштабов микромира и второй закон Ньютона оказался несостоятельным – он справедлив лишь для явлений большого масштаба. Выявилось, что попытки измерить какую-либо величину, характеризующую изучаемую систему, влечет за собой неконтролируемое изменение других величин, характеризующих данную систему: если предпринимается попытка установить положение в пространстве и времени, то это приводит к неконтролируемому изменению соответствующей сопряженной величины, которая определяет динамическое состояние системы. Так, невозможно точно измерить в одно и то же время две взаимно сопряженные величины. Чем точнее определяется значение одной величины, характеризующей систему, тем более неопределенным оказывается значение сопряженной ей величины. Это обстоятельство повлекло за собой существенное изменение взглядов на понимание природы вещей.

Несоответствие в классической механики исходило из того, что будущее в известном смысле полностью содержится в настоящем – этим и определяется возможность точного предвидения поведения системы в любой будущий момент времени. Такая возможность предлагает одновременное определение взаимно сопряженных величин. В области микромира это оказалось невозможным, что и вносит существенные изменения в понимание возможностей предвидения и взаимосвязи явлений природы: раз значение величин, характеризующих состояние системы в определенный момент времени, можно установить лишь с долей неопределенности, то исключается возможность точного предсказания значений этих величин в последующие моменты времени, т.е. можно лишь предсказать вероятность получения тех или иных величин.

Другое открытие пошатнувшее устои классической механики, было создания теории поля. Классическая механика пыталась свести все явления природы к силам, действующим между частицами вещества, – на этом основывалась концепция электрических жидкостей. В рамках этой концепции реальными были лишь субстанция и ее изменения – здесь важнейшим признавалось описание действия двух электрических зарядов с помощью относящихся к ним понятий. Описание же поля между этими зарядами, а не самих зарядов было весьма существенным для понимания действия зарядов. Вот простой пример нарушения третьего закона Ньютона в таких условиях: если заряженная частица удаляется от проводника, по которому течет ток, и соответственно вокруг него создано магнитное поле, то результирующая сила, действующая со стороны заряженной частицы на проводник с током в точности равна нулю.

Созданной новой реальности места в механической картине мира не было. В результате физика стала иметь дело с двумя реальностями – веществом и полем. Если классическая физика строилась на понятии вещества, то с выявлением новой реальности физическую картину мира приходилось пересматривать. Попытки объяснить электромагнитные явления с помощью эфира оказалось несостоятельными. Эфир экспериментально обнаружить не удалось. Это привело к созданию теории относительности, заставившей пересмотреть представления о пространстве и времени, характерные для классической физики. Таким образом, две концепции – теория квантов и теория относительности – стали фундаментом для новых физических концепций.

**Современная модель эволюции Вселенной.**

Наиболее общепринятой в космологии является модель однородной изотропной нестационарной горячей расширяющейся Вселенной, построенная на основе общей теории относительности и релятивист­ской теории тяготения, созданной Альбертом Эйнштейном в 1916 го­ду. В основе этой модели лежат два предположения: 1) свойства Все­ленной одинаковы во всех ее точках (однородность) и направления (изотропность); 2) наилучшим известным описанием гравитацион­ного поля являются уравнения Эйнштейна. Из этого следует так на­зываемая кривизна пространства и связь кривизны с плотностью массы (энергии). Космология, основанная на этих постулатах, — ре­лятивистская.

Важным пунктом данной модели является ее нестационар­ность. Это определяется двумя постулатами теории относительнос­ти: 1) принципом относительности, гласящим, что во всех инерцион­ных системах все законы сохраняются вне зависимости от того, с ка­кими скоростями, равномерно и прямолинейно движутся эти системы друг относительно друга; 2) экспериментально подтверж­денным постоянством скорости света.

Из принятия теории относительности вытекало в качестве следствия (первым это заметил петроградский физик и математик Александр Александрович Фридман в 1922 году), что искривленное пространство не может быть стационарным: оно должно или расши­ряться, или сжиматься. На этот вывод не было обращено внимания вплоть до открытия американским астрономом Эдвином Хабблом в 1929 году так называемого «красного смещения».

Красное смещение — это понижение частот электромагнит­ного излучения: в видимой части спектра линии смещаются к его красному концу. Обнаруженный ранее эффект Доплера гласил, что при удалении от нас какого-либо источника колебаний, восприни­маемая нами частота колебаний уменьшается, а длина волны соот­ветственно увеличивается. При излучении происходит «покрасне­ние», т. е. линии спектра сдвигаются в сторону более длинных крас­ных волн.

Так вот, для всех далеких источников света красное смещение было зафиксировано, причем, чем дальше находился источник, тем в большей степени. Красное смещение оказалось пропорционально расстоянию до источника, что и подтверждало гипотезу об удалении их, т. е. о расширении Метагалактики — видимой части Вселенной.

Красное смещение надежно подтверждает теоретический вы­вод о нестационарности области нашей Вселенной с линейными разме­рами порядка нескольких миллиардов парсек на протяжении по мень­шей мере нескольких миллиардов лет. В то же время кривизна прост­ранства не может быть измерена, оставаясь теоретической гипотезой.

Составной частью модели расширяющейся Вселенной явля­ется представление о Большом Взрыве, происшедшем где-то при­мерно 12 —18 млрд. лет назад. «Вначале был взрыв. Не такой взрыв, который знаком нам на Земле и который начинается из определенно­го центра и затем распространяется, захватывая все больше и боль­ше пространства, а взрыв, который произошел одновременно везде, заполнив с самого начала все пространство, причем каждая частица материи устремилась прочь от любой другой частицы» (Вейнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Все­ленной.-М., 1981.-С. 30).

Начальное состояние Вселенной (так называемая сингуляр­ная точка): бесконечная плотность массы, бесконечная кривизна пространства и взрывное, замедляющееся со временем расширение при высокой температуре, при которой могла существовать только смесь элементарных частиц (включая фотоны и нейтрино). Горячесть начального состояния подтверждена открытием в 1965 году реликтового излучения фотонов и нейтрино, образовавшихся на ранней стадии расширения Вселенной.

Возникает интересный вопрос: из чего же образовалась Все­ленная? Чем было то, из чего она возникла. В Библии утверждается, что Бог создал все из ничего. Зная, что в классической науке сформу­лированы законы сохранения материи и энергии, религиозные фи­лософы спорили о том, что значит библейское «ничего», и некоторые в угоду науке полагали, что под ничем имеется в виду первоначаль­ный материальный хаос, упорядоченный Богом.

Как это ни удивительно, современная наука допускает (именно допускает, но не утверждает), что все могло создаться из ничего. «Ни­чего» в научной терминологии называется **вакуумом.** Вакуум, кото­рый физика XIX века считала пустотой, по современным научным представлениям является своеобразной формой материи, способной при определенных условиях «рождать» вещественные частицы.

Современная квантовая механика допускает (это не противо­речит теории), что вакуум может приходить в «возбужденное состо­яние», вследствие чего в нем может образоваться поле, а из него (что подтверждается современными физическими экспериментами) — вещество.

Рождение Вселенной «из ничего» означает с современной на­учной точки зрения ее самопроизвольное возникновение из вакуума, когда в отсутствии частиц происходит случайная флуктуация. Если число фотонов равно нулю, то напряженность поля не имеет опреде­ленного значения (по «принципу неопределенности» Гейзенберга): поле постоянно испытывает флуктуации, хотя среднее (наблюдае­мое) значение напряженности равно нулю.

Флуктуация представляет собой появление виртуальных час­тиц, которые непрерывно рождаются и сразу же уничтожаются, но так же участвуют во взаимодействиях, как и реальные частицы. Благодаря флуктуациям, вакуум приобретает особые свойства, про­являющиеся в наблюдаемых эффектах.

Итак, Вселенная могла образоваться из «ничего», т. е. из «воз­бужденного вакуума». Такая гипотеза, конечно, не является решаю­щим подтверждением существования Бога. Ведь все это могло про­изойти в соответствии с законами физики естественным путем без вмешательства извне каких-либо идеальных сущностей. И в этом случае научные гипотезы не подтверждают и не опровергают рели­гиозные догмы, которые лежат по ту сторону эмпирически под­тверждаемого и опровергаемого естествознания.

На этом удивительное в современной физике не кончается. Отвечая на просьбу журналиста изложить суть теории относитель­ности в одной фразе, Эйнштейн сказал: «Раньше полагали, что если бы из Вселенной исчезла вся материя, то пространство и время со­хранились бы; теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезли бы также пространство и время». Перенеся этот вывод на модель расширяющейся Вселенной, можно заключить, что до образования Вселенной не было ни пространства, ни времени.

Отметим, что теория относительности соответствует двум разновидностям модели расширяющейся Вселенной. В первой из них кривизна пространства-времени отрицательна или в пределе равна нулю; в этом варианте все расстояния со временем неограни­ченно возрастают. Во второй разновидности модели кривизна поло­жительна, пространство конечно, и в этом случае расширение со временем заменяется сжатием. В обоих вариантах теория относи­тельности согласуется с нынешним эмпирически подтвержденным расширением Вселенной.

Досужий ум неизбежно задается вопросами: что же было тог­да, когда не было ничего, и что находится за пределами расшире­ния. Первый вопрос, очевидно, противоречив сам по себе, второй выходит за рамки конкретной науки. Астроном может сказать, что как ученый он не вправе отвечать на такие вопросы. Но поскольку они все же возникают, формулируются и возможные обоснования ответов, которые являются не столько научными, сколько натур­философскими.

Так, проводится различие между терминами «бесконечный» и «безграничный». Примером бесконечности, которая не безгранична, служит поверхность Земли: мы можем идти по ней бесконечно долго, но тем не менее она ограничена атмосферой сверху и земной корой снизу. Вселенная также может быть бесконечной, но ограниченной. С другой стороны, известна точка зрения, в соответствии с которой в материальном мире не может быть ничего бесконечного, потому что он развивается в виде конечных систем с петлями обратной связи, которыми эти системы создаются в процессе преобразования среды.

Но оставим эти соображения области натурфилософии, по­тому что в естествознании в конечном счете критерием истины яв­ляются не абстрактные соображения, а эмпирическая проверка гипотез.

**Заключение.**

С развитием науки, все полнее раскрывающей физические процессы, происходящие в окружающем нас мире, большинство ученых постепенно перешло к материалистическим представлениям о бесконечности Вселенной. Здесь огромное значение имело открытие И. Ньютоном (1643 – 1727) закона всемирного тяготения, опубликованного в 1687 г. Одним из важных следствий этого закона явилось утверждение, что в конечной Вселенной все ее вещество за ограниченный промежуток времени должно стянуться в единую тесную систему, тогда как в бесконечной Вселенной вещество под действием тяготения собирается в некоторых ограниченных объемах (по тогдашним представлениям – в звездах), равномерно заполняющих Вселенную.

Большое значение для развития современных представлений о строении и развитии Вселенной имеет общая теория относительности, созданная А.Эйнштейном (1879 – 1955). Она обобщает теорию тяготения Ньютона на большие массы и скорости движения, сравнимые со скоростью света. Действительно, в галактиках сосредоточена колоссальная масса вещества, а скорости далеких галактик и квазаров сравнимы со скоростью света.

Мы знаем строение Вселенной в огромном объеме пространства, для пересечения которого свету требуются миллиарды лет. Но пытливая мысль человека стремится проникнуть дальше. Что лежит за границами наблюдаемой области мира? Бесконечна ли Вселенная по объему? И её расширение - почему оно началось и будет ли оно всегда продолжаться в будущем? А каково происхождение «скрытой» массы? И наконец, как зародилась разумная жизнь во Вселенной?

Есть ли она ещё где-нибудь кроме нашей планеты? Окончательные и полные ответы на эти вопросы пока отсутствуют.

Вселенная неисчерпаема. Неутомима и жажда знания, заставляющая людей задавать всё новые и новые вопросы о мире и настойчиво искать ответы на них.

**Литература.**

Астахова В.Г, Дубровский Е.В. и др. «Мир вокруг нас: Беседы о мире и его законах» – М.: Политиздат, 1983 г.

«Материалистическая диалектика и пути развития естествознания» / Под ред. А.М. Мостапенко – Л.: Издательство ленинградского университета, 1987

Кохановский В.П. «Философия» – Р.: Феникс, 1996

Дубровский Е.В. «Разум побеждает» – М.: Политиздат, 1989

«Философия, естествознание и современность» / Под ред. И.Т. Фролова и Л.И. Грекова – М.: Мысль, 1991 г.

Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. М., 1965.

Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М., 1989.

Краткий миг торжества. М., 1989.

Карпенков С.Х. Основные концепции естествознания. М.: ЮНИТИ, 1998.

Ньютон и философские проблемы физики XX века. Коллектив авторов под ред. М.Д. Ахундова, С.В. Илларионова. М.: Наука, 1991.

Гурский И.П. Элементарная физика. М.: Наука, 1984.

Большая Советская Энциклопедия в 30 томах. Под ред. ПрохороваА.М., 3 издание, М., Советская энциклопедия, 1970.

ДорфманЯ.Г. Всемирная история физики с начала XIX до середины XX вв. М., 1979.