Государственный Университет Управления

Институт заочного обучения

Специальность – менеджмент

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине: КСЕ

на тему:

«Механика Ньютона – основа классического описания природы. Основная задача механики и границы ее применимости».

Выполнил

Студенческий билет №1211

Группа №УП4-1-98/2

Дата выполнения работы: 02 марта 1999 года.

Содержание.

1. Введение. 3

2. Механика Ньютона. 5

2.1. Законы движения Ньютона. 5

2.1.1. Первый закон Ньютона. 6

2.1.2. Второй закон Ньютона. 7

2.1.3. Третий закон Ньютона. 8

2.2. Закон всемирного тяготения. 11

2.3. Основная задача механики. 13

2.4. Границы применимости. 15

3. Заключение. 18

4. Список литературы. 20

Н ь ю т о н (1643-1727)

Был этот мир глубокой тьмой окутан.

Да будет свет! И вот явился Ньютон.

(Эпиграмма *XVIII* века.)[[1]](#footnote-1)

# Введение.

Понятие «физика» уходит своими корнями в глубокое прошлое, в переводе с греческого оно означает «природа». Основной задачей этой науки является установление «законов» окружающего мира. Одно из основных сочинений Платона, ученика Аристотеля, называлось «Физика».

Наука тех лет имела натурфилософский характер, т.е. исходила из того, что непосредственно наблюдаемые перемещения небесных светил есть их действительные перемещения. Отсюда был сделан вывод о центральном положении Земли во Вселенной. Эта система верно отражала некоторые особенности Земли как небесного тела: то, что Земля - шар, что все тяготеет к ее центру. Таким образом, это учение было собственно о Земле. На уровне своего времени оно отвечало основным требованиям, которые предъявлялись к научному знанию. Во-первых, оно с единой точки зрения объясняло наблюдаемые перемещения небесных тел и, во-вторых, давало возможность вычислять их будущие положения. В то же время теоретические построения древних греков носили чисто умозрительный характер – они были совершенно оторваны от эксперимента.

Такая система просуществовала вплоть до XVI столетия, до появления учения Коперника, получившее свое дальнейшее обоснование в экспериментальной физике Галилея, завершившееся созданием ньютоновской механики, объединившей едиными законами движения перемещение небесных тел и земных объектов. Оно явилось величайшей революцией в естествознании, положившей начало развитию науки в ее современном понимании.

Галилео Галилей считал, что мир бесконечен, а материя вечна. Во всех процессах ничто не уничтожается и не порождается – происходит лишь изменение взаимного расположения тел или их частей. Материя состоит из абсолютно неделимых атомов, ее движение – единственное, универсальное механическое перемещение. Небесные светила подобны Земле и подчиняются единым законам механики.

Для Ньютона было важно однозначно выяснить с помощью экспериментов и наблюдений свойства изучаемого объекта и строить теорию на основе индукции без использования гипотез. Он исходил из того, что в физике как экспериментальной науке нет места для гипотез. Признавая не безупречность индуктивного метода, он считал его среди прочих наиболее предпочтительным.

И в эпоху античности, и в XVII веке признавалась важность изучения движения небесных светил. Но если для древних греков данная проблема имела больше философское значение, то для XVII века, преобладающим был аспект практический. Развитие мореплавания обусловливало необходимость выработки более точных астрономических таблиц для целей навигации по сравнению с теми, которые требовались для астрологических целей. Основной задачей было определение долготы, столь нужной астрономам и мореплавателям. Для решения этой важной практической проблемы и создавались первые государственные обсерватории (в 1672 г. Парижская, в 1675 г. Гринвичская). По сути своей это была задача определения абсолютного времени, дававшего при сравнении с местным временем интервал времени, который и можно было перевести в долготу. Определить это время можно было с помощью наблюдения движений Луны среди звезд, а также с помощью точных часов, поставленных по абсолютному времени и находящихся у наблюдателя. Для первого случая были необходимы очень точные таблицы для предсказания положения небесных светил, а для второго – абсолютно точные и надежные часовые механизмы. Работы в этих направлениях не были успешными. Найти решение удалось лишь Ньютону, который, благодаря открытию закона всемирного тяготения и трех основных законов механики, а также дифференциального и интегрального исчисления, предал механике характер цельной научной теории.

# 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.

## 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.

### Первый закон Ньютона.

Закон инерции впервые был установлен Галилеем для случая горизонтального движения: когда тело движется по горизонтальной плоскости, то его движение является равномерным и продолжалось бы постоянно, если бы плоскость простиралась в пространстве без конца. Ньютон дал более общую формулировку закону инерции как первому закону движения: всякое тело пребывает в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока действующие на него силы не изменят это состояние.

В жизни этот закон описывает случай когда, если перестать тянуть или толкать движущееся тело, то оно останавливается, а не продолжает двигаться с постоянной скоростью. Так автомобиль с выключенным двигателем останавливается. По закону Ньютона на катящийся по инерции автомобиль должна действовать тормозящая сила, которой на практике является сопротивление воздуха и трение автомобильных шин о поверхность шоссе. Они-то и сообщают автомобилю отрицательное ускорение до тех пор, пока он не остановиться.

Недостатком данной формулировки закона является то, что в ней не содержалось указания на необходимость отнесения движения к инерциальной системе координат. Дело в том, что Ньютон не пользовался понятием инерциальной системы координат, – вместо этого он вводил понятие абсолютного пространства – однородного и неподвижного, – с которым и связывал некую абсолютную систему координат, относительно которой и определялась скорость тела. Когда бессодержательность абсолютного пространства как абсолютной системы отсчета была выявлена, закон инерции стал формулироваться иначе: относительно инерциальной системы координат свободное тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

### Второй закон Ньютона.

В формулировке второго закона Ньютон ввел понятия:

* ускорение – векторная величина (Ньютон называл его количеством движения и учитывал при формулировании правила параллелограмма скоростей), определяющая быстроту изменения скорости движения тела.
* сила – векторная величина, понимаемая как мера механического воздействия на тело со стороны других тел или полей, в результате воздействия которой тело приобретает ускорение или изменяет свою форму и размеры.
* масса тела – физическая величина – одна из основных характеристик материи, определяющая ее инерционные и гравитационные свойства.

Второй закон механики гласит: сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение. Такова его современная формулировка. Ньютон сформулировал его иначе: изменение количества движения пропорционально приложенной действующей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует, и обратно пропорционально массе тела или математически:



На опыте этот закон легко подтвердить, если к концу пружины прикрепить тележку и отпустить пружину, то за время *t* тележка пройдет путь *s1* (рис. 1), затем к той же самой пружине прикрепить две тележки, т.е. увеличить массу тела в два раза, и отпустить пружину, то за то же время *t* они пройдут путь *s2*, в два раза меньший, чем *s1*.

Этот закон также справедлив только в инерциальных системах отсчета. Первый закон с математической точки зрения представляет собой частный случай второго закона, потому что, если равнодействующие силы равны нулю, то и ускорение также равно нулю. Однако первый закон Ньютона рассматривается как самостоятельный закон, т.к. именно он утверждает о существовании инерциальных систем.



Рисунок 1.

### Третий закон Ньютона.

Третий закон Ньютона гласит: действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной прямой, равными по модулю и противоположными по направлению или математически:



Рисунок 2.



Ньютон распространил действие этого закона на случай и столкновения тел, и на случай их взаимного притяжения. Простейшей демонстрацией этого закона может служить тело, расположенное на горизонтальной плоскости, на которое действуют сила тяжести *Fт* и сила реакции опоры *Fо*, лежащие на одной прямой, равные по значению и противоположно направленные, равенство этих сил позволяет телу находиться в состоянии покоя (рис. 2).

Из трех фундаментальных законов движения Ньютона вытекают следствия, одно из которых – сложение количества движения по правилу параллелограмма. Ускорение тела зависит от величин, характеризующих действие других тел на данное тело, а также от величин, определяющих особенности этого тела. Механическое действие на тело со стороны других тел, которое изменяет скорость движения данного тела, называют силой. Она может иметь разную природу (сила тяжести, сила упругости и т.д.). Изменение скорости движения тела зависит не от природы сил, а от их величины. Поскольку скорость и сила – векторы, то действие нескольких сил складывается по правилу параллелограмма. Свойство тела, от которого зависит приобретаемое им ускорение, есть инерция, измеряемая массой. В классической механике, имеющей дело со скоростями, значительно меньшими скорости света, масса является характеристикой самого тела, не зависящей от того, движется оно или нет. Масса тела в классической механике не зависит и от взаимодействия тела с другими телами. Это свойство массы побудило Ньютона принять массу за меру материи и считать, что величина ее определяет количество материи в теле. Таким образом, масса стала пониматься как количество материи.

Количество материи доступно измерению, будучи пропорциональным весу тела. Вес – это сила, с которой тело действует на опору, препятствующую его свободному падению. Числено вес равен произведению массы тела на ускорение силы тяжести. Вследствие сжатия Земли и ее суточного вращения вес тела изменяется с широтой и на экваторе на 0,5% меньше, чем на полюсах. Поскольку масса и вес строго пропорциональны, оказалось возможным практическое измерение массы или количества материи. Понимание того, что вес является переменным воздействием на тело, побудило Ньютона установить и внутреннюю характеристику тела – инерцию, которую он рассматривал как присущую телу способность сохранять равномерное прямолинейное движение, пропорциональную массе. Массу как меру инерции можно измерять с помощью весов, как это делал Ньютон.

В состоянии невесомости массу можно измерять по инерции. Измерение по инерции является общим способом измерения массы. Но инерция и вес являются различными физическими понятиями. Их пропорциональность друг другу весьма удобна в практическом отношении – для измерения массы с помощью весов. Таким образом, установление понятий силы и массы, а также способа их измерения позволило Ньютону сформулировать второй закон механики.

Первый и второй законы механики относятся соответственно к движению материальной точки или одного тела. При этом учитывается лишь действие других тел на данное тело. Однако всякое действие есть взаимодействие. Поскольку в механике действие характеризуется силой, то если одно тело действует на другое с определенной силой, то второе действует на первое с той же силой, что и фиксирует третий закон механики. В формулировке Ньютона третий закон механики справедлив лишь для случая непосредственного взаимодействия сил или при мгновенной передаче действия одного тела на другое. В случае передачи действия за конечный промежуток времени данный закон применяется тогда, когда временем передачи действия можно пренебречь.

## 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.

## 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 (рис. 3). С достаточной точностью можно приравнять ускорение спутника ускорению свободного падения на поверхности Земли:



Рисунок 3.

.

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.

## 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.

# Заключение.

Вклад, сделанный Ньютоном в развитие естествознания, заключался в том, что он дал математический метод обращения физических законов в количественно измеримые результаты, которые можно было подтвердить наблюдениями, и, наоборот, выводить физические законы на основе таких наблюдений. Как он сам писал в предисловии к "Началам", "... сочинение это нами предлагается как математические основания физики. Вся трудность физики... состоит в том, чтобы по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам объяснить остальные явления... Было бы желательно вывести из начал механики и остальные явления природы, рассуждая подобным же образом, ибо многое заставляет меня предполагать, что все эти явления обусловливаются некоторыми силами, с которыми частицы тел вследствие причин, пока неизвестных, или стремятся друг к другу и сцепляются в правильные фигуры, или же взаимно отталкиваются и удаляются друг от друга. Так как эти силы неизвестны, до сих пор попытки философов объяснить явления природы и оставались бесплодными. Я надеюсь, однако, что или этому способу рассуждения, или другому, более правильному, изложенные здесь основания доставят некоторое освещение".[[2]](#footnote-2)

Ньютоновский метод стал главным инструментом познания природы. Законы классической механики и методы математического анализа демонстрировали свою эффективность. Физический эксперимент, опираясь на измерительную технику, обеспечивал небывалую ранее точность. Физическое знание все в большей мере становилось основой промышленной технологии и техники, стимулировало развитие других естественных наук. В физике изолированные ранее свет, электричество, магнетизм и теплота оказались объединенными в электромагнитную теорию. И хотя природа тяготения оставалась не выясненной, его действия можно было рассчитать. Утвердилась концепция механистического детерминизма Лапласа, исходившая из возможности однозначно определить поведение системы в любой момент времени, если известные исходные условия. Структура механики как науки казалась прочной, надежной и почти полностью завершенной – т.е. не укладывающиеся в существующие классические каноны феномены, с которыми приходилось сталкиваться, казались вполне объяснимыми в будущем более изощренными умами с позиций классической механики. Складывалось впечатление, что знание физики близко к своему полному завершению – столь мощную силу демонстрировал фундамент классической физики.

# Список литературы.

1. Карпенков С.Х. Основные концепции естествознания. М.: ЮНИТИ, 1998.
2. Ньютон и философские проблемы физики XX века. Коллектив авторов под ред. М.Д. Ахундова, С.В. Илларионова. М.: Наука, 1991.
3. Гурский И.П. Элементарная физика. М.: Наука, 1984.
4. Большая Советская Энциклопедия в 30 томах. Под ред. ПрохороваА.М., 3 издание, М., Советская энциклопедия, 1970.
5. ДорфманЯ.Г. Всемирная история физики с начала XIX до середины XX вв. М., 1979.

1. С.Маршак, соч. в 4-х томах, Москва, Гослитиздат, 1959, т. 3, с. 601 [↑](#footnote-ref-1)
2. Цит. по: Бернал Дж. Наука в истории общества. М.,1956.С.265 [↑](#footnote-ref-2)