

УДК 531.8

ОБЪЕКТЫ, ДЛЯ КОТОРЫХ СФОРМУЛИРОВАНЫ АКСИОМЫ ИЛИ ЗАКОНЫ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

THE OBJECTS FOR WHICH FORMULATED AXIOMS OR THE LAWS OF CLASSICAL MECHANICS

Смелягин Анатолий Игоревич

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой теоретической механики.

Кубанский государственный
технологический университет

Тел.: 8(861) 251-87-05

set@id-yug.com

Smelyagin Anatolii Igorevich

doctor of technical Sciences, Professor,
head of Department of
theoretical mechanics.

Kuban State University of Technology

Ph.: 8(861) 251-87-05

set@id-yug.com

Аннотация. Рассмотрены и исследованы как оригинальные, так и современные аксиомы или законы И. Ньютона. Показано, что современные трактовки законов И. Ньютона являются частным случаем оригинальных и, в отличие от них, имеют математическую запись. Установлено, что как оригинальные законы классической механики так современные их трактовки ограничиваются только изучением абстрактных моделей материальных объектов, а, именно, материальной точкой и системой материальных точек.

Ключевые слова: аксиомы, законы, объект, сила, количество движения, тело, материальная точка и система материальных точек.

Annotation. Considered and investigated both original and modern axioms or laws of Newton. It is shown that modern interpretations of laws I. Newton are a particular case of the original and, unlike them, have a mathematical wording. Found that both the original laws of classical mechanics as modern interpretations of their limited study of abstract models of physical objects, and, specifically, a material point and a system of material points.

Keywords: axioms, laws, object, force, momentum, body mass point and a system of material points.

Механика – наука, о равновесии, механическом движении и взаимодействии материальных тел. Изменение взаимного положения материальных тел или их частей во времени и пространстве называют **механическим движением** [1, 2].

Изучением механического движения, при скоростях исследуемых объектов значительно меньших скорости света, занимается классическая механика. Фундамент современной классической механики построен на идеях, трудах, аксиомах и законах, Галилея [3], Ньютона [4] и Эйлера [5]. Отметим, что многовековая практическая деятельность человека по расчету, исследованию и созданию машин, приборов, самолетов, ракет, различных транспортных средств, космических объектов, сооружений и других устройств подтверждает истинность этих положений.

Основные законы механики впервые вместе были сформулированы великим английским ученым И. Ньютоном в «Математических началах натуральной философии» [4].

В [6] указано: «В «Началах» была впервые в систематической и достаточно полной форме изложена классическая механика, часто именуемая также ньютоновской механикой. Именно с механики – ньютоновской механики – начинают изучать физику в школе, ей же открываются курс общей физики и курс теоретической физики в высших учебных заведениях».

Благодаря этому имя И. Ньютона и сформулированные им законы известны практически всем. Но, к большому сожалению, о его оригинальных законах (аксиомах) знают сравнительно немногие.

Поэтому приведем законы Ньютона в оригинале и в современных интерпретациях и установим, для каких объектов они сформулированы.

Итак, аксиомы или законы И. Ньютона в оригинале [4].

АКСИОМЫ ИЛИ ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ

Закон I

Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние.

Закон II

Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила, действует.

Закон III

Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.

Отметим, что современные трактовки законов Ньютона многообразны, хотя по смыслу и содержанию совершенно идентичны [2, 7–11].

Закон I

Тело (материальная точка) находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, если оно не подвержено внешним воздействиям со стороны других тел.

Закон II

Произведение массы точки на вектор абсолютного ускорения, которое она получает под действием всех приложенных к точке сил, равно геометрической сумме этих сил.

$$m\bar{a} = \sum \bar{F}. \quad (1)$$

Закон III

Материальные точки взаимодействуют друг с другом силами, имеющими одинаковую природу, направленными вдоль прямой, соединяющей эти точки, равными по модулю и противоположными по направлению:

$$\bar{F}_{12} = -\bar{F}_{21}. \quad (2)$$

Анализ оригинальных и современных трактовок законов Ньютона показывает, что:

- законы Ньютона сформулированы только в словесной форме;
- современные трактовки второго и третьего закона являются частным случаем оригинальных законов Ньютона;
- законы Ньютона относятся не к реальным материальным объектам (телам), а к абстрактным материальным точкам;

Рассмотрим эти утверждения.

Из выше приведенных оригинальных законов И. Ньютона, видно, что они были сформулированы им не в математической, а в неявной форме, то есть только с помощью слов. Этот вывод сделан и в [6]: «Законы механики Ньютоном были записаны в виде словесных формулировок».

Только Эйлер (1707–1783) в 1736 г., т.е. через 50 лет после появления «Начал», написал книгу «Механика, аналитически изложенная», содержащую близкие к современным аналитические методы».

Во втором законе Ньютона [4] указывается «Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе».

Прежде всего, Ньютон вводит понятие количества движения: «количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе».

В современной трактовке под количеством движения материальной точки понимают векторную меру её механического движения, равную произведению массы на скорость

$$\bar{K} = m\bar{V}. \quad (3)$$

В [11] показано, что: «Под “изменением” Ньютон понимал приращение за малый промежуток времени, то есть производную по времени. Кстати, именно он и ввел в математику производные, но в своем трактате, рассчитанном на достаточно широкий круг читателей, он этим нововведением не пользовался».

Итак, в соответствии с [4] и [11] запишем второй закон Ньютона для материальной точки в аналитическом виде

$$\frac{d(m\bar{V})}{dt} = \bar{F}. \quad (4)$$

Сравнивая (1) и (4), видим, что математическая запись истинного второго закона Ньютона в большинстве современных трактовок отличается от оригинала.

Приняв, что масса материальной точки постоянна ($m = \text{const}$) и на точку действуют не одна, а несколько сил, тогда из (4) получим формулу (1). То есть большинство современных формулировок второго закона Ньютона это не что иное, как частный случай оригинального закона.

В третьем законе Ньютона утверждается «*Действию всегда есть равное и противоположное противодействие*».

Современные трактовки третьего закона Ньютона обычно говорят только о конкретном силовом взаимодействии материальных точек и тел, что подтверждается словесной и математической формулировкой (2) этого закона, хотя взаимодействия тел могут быть и другими. Следовательно, современные трактовки третьего закона Ньютона так же есть не что иное, как частный случай оригинального закона.

Отличие современных формулировок законов Ньютона от оригинала состоит в том, что они имеют аналитическое представление и поэтому они более приспособлены для математического моделирования и исследования.

Так как современные формулировки законов Ньютона описывают взаимодействия тех же объектов – тел (материальных точек) и являются частными случаями оригинальных законов, то, следовательно, они по сравнению с оригиналом имеют более ограниченную область применения.

Косвенно из второго и непосредственно из первого и третьего оригинальных законов Ньютона следует, что они посвящены законам движения и взаимодействия тел. Однако само содержание этих законов позволяет усомниться в этом. Покажем это.

Из кинематики известно [2], что в общем случае любое движение тела состоит из суммы двух простейших – поступательного и вращательного. Следовательно, чтобы правильно описать общий случай движения тела надо одновременно учитывать его вращательное и поступательное движение. Однако оригинальные законы И. Ньютона вообще никак не учитывают и не описывают вращательное движение тела. Поэтому, строго говоря, законы И. Ньютона если и относятся к телам, то они относятся только к телам, которые совершают поступательное движение.

В современной механике кроме тел еще объектами исследования являются материальные точки. Материальная точка из-за отсутствия у нее размеров не имеет вращательного движения и, следовательно, как оригинальные, так и современные законы И. Ньютона в полной мере описывают движение этого объекта.

В своих трудах И. Ньютон изучает объекты, которые имеют массу. Тогда когда И. Ньютон проводил свои исследования и писал труды, массой обладали только тела, поэтому в его законах могло присутствовать только такое понятие как тело.

Следует отметить, что во времена И. Ньютона еще не существовало понятие материальной точки и, поэтому, что естественно, он не мог употребить этого понятия в своих законах. Во времена Ньютона существовало только понятие геометрической точки, но это совершенно другой объект, так как геометрическая точка не имеет массу.

Доказательством того, что законы И. Ньютона описывают движение материальной точки, является так же то, что:

– в первом законе Ньютона записано «*Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения*», то есть речь идет именно о материальной точке, а не о теле, так как если говорить о теле, то надо говорить и о его вращательном движении;

– во втором законе Ньютона утверждается «*Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе*», то есть речь в законе опять идет именно о материальной точке, а не о теле, так как если говорить о теле, то надо говорить еще и о его моменте количества движения;

– в первом и втором законах Ньютона говорится о действующих на тела силах, но во вселенной на тела непосредственно действовать силы не могут. На взаимодействующие тела действуют силовые поля. Сила, это искусственная локализация силовых полей. То есть сила, как и материальная точка, это абстракция. Именно при локализации материальных тел и силовых полей в пространстве тела превращаются в материальные точки, а силовые поля в силы. Следовательно, в этих законах речь идет не о материальных телах, а о материальных точках.

Дальнейшее применение законов Ньютона показало, что они справедливы именно для материальной точки, а так же для тел совершающих поступательное движение, что подтверждается современными формулировками этих законов и бесчисленными работами физиков и механиков [2, 7–11].

Так, например, в [9] сказано:

– совершенно достоверно известно, что если оставаться в пределах нашего масштаба, то окружающие нас материальные тела с большой степенью точности могут считаться локализованными в пространстве и во времени;

– приняв за основу возможность локализации физических объектов в пространстве и во времени, классическая механика начинает изучение законов движения с наиболее простого случая: с изучения законов движения материальной точки, т.е. физического объекта бесконечно малых размеров, обладающего конечной массой.

Учитывая выше сказанное можно отметить, что в своих трудах И. Ньютон исследует объекты, которые имеют массу, и поэтому в законах говорится о телах, однако, по сути, речь в них идет о движении и взаимодействии материальных точек. Анализ оригинальных законов движения Ньютона и их современных трактовок показывает, что они сформулированы только для абстрактных материальных тел – материальной точки и системы материальных точек. Следовательно, эти законы справедливы только для идеальных объектов.

Итак, классическая или ньютоновская механика ограничивается изучением абстрактных моделей материальных объектов, а именно: материальной точкой; системой материальных точек; несжимаемой жидкостью и идеальным газом, которые в практической деятельности человечества достаточно точно описывают поведение реальных объектов.

Литература:

1. Голубев Ю.Ф. Основы теоретической механики. 2-е изд. – М. : Изд-во МГУ, 2000. – 720 с.
2. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики. – Киев : Наук. Думка, 1989. – 864 с.
3. Галилео Галилей. Избранные труды в двух томах. – М. : Наука, 1964.
4. Ньютон Исаак. Математические начала натуральной философии. – М. : Наука, 1989. – 688 с.
5. Эйлер Л. Основы динамики точки. – М.-Л. : НТИ- НКТП СССР, 1938. – 500 с.
6. Гинзбург В.Л. К трехсотлетию «Математических начал натуральной философии» Исаака Ньютона. Успехи физических наук. Т. 151. Вып. 1. – М. : Наука, 1987. – С. 119–141.
7. Халфман Р. Динамика / Пер. с англ. – М. : Наука, 1972. – 568 с.

8. Кухлинг Х. Справочник по физике / Перевод с нем. – М. : МИП, 1983. – 520 с.
9. Де Бройль Л. Революция в физике. – М. : Прогресс, 1987.
10. Википедия. – URL : [http://ru.wikipedia.org/wiki/ %C7 %E0 %EA %EE %ED %FB_ %CD %FC %FE %F2 %EE %ED %E0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%C7%E0%EA%EE%ED%FB_%CD%FC%FE%F2%EE%ED%E0) (Дата обращения: 05.04.14).
11. Кирсанов М.Н. Конспект лекций по динамике. – URL : <http://termech.mpei.ac.ru/kir/PDF/DNLD/din1.pdf> (Дата обращения: 05.04.14).

References:

1. Golubev Yu.F. Foundations of Theoretical Mechanics. 2nd ed . – М. : MGU, 2000. – 720 p.
2. Kuz'michev V.E. Laws and formulas of physics. – Kiev : Science Dumka, 1989. – 864 p.
3. Galileo Galilei. Selected works in two volumes. – М. : Nauka, 1964.
4. Isaac Newton. Mathematical Principles of Natural Philosophy. – М. : Nauka, 1989. – 688 p.
5. L. Euler. Basics dynamics point. – М.-Л. : STI – НКТП USSR, 1938 . – 500 p.
6. V.L. Ginzburg. To tercentenary «Mathematical Principles of Natural Philosophy» by Isaac Newton. Physics-Uspexhi. V. 151 . I. 1. – М. : Nauka, 1987. – P. 119–141.
7. Halfman R. Dynamics / Translated from English. – М. : Nauka, 1972. – 568 p.
8. Kuhling H. Handbook of Physics / Translated from the German. – New York : Wiley, 1983. – 520 с.
9. L. de Broglie. Revolution in physics. – М. : Progress, 1987.
10. Wikipedia. – URL : [http://ru.wikipedia.org/wiki/ % C7 % E0 % EA % EE % ED % FB_ % CD % FC % FE % F2 % EE % ED % E0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%C7%E0%EA%EE%ED%FB_%CD%FC%FE%F2%EE%ED%E0) (Date of application : 04/05/14).
11. Kirsanov M.N. Lectures on the dynamics. – URL : <http://termech.mpei.ac.ru/kir/PDF/DNLD/din1.pdf> (Access Date : 04/05/14).