

ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА КАК СЛЕДСТВИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

И.П. Попов¹, ГИП

Д.Н. Парышев¹, генеральный директор

О.Ю. Моисеев¹, технический директор

В.В. Харин¹, зам. ген. директора по научной и инновационной работе

А.А. Мосин¹, заместитель технического директора по производству

Н.Д. Парышев², директор

¹ЗАО «Курганстальмост»

²ООО «АЙРВЕНТ»

(Россия, г. Курган)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-2-2-125-128

Аннотация. Показано, что при использовании метода прямого и обратного преобразований оригиналов и образов выводится формула второго закона Ньютона, что позволяет не рассматривать его в качестве постулата. Рассмотрение выполнено на микро и на макроуровне. В качестве практического аспекта полученных результатов можно рассматривать искусственную электромагнитную массу. Искусственная масса неотличима от «натуральной» массы в части соответствия второму закону Ньютона.

Ключевые слова: второй закон Ньютона, постулат, масса, сила, оригинал, образ.

Введение

Второй закон Ньютона является основной аксиомой динамики, представляющей собой постулат, основанный на экспериментальных данных.

Задачей работы является вывод формулы второго закона Ньютона, не опирающийся на результаты соответствующих опытов.

Актуальность работы, таким образом, обусловлена снижением степени феноменологичности начал механики.

За решение этой задачи иногда принимают вывод формулы второго закона Ньютона с использованием функции Лагранжа и принципа наименьшего действия Гамильтона. Однако в функцию Лагранжа входит кинетическая энергия, формула которой вытекает из второго закона Ньютона. Таким образом, при таком подходе второй закон Ньютона по существу выводится из самого себя, что может рассматриваться как тавтология.

Задача может быть решена широко распространенным методом, основанном на преобразовании оригинала G в образ

$g (g = A(G))$, совершении над образом необходимых действий и обратном преобразовании результата $l = f(g)$ из пространства образов в пространство оригиналов ($L = A^{-1}(l)$).

Этот метод, в частности, лежит в основе операционного исчисления, широко распространенного в теории автоматического управления и электротехнике. В качестве прямого и обратного преобразований здесь используются преобразования Лапласа или Карсона.

Аналогичный подход применяется при вычислениях громоздких произведений, при котором в качестве прямого преобразования используется логарифмирование, а в качестве обратного – потенцирование.

Теория

В качестве отправного пункта могут выступать соотношения, выражающие массу электрона через электромагнитные величины [1–3]

$$m_e = k \frac{e^2 \mu_0}{b}, \quad (1)$$

где e – электрический заряд электрона, μ_0 – магнитная постоянная, b – величина, имеющая размерность длины, k – безразмерный коэффициент, конкретное значение

которого не имеет принципиального значения для целей настоящей работы.

Пусть электрически нейтральная частица массой m_e движется в направлении \mathbf{r} со скоростью

$$\mathbf{v} = v \frac{\mathbf{r}}{r}.$$

Выражение (1), строго говоря, не предполагает какой-то конкретной геометрической формы электрона, при этом оно позволяет временно формально представить рассматриваемую частицу в виде эквивалентной безмассовой заряженной сферы радиуса $k_1 b$. Это представление соответствует прямому преобразованию

($g = A(G)$). Здесь k_1 – коэффициент пропорциональности, который при дальнейшем согласовании прямого и обратного преобразований определяется однозначно.

Энергия электростатического поля равномерно заряженной сферы радиуса $k_1 b$ и зарядом e определяется выражением:

$$W_\varepsilon = \frac{1}{2} \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 k_1 b}, \quad (2)$$

где ε_0 – электрическая постоянная. В качестве среды можно рассматривать вакуум, относительная диэлектрическая проницаемость которого равна единице.

Поскольку заряженная сфера поступательно движется, имеет место магнитное поле, напряженность которого равна

$$\mathbf{H} = \frac{1}{\mu_0 c^2} [\mathbf{v}, \mathbf{E}],$$

где c – скорость света, \mathbf{E} – напряженность электрического поля. Энергии электрического и магнитного полей соотносятся следующим образом.

$$dW_\varepsilon = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} dV = \frac{E^2}{2c^2 \mu_0} dV,$$

$$dW_\mu = \frac{\mu_0 H^2}{2} dV = \frac{\mu_0}{2} \left\{ \frac{1}{\mu_0 c^2} [\mathbf{v}, \mathbf{E}] \right\}^2 dV = k_2 \frac{E^2 v^2}{2\mu_0 c^4} dV = k_2 dW_\varepsilon \frac{v^2}{c^2},$$

где k_2 – коэффициент пропорциональности, обусловленный пространственной конфигурацией магнитного поля. Этот коэффициент меньше единицы, поскольку часть радиальных силовых линий электро-

статического поля ориентирована вдоль направления движения и по этой причине не вносит вклад в формирование магнитного поля.

С учетом (2)

$$W_{\mu} = k_2 W_{\varepsilon} \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{2} \frac{k_2 e^2 v^2}{4\pi\varepsilon_0 k_1 b c^2} = k \frac{e^2 \mu_0 v^2}{2b}.$$

Здесь учитывается, что

$$c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0}.$$

Соответствующим образом подбирая k_1 , можно добиться равенства

$$k = \frac{k_2}{4\pi k_1}.$$

Сила является градиентом энергии

$$\begin{aligned} \mathbf{F} &= \frac{dW_{\mu}}{d\mathbf{r}} = k \frac{e^2 \mu_0}{2b} \frac{d(v^2)}{d\mathbf{r}} = k \frac{e^2 \mu_0}{b} \mathbf{v} \frac{d\mathbf{v}}{d\mathbf{r}} = k \frac{e^2 \mu_0}{b} \mathbf{v} \frac{d\mathbf{v}/dt}{d\mathbf{r}/dt} = \\ &= k \frac{e^2 \mu_0}{b} \mathbf{v} \frac{1}{\mathbf{v}} \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} = k \frac{e^2 \mu_0}{b} \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2}. \end{aligned}$$

На этом временное формальное электромагнитное представление прекращается и с помощью (1) производится обратный переход к механическому рассмотре-

нию движения электрически нейтральной инертной частицы (обратное преобразование ($L = A^{-1}(l)$)).

$$\mathbf{F} = m_e \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2}.$$

Это формула второго закона Ньютона, полученная без использования экспериментальных данных с использованием инертных частиц.

Заключение

Таким образом, при использовании метода прямого и обратного формального

преобразования механических и электромагнитных величин выводится формула второго закона Ньютона, что дает возможность изменения его статуса как постулата на соотношение, полученное в результате абстрактного математического моделирования.

Библиографический список

1. Попов И.П. Сведение постоянной Планка к классическим фундаментальным константам // Вестник Удмуртского университета. Физика и химия. – 2014. – Вып. 3. – С. 51–54.
2. Попов И.П. Электромагнитное представление квантовых величин // Вестник Курганского государственного университета. Естественные науки. – 2010. – Вып. 3. – №2(18). – С. 59–62.
3. Попов И.П. Сопоставление квантового и макро-описания магнитного потока // Сборник научных трудов аспирантов и соискателей Курганского государственного университета. – 2011. – Вып. XIII. – С. 26.

NEWTON'S SECOND LAW AS A CONSEQUENCE OF ELECTRODYNAMICS

I.P. Popov¹, *GUI*

D.N. Paryshev¹, *General Director*

O.Yu. Moiseev¹, *Technical Director*

V.V. Kharin¹, *Deputy General Director for Scientific and Innovative work*

A.A. Mosin¹, *Deputy Technical Director for Production*

N.D. Paryshev², *Director*

¹**Company Kurganstalmost**

²**AIRVENT LLC**

(Russia, Kurgan)

***Abstract:** It is shown that when using the method of direct and inverse transformations of originals and images, the formula of Newton's second law is derived, which allows us not to consider it as a postulate. The review is carried out on the micro and macro level. As a practical aspect of the results obtained, one can consider an artificial electromagnetic mass. The artificial mass is indistinguishable from the "natural" mass as it corresponds to Newton's second law.*

***Keywords:** Newton's second law, postulate, mass, force, original, image.*