УДК 530.1 (075.8)

В.М. Сомсиков, А.И. Мохнаткин
Национальный центр космических исследований и технологий.
Институт ионосферы, Алматы, Казахстан

ГИПОТЕЗА О ГОЛОНОМНОСТИ СВЯЗЕЙ И ПРОБЛЕМА НЕОБРАТИМОСТИ

Аннотация. Показано, как гипотеза о голономности связей в системах потенциально взаимодействующих МТ, используемая при получении уравнений Лагранжа, привела к исключению возможности описания необратимых процессов в рамках формализмов классической механики. В качестве наглядного примера используется задача о прохождении осциллятора через потенциальный барьер. Поясняется, как можно получить уравнение движения систем без использования гипотезы о голономности связей, и почему это приводит к возможности описания необратимых процессов в рамках законов Ньютона.

Ключевые слова: классическая механика, необратимость, голономные связи, формализм Лагранжа, осциллятор.

Введение

Любая наука, включая физику, строится при тех или иных гипотезах и упрощениях. Это, с одной стороны, позволяет выявить основные законы, но с другой стороны привносит ограничения в области применения соответствующих теорий. Поэтому одним из возможных путей развития физических теорий является расширение области их применения путем последовательного снятия ограничений, обусловленных упрощениями моделей и гипотезами, при которых они создавались. Это в полной мере относится и к классической механике.

Основными объектами изучения механики являются законы движения тел в пространстве и во времени. Пространство и время являются сущностью Мира и одновременно служат сценой, на которой разворачивается его эволюционная картина. Именно в описании процессов эволюции систем, механика находится в глубоком противоречии с природой. Так, все процессы в природе представляют собой необратимые циклы рождения, развития и деградации систем, но формализмы классической механики описывают только обратимые процессы. Поэтому они непригодны для изучения процессов эволюции в природе.

Первым, кто предпринял попытку снять противоречие между обратимостью классической механики и необратимостью реальных процессов в природе, был Больцман [4]. Однако предложенное им доказательство необратимости процессов в неравновесном газе было опровергнуто теоремой Пуанкаре о возврате гамильтоновых систем [4, 5]. Эта теорема является следствием закона сохранения фазового объема систем, который вытекает из уравнений Лагранжа и Гамильтона. Наиболее общепринятое сегодня объяснение необратимости динамики систем, если можно так выразиться, является эклектическим. Оно построено на основе законов классической механики и чуждом детерминизму механики предположении о существовании сколь угодно малых флуктуаций.

Не так давно был предложен механизм необратимости, который следует только из законов классической механики без использований гипотезы о флуктуациях [6-9]. Поэтому будем называть этот механизм детерминированным. В его основе лежит наличие нелинейного преобразования энергии движения системы в ее внутреннюю энергию. На лицо явное противоречие: исходя из формализмов механики движение систем обратимо, а исходя из нового объяснения, оно необратимо. Причем и то и другое вытекает из законов Ньютона. Налицо два взаимоисключающих вывода. Очевидно, что вряд ли доказательство существования детерминированной необратимости можно считать завершенным, если не объяснить это противоречие. Оно разрешимо только в том случае, если упрощения, используемые при получении уравнения Лагранжа для систем, исключают необратимость. Задача этой работы показать, что используемые упрощения действительно приводят к исключению необратимости в классической механике.

Об основных упрощениях классической механики

Есть, по крайней мере, два основных упрощения, используемых в классической механике при построении уравнения движения систем на основе уравнения движения Ньютона для ***материальной точки (МТ)***. Одно связано с использованием упрощенных моделей тел в виде совокупности МТ. Второе упрощение связано с использованием гипотезы о голономности связей при переходе от уравнения движения Ньютона для МТ к уравнению Лагранжа для систем МТ. Кратко остановимся на этих упрощениях.

Классическая механика построена на основе законов Ньютона. Сами законы Ньютона получены на основе моделей тел в виде бесструктурных МТ, но в реальности мы имеем дело не с МТ, а с системами. Действительно, Мир носит иерархический характер. Верхней иерархической ступенью является Вселенная. Она состоит из галактик. Галактики, в свою очередь, также состоят из структурных элементов. На нижних иерархических уровнях находятся молекулы и атомы, но и они также являются системами, состоящими из более мелких частиц. Сегодня трудно сказать, насколько глубоко вниз уходит эта иерархическая лестница. Предел делимости материи не найден. Поэтому можно утверждать: в основе мира лежат системы, а не МТ.

Любое тело можно представить системой потенциально взаимодействующих МТ. Тогда законы движения систем должны вытекать из законов движения МТ. Именно так обстоит дело и для обратимых формализмов классической механики, и для необратимого уравнения движения равновесной системы в неоднородном поле внешних сил [7]. Поэтому использование моделей тел в виде совокупности МТ не может являться причиной исключения необратимости из формализмов классической механики. Остается заключить, что природа противоречия может быть связана только с гипотезами, которые использовались при построении формализмов механики систем на основе законов динамики их элементов. Противоречие будет снято, если удастся показать, что эти гипотезы приводят к таким ограничениям классической механики, которые исключают возможность описания необратимых процессов. Гипотезы, которые используются при переходе от уравнения Даламбера к уравнениям Лагранжа и Гамильтона, это гипотезы о голономности связей и потенциальности внешних сил [1, 2].

Ниже рассмотрим, как гипотеза о голономности связей, используемая при получении уравнения Лагранжа для систем, приводит к исключению возможности описания необратимых процессов. Затем поясним это на примере осциллятора. Покажем, что можно обойтись без использования этой гипотезы, если выводить уравнение движения системы из закона сохранения энергии, представив ее энергию в виде суммы энергии движения и внутренней энергии. Поясним, как из этого уравнения следует необратимость.

Классический переход от уравнения динамики МТ к уравнению динамик систем.

Динамика системы МТ определяется с помощью уравнения Лагранжа на основе знаний динамики индивидуальных МТ. Уравнение Лагранжа выводится, опираясь на принцип Даламбера. Этот принцип записывается следующим образом [2]:

$$\sum_{l=1}^{R}\left[F_i - \dot{p}_i\right]\delta r_l = 0 \qquad (1)$$

Здесь F_i -активная сила, действующая на i -ю МТ системы; $\dot{p}_i$ -инерциальная сила со стороны i -й МТ; δr_i -виртуальное перемещение.

Чтобы проинтегрировать (1), следует перейти к независимым обобщенным переменным. Выполнив для этого необходимые преобразования, получим [2]:

$$\delta w = \sum_{l=1}^{R}\left\{\left[\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_l}\right)-\frac{\partial T}{\partial q_l}\right]-Q_l\right\}\delta q_l = 0 \qquad (2)$$

Чтобы отсюда получить уравнение Лагранжа, используют гипотезу о голономности связей. Она означает, что внешние силы выражаются через потенциальную функцию таким образом, что каждое слагаемое зависеть только от своих переменных. Это можно записать следующим образом:

$$Q_l = -\sum_i \nabla_i V \frac{\partial r_i}{\partial q_l}. \qquad (3)$$

Только в этом случае каждое слагаемое в уравнении (2) равно нулю, т.е. переменные расцепляются, и мы приходим к уравнению Лагранжа, в котором Q_l зависит только от l -х координат:

$$\left[\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_l}\right)-\frac{\partial T}{\partial q_l}\right]-Q_l = 0 \qquad (4)$$

Таким образом, голономность связей означает независимость слагаемых в уравнении (2). Это эквивалентно отсутствию в (2) нелинейных членов во внешнем поле сил. Действительно, зацепление переменных может обеспечиваться только нелинейными членами, но при наличии нелинейности нельзя требовать выполнения условия равенства нулю каждого слагаемого. Может быть равной нуля только вся сумма (2) при обязательном условии, что хотя бы два из них отличны от нуля.

Не сложно показать, что при выполнении (3) уравнение (4) можно записать так [2]:

$$\left[\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_l}\right)-\frac{\partial L}{\partial q_l}\right] = 0 \qquad (5)$$

где $L = T - V$ так называемая функция Лагранжа.

Уравнение Лагранжа в форме (5), определяющее динамику системы МТ, является следствием уравнения движения Ньютона для МТ при условии голономности связей. Таким образом, условие голономности эквивалентно требованию потенциальности внешних сил или отсутствию нелинейных членов в (2). Если все связи в системе голономны, то соответствующая система уравнений путем преобразования переменных всегда может быть преобразована к $2s$-1 независимым интегрируемым уравнениям, где s число степеней свободы системы [1].

При условии потенциальности внешних сил уравнение Лагранжа можно также получить из принципа Даламбера путем интегрирования (2) по времени [1]. Опуская промежуточные выкладки, при условии фиксированных начальных и конечных точек траектории системы, будем иметь [2]:

$$\int_{t_1}^{t_2} \delta w dt = \delta \int_{t_1}^{t_2} L dt = \delta A \ , \qquad (6)$$

где $A = \int_{t_1}^{t_2} L dt$. Отсюда можно записать:

$$\delta A = 0 \qquad (7)$$

Выражение (7) является принципом Гамильтона. Согласно ему движение системы происходит таким образом, что определенный интеграл A приобретает стационарное значение по отношению к любым возможным вариациям положения системы при фиксированных начальных и конечных ее состояниях [1].

Таким образом, существует два варианта получения уравнения Лагранжа. В первом случае к нему можно прийти при условии голономности связей. Во втором случае – при условии потенциальности сил действующих на систему. Как видим, эти два способа эквивалентны друг другу. То, что условие голономности связей эквивалентно условию потенциальности сил или возможности представления внешних сил в виде градиента от скалярной функции, следует из (3). В этих случаях интегрирование уравнений движения системы сводится к интегрированию независимых уравнений движений для каждой МТ. Из (2,3) следует, что существование независимых обобщенных переменных и интегрируемость системы вытекает из условия голономности связей. Если внешнее поле сил неоднородно, в нем появляются нелинейные члены. Тогда в общем случае интегрирование задачи становится невозможным.

О неголономности связей для осциллятора.

Ниже, на примере задачи об осцилляторе, движущемся во внешнем поле сил, рассмотрим, когда выполняется условие голономности связей и когда оно нарушается [9]. Покажем, что при неоднородности поля внешних сил появляются нелинейные члены, обуславливающие взаимосвязь энергии движения системы и ее внутренней энергии и нарушающие условие голономности. Именно такая взаимосвязь является причиной необратимости механики систем.

Пусть дан осциллятор, который состоит из двух МТ. Пусть МТ имеют равные массы. В общем случае энергия осциллятора имеет вид:

$$E = m(v_1^2 + v_2^2)/2 +$$
$$U(r_{12}) + U^{env}(r_1) + U^{env}(r_2) = const \qquad (8)$$

где $U(r_{12})$ - потенциальная энергия взаимодействия МТ;

$U^{env}(r_1), U^{env}(r_2)$- потенциальные энергии первой и второй МТ во внешнем поле сил;

r_1, r_2-координаты МТ;

$r_{12} = (r_1 - r_2)$;

v_1, v_2 скорости МТ.

Перейдем в систему координат ***центра масс (ЦМ)***. Этот переход осуществляется следующей заменой переменных: $R_2 = (r_1 + r_2)/2$, $V_2 = (\sum_{i=1}^{2} v_i)/2$ координаты и скорости ЦМ в пространстве. Назовем эти переменные макропараметрами. Переменные $v_{12} = \dot{r}_{12}$, $r_{12} = (r_1 - r_2)/2$, - относительные координаты и скорости МТ, где $v_i = \dot{r}_i$., назовем микропараметрами. Новые переменные независимы и удовлетворяют теореме Пифагора. В них энергия системы (8) имеет вид:

$$E = \{MV_2^2/2\} + \{mv_{12}^2/4 + U(r_{12})\} +$$
$$U^{env}(R_2, r_{12}) \qquad (9)$$

В уравнение (9) $MV_2^2/2$-кинетическая энергия движения ЦМ системы, как целого. Энергия $mv_{12}^2/4 + U(r_{12})$ - относительного движения МТ системы, определяемая силами взаимодействия МТ и их относительным движением. Это внутренняя энергия. $U^{env}(R_2, r_{12})$ - потенциальная энергия системы во внешнем поле. $M = 2m$.

В новых переменных энергия распалась на энергию движения системы в поле внешних сил и внутреннюю энергию. Продифференцировав энергию (9) по времени, получим:

$$V_2(M\dot{V}_2 + F_{R_2}^{env}) +$$
$$v_{12}(m\dot{v}_{12}/2 + F_{12} + F_{r_{12}}^{env}) = 0 \qquad (10)$$

где $F_{12} = \partial U(r_{12})/\partial r_{12}$,

$F_{R_2}^{env} = \partial\left[U^{env}(R_2, r_{12})\right]/\partial R_2$,

$F_{r_{12}}^{env} = \partial\left[U^{env}(R_2, r_{12})\right]/\partial r_{12}$. В общем случае $F_{R_2}^{env}$ и $F_{r_{12}}^{env}$ зависят от R_2, r_{12}.

Если нет внешнего поля сил, то в уравнении (10) переменные разделяются и уравнение (10) интегрируется.

Пусть внешнее поле будет однородным на масштабах системы. В этом случае уравнение (10) распадется на две части:

$$MV_2\dot{V}_2 + F_{R_2}^{env}V_2 = D \qquad (11)$$
$$mv_{12}\dot{v}_{12}/2 + F_{12}v_{12} = -D \qquad (12)$$

Здесь D - константа разделения. Из физических соображений ее следует выбрать равной нулю.

Уравнение (11) описывает движение ЦМ системы. Уравнение (12) описывает относительное движение МТ, которое не зависит от внешних сил. Это означает, что энергия относительного движения системы, т.е. внутренняя энергия, в однородном внешнем поле сил постоянна. Таким образом, если внешнее поле удается представить суммой двух членов, один из которых зависит от макропараметров, а второй только от микропараметров, то переменные разделяются и задача интегрируема. Перечисленные случаи эквивалентны условию голономности связей, когда для осциллятора мы придем к уравнению (4).

В более общем случае, когда внешние силы неоднородны на расстоянии r_{12}, энергия внешнего поля пойдет на изменение, как энергии движения системы, так и ее внутренней энергии [10]. Это тот случай, когда внешнее поле сил имеет нелинейные члены, зависящие одновременно как от микро, так и от макропараметров. Тогда возникает взаимная нелинейная трансформация между внутренней энергией и энергией движения системы, т.е. переменные не разделяются и задача не интегрируется. По своей сути это нарушение голономности связей. Оно означает, что в уравнении (3) обобщенных независимых переменных зацепляются из-за нелинейных членов во внешней силе, т.е. сила не распадается на две соответствующие части, каждая из которых зависит только от одного типа микро или макропеременных. Для этого случая использование гипотезы о голономности связей приводит к потере нелинейного члена, определяющего трансформацию между внутренней энергии и энергии движения осциллятора. Подобная ситуация имеет место для качения шара по плоской поверхности без проскальзывания и с верчением. В этом случае возникает трансформация энергия движения в энергию вращения шара [2].

Нелинейная трансформации энергии движения осциллятора во внутреннюю энергию была численно изучена для задачи о его прохождении через потенциальный барьер, который задавался функцией

$$U(x)=U_0 e^{-(x-R_b)^2/a^2}$$ [10]

здесь U_b - высота барьера;

R_b - положение экстремума барьера;

a - полуширина барьера,

x - ось, вдоль которой движется осциллятор.

Численные расчеты показали, что при ширине барьера, соизмеримой с масштабом осциллятора, появляется возможность его прохождение через барьер даже при энергии движения ниже высоты барьера. Прохождение обеспечивается трансформацией внутренней энергии осциллятора в энергию движения на градиенте внешней силы. Имеют место также и обратные случаи, когда осциллятор не проходит через барьер при энергии его движения выше высоты барьера. Этот тот случай, когда энергия его движения уходит в его внутреннюю энергию так, что оставшейся энергии движения уже не хватает для преодоления барьера. Таким образом, прохождение осциллятора определяется фазовым соотношением между расстоянием от барьера и его шириной. Подчеркнем, что эти случаи прохождения осциллятора не подчиняются описанию в рамках канонических уравнений Лагранжа или Гамильтона, так как они, как и в случае, хорошо известного примера с шаром, обусловлены неголономностью связей.

Обобщение на системы N МТ.

В целом, для системы из N МТ при условии N>1 было показано [7], что при переходе к микро и макропеременным, фазовое пространство разбивается на два ортогональных подпространства независимых переменных. Одно пространство отвечает за описание внутренней динамики МТ системы, а второе отвечает за описание движения ЦМ системы в поле внешних сил. Эта ортогональность следует из квадратичной формы энергии. С физической точки зрения она обусловлена независимостью сил взаимодействия МТ и внешних сил. В соответствие с таким разделением переменных энергия системы распадается на два независимых типа. Это энергия движения МТ относительно центра масс системы и энергия движения системы в поле внешних сил, зависящая от координат ЦМ и его скорости. Причем энергия относительного движения МТ является внутренней энергией и совпадает с суммарной энергией движения всех МТ относительно ЦМ. Это справедливо для всех тел, которые можно представить в виде системы из произвольного числа МТ. Если поле внешних сил неоднородно на масштабах системы, то микро и макропеременные зацепляются. Тогда энергия внешнего поля идет, как на движение системы, так и на изменение ее внутренней энергии.

Необходимость разделения переменных на микро и макропеременные можно пояснить еще и так. Складывая динамические переменные для МТ в лабораторной системе координат, исключаем внутренние силы, поскольку их сумма равна нулю. При этом остаются только суммарная сила внешнего поля, определяющая движение ЦМ системы. В результате приходим к уравнению движения ЦМ системы во внешнем пространстве. Это соответствует макроописанию системы.

Наоборот, вычитая эти переменные, исключаем внешние силы, действующие на ЦМ, и приходим к уравнениям, определяющим относительное движение МТ за счет их сил взаимодействия. Это соответствует микроописанию системы.

Таким образом, динамику реальных тел следует описывать в дуальной системе координат независимых микро и макро переменных. Этим переменным можно поставить в соответствие два независимых пространства: пространство микро и пространство макропеременных. Следовательно, микро и макропеременные разбивают пространство обобщенных координат и скоростей на два инвариантных, независимых подпространства: пространство микропеременных, определяемое внутренними симметриями системы; пространство макропеременных, определяемое симметриями внешнего пространства. Таким образом, динамика системы определяется двумя типами симметрии: симметрией пространственного распределения МТ, а также характером их взаимодействий, и симметрией самого пространства. Поэтому в соответствии с теоремой Нетер, движение системы характеризуется двумя типами энергии: энергией движения их ЦМ и энергией относительного движения.

Если система из N>1 МТ равновесна, то ее состояние полностью определяется внутренней энергией [7, 9]. Это позволяет описывать движение равновесных систем на основе макропеременных и внутренней энергии. Если равновесная система движется в поле внешних сил, то в общем случае возникнет нелинейная трансформация энергии ее движения во внутреннюю энергию, что и соответствует наличию неголономных связей.

Можно получить обобщенные уравнения Лагранжа и Гамильтона. Они получаются аналогичным образом, как и их канонические прототипы, но только с помощью уравнения движения систем и без требования голономности связей [7, 8].

Таким образом, пренебрегая неголономностью связей, мы теряем необратимость.

Заключение

Законы Ньютона получены для моделей тел в виде МТ. Чтобы в рамках законов Ньютона описать движение реальных тел, их задают в виде совокупности МТ. В классической механике описание динамики систем МТ выполняется с помощью уравнений Лагранжа, которые вытекают из уравнения движения МТ, но при выполнении условия голономности связей. Поэтому согласно уравнению Лагранжа, движение систем обратимо, как и в случае движения выделенной МТ.

Условие голономности приводит к исключению нелинейных членов, которые отвечают за преобразование энергии движения системы в ее внутреннюю энергию при наличии неоднородного поля внешних сил, но именно эти члены отвечают за необратимые процессы в системах. Поэтому уравнения Лагранжа и Гамильтона неприменимы для описания систем в неоднородном поле сил, когда существенна нелинейная трансформация энергии. Они также неприменимы для описания систем, далеких от равновесия.

Чтобы получить формализм, приемлемый для описания процессов, характеризуемых нелинейным преобразованием энергии движения системы в ее внутреннюю энергию, требовалось найти такой путь построения уравнения движения системы МТ, который позволяет исключить использование гипотезы о голономности связей. Такой путь был предложен в [6-9]. Он заключается в получении уравнения движения системы из выражения для ее энергии. При этом энергия системы представляется в виде суммы энергии ее движения и внутренней энергии. Это осуществляется путем перехода к независимым макро и микропеременным, определяющим движение системы в целом и движение МТ системы относительно ее центра масс соответственно. Такое разделение энергии позволило определить ту часть работы внешних сил, которая имеет место при условии неоднородности поля внешних сил и затрачивается на изменение внутренней энергии системы, т.е. полученное уравнение движения содержит нелинейные члены, ответственные за изменение внутренней энергии системы. Эти члены существуют в неоднородном на масштабах системы поле внешних сил. Для равновесной систем из достаточно большого количества частиц, нелинейная трансформация энергии движения во внутреннюю энергию эквивалентна диссипации, а силы, которые ее обуславливают, являются силами трения.

Обобщенные уравнения Лагранжа, Гамильтона и Лиувилля, в отличие от своих канонических прототипов, позволяют описывать диссипативные процессы. Они выводятся из принципа Даламбера путем использования уравнения движения системы вместо уравнений движения МТ и без требования голономности связей [8]. Это позволяет сохранить в них члены, ответственные за диссипативные процессы.

Таким образом, требование голономности связей в системах классической механики эквивалентно пренебрежению диссипативными процессами. Трудно переоценить важность этого вывода, поскольку формализмы Гамильтона и Лагранжа лежат в основах практически всех разделов современной физики. К примеру, он важен для понимания природы спонтанного нарушения симметрии. Он также имеет решающее значение для развития механики диссипативных, а значит, эволюционирующих систем.

Список литературы

1. Ланцош К. Вариационные принципы механики. // М. − 1962. − Мир. − 408 с.
2. Голдстейн Г. Классическая механика.// М. − Наука. − 1975. − 415 с.
3. Заславский Г.М. Стохастичность динамических систем.// М. − Наука. − 1984. − 273 с.
4. Пригожин И. От существующего к возникающему.//М. − Наука. − 1980. − 342 с.
5. Пуанкаре А. О науке.// М. − Наука. − 1983. − 559 с.
6. Somsikov V.M. The restrictions of classical mechanics in the description of dynamics of nonequilibrium systems and the way to get rid of them// New Advances in Physics. − Vol. 2, No 2, September. − 2008. − p. 125-140.
7. Somsikov V. M. Principles of Creating of the Structured Particles Mechanics.// Journal of material Sciences and Engineering A(1) . − 2011. − p.731-740.
8. Somsikov V.M. The equilibration of an hard-disks system.// IJBC. − 2004. − November, V 14, N11. − p. 4027-4033.
9. Somsikov V.M. Thermodynamics and classical mechanics// Journal of physics: Conference series. 23. − 2005. − p.7-16.
10. Сомсиков В.М., Денисеня М.И. Закономерности динамики осциллятора на потенциальном барьере// Известия НАН РК. Серия Физ.-мат. − 2012. − № 4. − с.31-39.

Принято в печать 13.05.2013

В.М. Сомсиков, А.И. Мохнаткин
Национальный центр космических исследований и технологий.
Институт ионосферы, Алматы, Казахстан
vmsoms@rambler.ru

ГИПОТЕЗА О ГОЛОНОМНОСТИ СВЯЗЕЙ И ПРОБЛЕМА НЕОБРАТИМОСТИ

Аннотация. Показано, как гипотеза о голономности связей в системах потенциально взаимодействующих материальных точек, используемая при получении уравнений Лагранжа, привела к исключению возможности описания необратимых процессов в рамках формализмов классической механики. В качестве наглядного примера используется задача о прохождении осциллятора через потенциальный барьер. Поясняется, как можно получить уравнение движения систем без использования гипотезы о голономности связей, и почему это приводит к возможности описания необратимых процессов в рамках законов Ньютона.

Ключевые слова: классическая механика, необратимость, голономные связи, формализм Лагранжа, осциллятор.

VM Somsikov, AI Mokhnatkin
National Center for Space Research and Technology
Institute of Ionosphere, Almaty, Kazakhstan
vmsoms@rambler.ru

Hypothesis about holonomic constraints and irreversibility problem

Abstract: It is shown how the hypothesis holonomicity connections in the systems of potentially interacting material points, used in the obtain of the Lagrange equations, has led to the identification of possible descriptions of irreversible processes within the formalism of classical mechanics. As good example we are used the oscillator on the passage through the potential barrier. Explain how to obtain the equation of motion of systems without the use of the hypothesis of holonomic constraints, and why this leads to the ability to describe the irreversible processes in the framework of the laws of Newton was submitted.

Keywords: classical mechanics, irreversibility, and holonomic constraints, the Lagrange formalism, the oscillator.

В.М. Сомсиков, А.И. Мохнаткин
Ұлттық ғарыштық зерттеулер және технологиялар орталығы.
Ионосфера институты, Алматы, Қазақстан

БАЙЛАНЫСТАР ГОЛОНОМДЫҒЫ ТУРАЛЫ ГИПОТЕЗА ЖӘНЕ ҚАЙТЫМСЫЗДЫҚ МӘСЕЛЕСІ

Аннотация. Лагранждың теңдеулерін алу кезінде пайдаланылатын потенциалды өзара әрекет ететін МТ жүйелеріндегі байланыстарының голономдығы туралы гипотеза классикалық механиканың формализмдары шеңберінде қайтымсыз процестерді сипаттау мүмкіндігін тыс шығаруға қалай әкелетініні көрсетілген. Көрнекі үлгінің ретінде осциллятордың потенциалдық кедергі арқылы өтуі туралы есеп пайдаланады. Байланыстардың голономдығы туралы гипотезаны пайдалануысыз жүйелердің қозғалысы теңдеуін қалай алуға болатынын, және бұл неге Ньютонның заңдары шеңберінде қайтымсыз процестерді сипаттау мүмкіндігіне алып келетіні түсіндіріледі.

Маңызды сөздер: классикалық механика, қайтымсыздық, голономды байланыстар, Лагранждың формализмы, осциллятор.