

similarity criterion on experimental characteristics], Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo [Proceedings of international Symposium on Reliability and quality], 2013, vol. 2, pp. 372-374.

10. Savochkin A. E. Algoritmizatsiya raboty sistemy monitoring i kontrolya dlya resheniya zadach identifikatsii stepeni povrezhdeniya tekhnicheski slozhnykh ob'ektov [Algorithmization of the system of monitoring and control to solve problems identify the extent of damage technically complex objects]. Pri-kaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian Magazine: Management and High Tehnologies], Astrakhan, 2014, no. 2, pp. 23-35.

11. Starusev A. V. Metod otsenki i obespecheniya kachestva ispytaniy avtomatizirovannykh sys-tem [Assessment method and quality assurance testing of automated systems]. Prikaspiyskiy zhurnal: uprav-lenie i vysokie tekhnologii [Caspian Magazine: Management and High Tehnologies], Astrakhan, 2014, no. 4, pp. 197-204.

12. Tihonov A. N., Uvaysov S. U., Kofanov Y. N., Sotnikova S. Y. Povishenie dostovernosti diag-nosticheskogo modelirovaniya v informatsionnoy technologii proektirovaniya [Reliability increase of diag-nostic modeling for secondary power supply sources on the basis of the accounting of electrical and thermal processes interrelation]. Sistemi upravleniya i informatsionnie tehnologii [Control systems and information technology], Voronezh, 2014, no. 4, pp. 88-92.

13. Khatskevich O. P. Ispol'zovanie nelinejnostej vhod-vyhodnoj vol'tampernoj harakteristiki jelek-tronnykh shem dlja podbora testovykh vozdeystvij v staticheskom rezhime [The use of nonlinearities in the in-put-output voltage characteristics of electronic circuits for the selection of test inputs in the static mode], Ra-diovysotometriya – 2010: Sbornik trudov [the collection of proceedings], Pod red. A.A. Iofina, L.I. Po-nomareva. Fort Dialog-Iset', Ekaterinburg, 2010, 392 p.

14. Bandler J. W., Salama A. E. Fault diagnosis of analog circuits, Proceedings of the IEEE, 1985, no. 73 (8), pp. 1279-1325.

15. Korbicz J., Koscielny J. M., Kowalczyk Z., and Cholewa W., Fault Diagnosis. Models, Artifi-cial Intelligence, Applications, Springer, Berlin, Germany, 2004, 920 p.

УДК 531.31.383+62-752.4

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ АУТОНОМНОГО ОБЪЕКТА

Лежнин Вячеслав Иванович, кандидат технических наук, директор, ООО «Пром-техтранс», 400081, Российская Федерация, г Волгоград, ул им. Ползунова, 4А, e-mail: ii527317@yandex.ru

В статье показано, что изменение скорости автономных объектов (человек, автомобиль, раке-та, гироскоп и т.д.) вполне объясняется (описывается) исходя из классических законов И. Ньютона. При этом важно (необходимо) учитывать все воздействующие на объект силы - не только активные действующие парные (ньютоновские), но и пассивные (вторичные) силы. Последние представляют собой реакции на действие активных сил, которые в совокупности (в сумме с действующими силами) могут образовывать свободную действующую силу, которая аналогично внешней силе изменяет ско-рость движения центра масс объекта. Проведенный в статье параллельный анализ изменения скоро-сти автономных объектов с позиций закона сохранения энергии подтверждает изложенную концеп-цию. При создании на борту автономного объекта динамической опоры в инерциальном пространстве (например, маховика в кардановом подвесе) и специального моментного силового привода, обеспечи-вающего рациональное управление процессом «отталкивания» масс объекта от указанной динамиче-ской опоры, возможно изменение скорости центра масс такого объекта – гироскопа за счет сил ука-занного моментного привода. В свою очередь это позволит обеспечить возможность движения объек-та в любой среде, включая космическое пространство.

Ключевые слова: автономные объекты, способы движения, инерциальное пространство, ди-намическая опора, гироскоп, безопорное движение, свободная сила, свободный момент

METHODS AND WAYS OF CHANGING SPEED OF INDEPENDENT OBJECT

Lezhnin Vyacheslav I., Ph.D. (Engineering), Director, LLC "Promtehttrans", 4A Polzunov St., Volgograd, 400081, Russian Federation, e-mail: ii527317@yandex.ru

The article shows change in the rate of autonomous objects (people, a car, a rocket, gyrost, etc.) is fully explained (defined) based on the laws of Newton. It is important (necessary) to take into account all existing forces on the object, ie, consider not only the active action pair (Newton), but also passive (secondary) forces - the reaction to the action of the active forces, which in the aggregate (together with acting forces) can form a free action force, which is similar to the external force changes the speed of the center of mass of the object; conducted in parallel article analyzes changes in the rate of autonomous objects from the perspective of energy conservation law confirms the exposition of the concept; when you create an object on board autonomous dynamic support in inertial space (flywheel in gimbals) and special torque power drive, providing sound management of the "repulsion" mass of the object from the specified dynamic support, you can change the speed of the center of mass of the object - girostata by the forces specified torque of the drive and motion of an object in any environment, including outer space.

Keywords: self-contained objects, methods of movement, inertial space, dynamic support, gyrost, unsupported motion, force free, free time

Введение. Обеспечение перемещений объектов в пространстве возможно различными методами – как общепринятыми, так и носящими специальный характер. Часть методов последней группы слабо проанализирована в литературе – не только с теоретических позиций, но и практических. Целью данной статьи является анализ одного из таких методов, который может иметь важное практическое значение – в том числе для управления движением объектов, находящихся в космическом пространстве.

Используемая классификация методов и их разновидностей. Под автономным будем понимать объект с собственным источником энергии и способный изменять скорость движения центра масс собственным двигателем. Это могут быть такие объекты: человек, животное, автомобиль, самолет с винтом (винтами), ракета и т.д. Подходы к изменению скорости материальных объектов вполне укладываются в два метода, следующих из основного уравнения динамики классической физики, известного как II –ой закон И.Ньютона [14]

$$\frac{d}{dt}(m \cdot \vec{V}) = \Sigma \vec{F}_i, \quad (1)$$

где: m – масса объекта; $\vec{V}$ – абсолютная скорость центра масс объекта в инерциальной системе координат, ориентированной на удаленные звезды; $\Sigma \vec{F}_i$ – сумма всех действующих на объект (массу m) сил $\vec{F}_i$.

Здесь и далее черточки над переменными означают векторные величины. Если для понимания содержания работы важна только величина (модуль) переменной, то она может записываться, например, так: R или $|\vec{R}|$.

I метод. «Отталкивание» от опоры – иллюстрируется рис. 1.

На этом рисунке показана модель объекта массой m с идеальными связями и абсолютно жесткой опорой в инерциальном пространстве (инерциальной системе отсчета).

При этом:

$$m = Const, \quad (2)$$

и

$$\Sigma \vec{F}_i = \vec{F} + \vec{R} + \vec{R}_{on}. \quad (3)$$

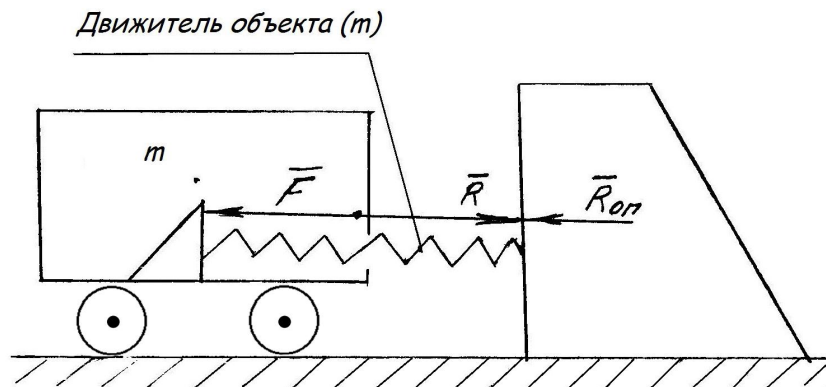


Рис. 1. Схема движения объекта с отталкиванием от опоры

Согласно III закону И. Ньютона :

$$|\vec{F}| = |\vec{R}| = |\vec{R}_{on}|, \quad (4)$$

и

$$\vec{R} + \vec{R}_{on} = 0. \quad (5)$$

Тогда уравнение динамики (1) принимает привычный (классический) вид:

$$m \frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F}. \quad (6)$$

Из этого уравнения следует, что при «отталкивании» от опоры центр масс (ЦМ) объекта массой m изменяет скорость $\left(\frac{d\vec{V}}{dt}\right)$ за счет силы движителя объекта F , т.е. силы действующей на массу m (по Ньютону [14]). «Отталкивание» здесь используется как обобщающий термин для процессов отталкивания и притяжения масс.

Земля, как объект, масса которого достаточно велика по сравнению с массой объекта (m), может быть допустимой моделью такой опоры.

Реально в рамках I-го метода существует множество способов исполнения объектов и их движителей, которые можно (целесообразно) разделить (классифицировать) исходя из среды обитания (нахождения) объекта или опоры, от которой «отталкивается» объект.

1-ый способ: – отталкивание от поверхности Земли (трактор, автомобиль, человек и пр.). Тогда: $\vec{R}_{on} = \vec{F}_{mp}$ – сила трения движителя объекта о Землю.

2-ой способ: – отталкивание от воды (корабли, подводные лодки и др.). Тогда: $\vec{R}_{on} = \vec{R}_{воды}$ – реакция (сопротивление) воды.

3 способ: – отталкивание от газообразной среды – воздуха (самолеты с винтом). Тогда: $\vec{R}_{on} = \vec{R}_{воздуха}$ – реакция (сопротивление) воздуха.

4 способ: – отталкивание от динамической опоры в инерциальном пространстве (гиростат [8,9]). Тогда $\vec{R}_{on} = \vec{F}_{ин}$ – инерционная сила динамической опоры.

II – ой метод. Реактивное движение – изменение скорости объекта за счет изменения (извержения) массы объекта $\left(\frac{dm}{dt}\right)$, приводящее к изменению количества движения и изме-

нению скорости движения ЦМ объекта [12]. Издержки (недостатки) этого метода – потеря массы объекта. Достоинства – возможность движения без опоры о материальную среду, например, в космическом пространстве (в определенном смысле – это «безопорное движение»).

Отметим, что при реализации 4-го способа I метода (отталкивание от динамической опоры в инерциальном пространстве), объект может двигаться в любой среде, в том числе в космическом пространстве, но без потери массы – как при реактивном движении.

Остановимся на энергетических аспектах, необходимых для понимания процессов движения масс при создании автономного объекта, отталкивающегося от «статической» опоры – материальной среды (1-3 способа) и от динамической опоры в инерциальном пространстве (4-ый способ).

Сначала рассмотрим простейший случай – движение двух масс m_1 и m_2 в свободном инерциальном пространстве (при отсутствии полей и при идеальных связях) путем отталкивания масс друг от друга неким невесомым движителем (рис.2), который изобразим также как и на рисунке 1 в виде, например, пружины, имеющей запас энергии E_n .

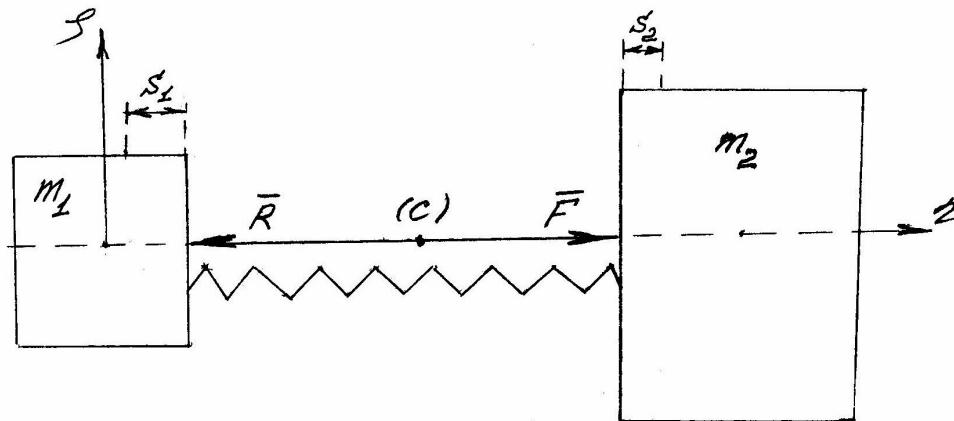


Рис. 2. Физическая схема двухмассовой линейной системы

Эта энергия может быть израсходована в виде работы A_1 и A_2 по перемещению масс m_1 и m_2 за время $t = \tau$:

$$E_{\text{п}} = A_1 + A_2. \quad (7)$$

При этом пружина – движитель, например электрический линейный двигатель, выполняет указанную работу так, что обеспечивается условие:

$$|\bar{R}| = |\bar{F}| = \text{Const} = |F|, \quad (8)$$

Для определения работы:

$$A = F \cdot S \cdot \cos(\bar{F} \wedge \bar{S}), \quad (9)$$

необходимо найти перемещения масс S_1 и S_2 за время τ , которые в данном вполне интегрируемом случае и при нулевых начальных условиях имеют вид:

$$S_1 = \frac{a_1 \cdot \tau^2}{2} = \frac{F}{m_1} \cdot \frac{\tau^2}{2}; \quad S_2 = \frac{a_2 \cdot \tau^2}{2} = \frac{F}{m_2} \cdot \frac{\tau^2}{2},$$

где:

$$a_1 = \ddot{S}_1 = \frac{F}{m_1} = \text{Const}; \quad a_2 = \ddot{S}_2 = \frac{F}{m_2} = \text{Const}.$$

Здесь и далее – точки над переменными означают производные по времени (одна точка – первая производная, две точки – вторая производная).

Тогда:

$$A_1 = F \cdot S_1 = \frac{F^2}{m_1} \cdot \frac{\tau^2}{2} = \frac{C_1}{m_1}; \quad A_2 = F \cdot S_2 = \frac{F^2}{m_2} \cdot \frac{\tau^2}{2} = \frac{C_1}{m_2};$$

$$E_{\Pi} = A_1 + A_2 = \frac{C_1}{m_1} + \frac{C_1}{m_2}. \quad (10)$$

Иными словами энергия движителя (E_{Π}) распределяется обратно пропорционально массам m_1 и m_2 .

В этом случае возможны следующие варианты:

1. Если $m_1 < m_2$, то $A_1 > A_2$; $S_1 > S_2$;

2. Если $m_2 \rightarrow \infty$, то:

$$A_2 \rightarrow 0; \quad S_2 \rightarrow 0; \quad A_1 \approx E_{\Pi} \quad (A_1 \rightarrow E_{\Pi}); \quad (11)$$

Обратим внимание, что «случай 2» ($m_2 \rightarrow \infty$) полностью эквивалентен рис. 1 (отталкивание от опоры). При этом вся энергия движителя «прикладывается» практически только к движущейся массе, а работа движителя по перемещению бесконечно большой массы (опоры) равна нулю. Конечно, все это справедливо только при идеальных связях.

Модели гироскопов и принципы их использования для организации движения

Рассмотрим подобную идеализированную модель движения двухмассовой системы, не в линейном движении как на рис. 2, а во вращательном движении (рис. 3).

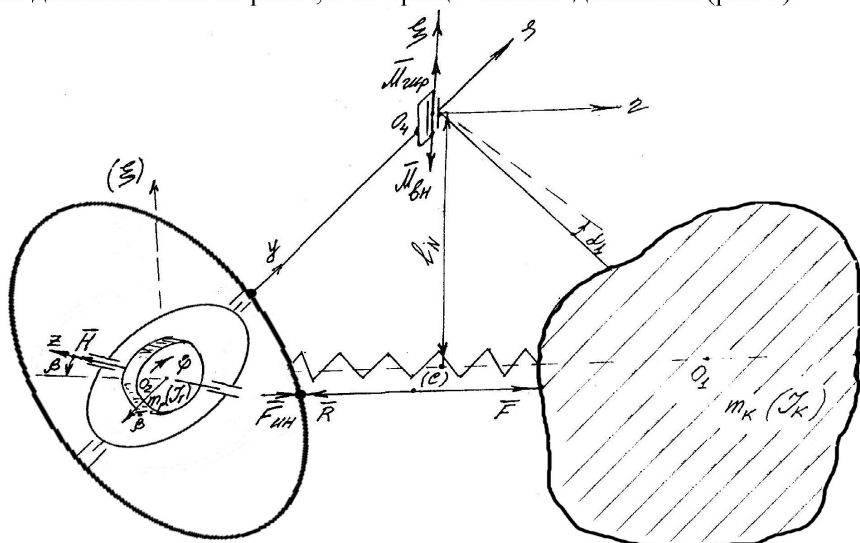


Рис. 3. Физическая схема двухмассового гироскопа.

Именно такая схема движения двухмассовой системы при «превращении» одной из масс во вращающийся маховик (трехстепенной гироскоп, укрепленный в кардановом подвесе) позволила в сочетании с рациональным управлением процессом «отталкивания» масс объекта от такого маховика (опоры) реализовать 4-ый способ построения автономного объекта для I-ого метода – «отталкивание» от динамической опоры в инерциальном пространстве (рис. 4) [8,11].

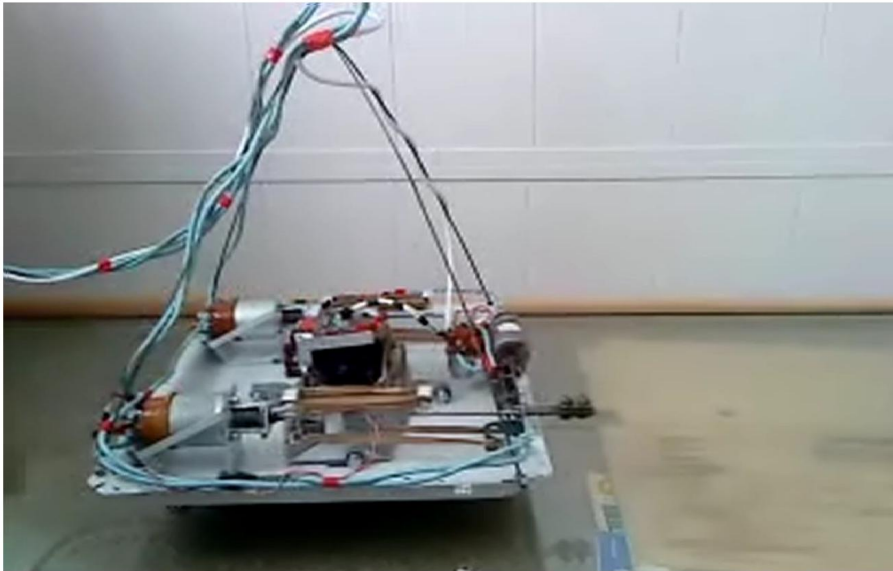


Рис. 4. Общий вид гиростата (разработка 2010г).

В этом случае уже нельзя как на схеме, соответствующей рис.2, обойтись двумерным (плоским) характером движения двух масс m_r (маховика-гироскопа) и m_k (корпуса объекта), т.к. необходимо показать еще движение (прецессию β) маховика в поперечной плоскости при силовом воздействии на маховик.

Тогда будем иметь два варианта.

1-ый вариант. Две простые массы m_r (точка O_2) и m_k (точка O_1), обладающие соответственно моментами инерции J_r и J_k относительно точки O_4 (оси $O_4\xi$) двигаются («отталкиваются») относительно друг друга в инерциальном пространстве под действием движителя – пружины ($F=R$). То есть маховик – гироскоп не раскручен в данном случае вокруг оси O_2z ($\dot{\phi}=0$; $H=J_z \cdot \dot{\phi}=0$). Здесь $\dot{\phi}$ – скорость вращения маховика; H – кинетический момент маховика.

В этом случае мы по сути, имеем такую же плоскую картину движения двух масс m_r и m_k (в плоскости $O_4\xi\eta$ или $O_1O_2O_4$), как и на рис.2, но вращающихся относительно точки O_4 .

По аналогии с предыдущим случаем, при прочих одинаковых условиях:

$$t = \tau; \quad t(0) = 0; \quad |\vec{R}| = |\vec{F}| = \text{Const} = |F|;$$

$$E_{\Pi} = A_r + A_k,$$

где: E_{Π} – энергия сжатой пружины – двигателя между массами m_r и m_k , развивающая усилия R и F ; A_r и A_k – работы, выполняемые силами пружин R и F , по перемещению масс m_r и m_k .

Для массы m_k : при $M_{en} = F \cdot l_N \approx \text{Const}$, т.е. при рассмотрении движения в ограниченной (линейной) зоне) имеем

$$\ddot{\alpha}_1 = \frac{M_{en}}{J_k} = \text{Const}, \quad (12)$$

где: $M_{\text{ен}}$ - момент, развиваемый двигателем – пружиной; $\ddot{\alpha}_1$ - угловое ускорение массы m_k .
 Тогда, при нулевых начальных условиях:

$$\alpha_1 = \int_0^{\tau} \int_0^{\tau} \ddot{\alpha}_1 dt dt = \ddot{\alpha}_1 \frac{\tau^2}{2} = \frac{M_{\text{ен}}}{J_k} \cdot \frac{\tau^2}{2}; \quad (13)$$

$$A_k = M_{\text{ен}} \cdot \alpha_1 = \frac{M_{\text{ен}}^2}{J_k} \frac{\tau^2}{2} = \frac{C_2}{J_k}. \quad (14)$$

Для массы m_r соответственно:

$$\ddot{\alpha}_r = \frac{M_{\text{ен}}}{J_r} = \text{Const}. \quad (15)$$

$$\alpha_r = \frac{M_{\text{ен}}}{J_r} \cdot \frac{\tau^2}{2}. \quad (16)$$

$$A_r = M_{\text{ен}} \cdot \alpha_r = \frac{M_{\text{ен}}^2}{J_r} \frac{\tau^2}{2} = \frac{C_2}{J_r}. \quad (17)$$

Тогда:

$$E_{\Pi} = A_r + A_k = \frac{C_2}{J_r} + \frac{C_2}{J_k}. \quad (18)$$

Таким образом, как и следовало ожидать, мы получили распределение энергии между массами обратно пропорциональное моментам инерции этих масс. Это аналог того, что при «линейном движении» распределение энергии было обратно пропорциональным величинам масс – см. выше формулу (10).

2-ой вариант. Все как и выше (в варианте 1), но маховик - гироскоп раскручен до номинального количества оборотов ($\dot{\phi} = \text{Const}$; $H = J_z \cdot \dot{\phi} = \text{Const}$).

Подчеркнем, что все время мы стараемся рассматривать идеальные схемы или приближенные к ним – с тем, чтобы не потерять основную идею работы.

Поскольку силовой привод (пружина-двигатель, соответствующая $F=R$) остается тем же, то выражения (12)-(14), полученные выше для массы m_k , остаются справедливыми.

В то же время для массы m_r – теперь вращающегося маховика (гироскопа), будем иметь иные выражения, чем ранее – см. формулы (15)–(17).

Уравнения движения гироскопа получены еще Даламбером и Эйлером, а в современном виде изложены, например, в классическом труде (книге) Е.Л. Николаи «Гироскоп в кардановом подвесе» [13].

А.Ю. Ишлинский [6] показал, что при рассмотрении «медленных» движений гироскопических систем в случае, если обеспечена их требуемая устойчивость, можно ограничиться рамками прецессионной теории.

Это позволяет упростить уравнения движения гироскопа, «убрав» в них второстепенные члены, связанные в основном с «быстрыми» – высокочастотными (нутационными) колебаниями маховика. Такое упрощение делает более обозримыми, понятными и решаемыми уравнения движения всей системы (объекта). Уравнения движения гироскопа тогда сводятся к так называемым техническим уравнениям движения.

Однако с другой стороны – это уравнения движения теоретически идеального быстровращающегося маховика (идеализированного трехстепенного гироскопа с большим кинетическим моментом – в пределе $H \rightarrow \infty$), что собственно и требуется. Эти уравнения становятся все более точными при высоком отношении кинетического момента (H) к общей массе гироскопа (m_r), характерному для современных механических гироскопов. При этом высо-

кочастотные колебания маховика не исчезают с ростом кинетического момента (на практике возмущаемый гироскоп без них не существует), но уменьшается влияние этих колебаний на «медленные» движения маховика (прецессию).

Отметим, что практически всегда имеют место некоторые уходы гироскопа от исходного (начального) положения оси вращения, однако при наличии соответствующих систем коррекции или кратковременности использования гироскопа они не принципиальны.

С учетом приведенных выше соображений уравнение движения гироскопа (маховика), к которому приложено силовое воздействие (M_{en}) только вокруг оси ξ (рис. 3) имеет вид:

$$M_{\text{en}} = \dot{\beta} H \cos \beta. \quad (19)$$

То есть вращающаяся с угловой скоростью $\dot{\phi}$ масса (m_r) в ответ на силовое воздействие ($M_{\text{en}} = R \cdot l_N$) движется (вращается - прецессирует) в поперечной плоскости ($\xi O_2 \eta$) с угловой скоростью $\dot{\beta}$. При этом ось узлов гироскопа ($O_2 y$) остается «неподвижной» в инерциальном пространстве (системе координат $\xi \eta \zeta$).

Правую часть уравнения (19) обычно обозначают как « $-M_{\text{зир}}$ » – это гироскопический момент.

Тогда:

$$\bar{M}_{\text{en}} = -\bar{M}_{\text{зир}}. \quad (20)$$

Уравнение (20) собственно и определяет эффект «внутренней опоры» о маховик (об инерциальное пространство), т.к. гироскопический момент ($M_{\text{зир}}$), порождаемый силами Кориолиса маховика (ротора) гироскопа, компенсирует (уравновешивает) воздействие (M_{en}) на гироскоп, создаваемое движителем – пружиной ($\bar{M}_{\text{en}} = \bar{R} \cdot l_N$).

С другой стороны (см. рис.3) выражение (20) можно записать как:

$$\bar{R} \cdot l_N = -\bar{F}_{\text{ин}} l_N.$$

Отсюда:

$$\bar{R} = -\bar{F}_{\text{ин}} \text{ и } \bar{R} + \bar{F}_{\text{ин}} = 0. \quad (21)$$

В результате сила движителя ($\bar{F}$), «освобожденная» от парной силы движителя $\bar{R}$ (см. рис.3) перемещает в инерциальном пространстве массу системы ($m = m_r + m_k$) - фактически общий центр масс «системы – объекта» (точка «С» на рис.3). Такое перемещение осуществляется в соответствии со II-ым законом И.Ньютона (6).

С учетом указанного фактора (отсутствием перемещения массы m_r в направлении действия силы $\bar{R}$ движителя объекта (рис.3)) работа пружины – движителя ($F=R$), произведенная на массе m_r , согласно формуле (9):

$$A_r = R \cdot 0 = 0. \quad (22)$$

Полученный результат вполне отвечает установившемуся классическому определению – работа гироскопических сил равна нулю [15].

Тогда, с учетом (14) и (22), энергия пружины – движителя распределится так:

$$E_{\Pi} = A_r + A_k = 0 + A_k.$$

Отсюда имеем:

$$E_{\Pi} \rightarrow A_k.$$

Таким образом, энергия движителя выделяется теперь в основном на массе m_k .

Обратим внимание на то, что в варианте 2 (при вращении массы m_r с угловой скоростью $\dot{\phi}$) энергия пружины - движителя E_{Π} выделяется на большей массе (в отличие от ва-

рианта 1). Иными словами маховик (масса m_t) при этом превращается в опору (динамическую опору, эквивалентную большой статической массе) для системы ($m = m_t + m_k$). Этот результат должен быть сравнен с тем, что мы получили для статической опоры (рис. 1, 2) и формулы (10), (11) при $m_2 \rightarrow \infty$.

Описанное движение (изменение скорости) центра масс объекта ($\frac{d\vec{V}}{dt}$) в инерциальном пространстве стало возможным в результате того, что на борту автономного объекта ($m = m_t + m_k$) удалось получить свободную действующую силу $\vec{F}$ (свободную от парной и равной ей по модулю парной силы движителя $\vec{R}$ – см. рис. 3). Сила же $\vec{R}$ движителя погасилась (компенсировалась) инерционной $\vec{F}_{ин}$ кориолисовой силой динамической опоры (маховика) $\vec{R} + \vec{F}_{ин} = 0$ см. рис. 3 и выражение (21).

Таким образом, мы получили результат для динамической опоры совершенно эквивалентный отталкиванию от статической опоры (рис.1), но, как уже было сказано, объект, использующий такую динамическую опору на борту, может двигаться в любой среде, в т.ч. в космическом пространстве, причем без потери массы (аналогично тому, что имеет место при реактивном движении [8, 11]).

Проведенный анализ автономных объектов с позиций законов И. Ньютона и закона сохранения энергии показывает принципиальную возможность создания автономного объекта по схеме двухмассового гиростата (рис. 3), т.е. объекта, на борту которого создается искусственная динамическая опора в инерциальном пространстве в виде маховика в кардановом подвесе. Эта опора будет уничтожать (компенсировать) одну из парных сил привода объекта, а образующаяся свободная сила привода будет подобно внешней силе перемещать весь объект, включая и саму искусственную опору.

Приведенное утверждение звучит непривычно (как разговор об НЛО), но такие объекты были автором статьи созданы и успешно испытаны [8,11]. Так еще в 2010г был создан беспилотный аппарат «Гиростат 2010» (рис. 4), а в феврале 2015г. был успешно испытан полноразмерный аппарат «Гиростат 2015» весом более 200кг, на котором может перемещаться человек.

Ознакомиться с конструкцией и увидеть аппараты «в действии» можно на сайте: <http://gyrostat2.webnode.ru/>. Там же представлена информация по некоторым специальным вопросам, связанным с конструированием таких устройств, а также оценены перспективы создания на основе описанного принципа наземных и космических транспортных средств.

Отметим, что указанные устройства могут успешно применяться и для учебных целей (прежде всего для изучения курсов теоретической и технической механики). При этом с учетом имеющихся тенденций компьютеризации образования в некоторых случаях вместо реальных конструкций в учебных целях могут быть использованы их компьютерные модели с динамическим отображением управляемых объектов. Представляется, что это может быть использовано и как способ «продвижения» разработок в различные сферы их потенциального применения.

Подчеркнем принципиальную разницу в создании устройств для демонстрации принципа движения и аппаратов для длительной эксплуатации в конкретных условиях. В частности это касается таких факторов: эксплуатационной надежности (длительности наработки на отказ); энергоэффективности (в практическом плане – коэффициента полезного действия); весовых характеристик; возможностей многократного использования объектов; вопросов обеспечения необходимых условий техники безопасности эксплуатации объектов и пр.

Специально отметим необходимость решения ряда проблемных вопросов по созданию искусственной опоры на борту обитаемого автономного объекта. Здесь гироскопом или

простым маховиком обойтись не удастся. Однако есть успешные разработки в этом направлении профессора Гулия Н.В. [3] – по созданию супермаховиков.

Необходимы также разработки соответствующих систем коррекции положения оси искусственной динамической опоры в пространстве, систем управления, энергообеспечения и жизнедеятельности персонала таких объектов. Представляется, что такие разработки должны опираться на современные датчики, микропроцессорную технику, автономные системы управления объектами – в т.ч. на основе существующих и перспективных систем автоматического управления с использованием «контуров» обратных связей.

Однако многие похожие сложные (проблемные) вопросы по мере развития авиации, подводного флота и космонавтики успешно решаются. Отметим, в частности, уже финансируемый российский проект по созданию космического ядерного буксира (о котором пишет М. Хмелев [18]) – такой проект с появлением нереактивного движителя становится в большей мере практически реализуемым.

Итак, сделаем выводы.

1. Предложенные схемы обеспечения движения опираются на известные физические законы, справедливость которых подтверждена в рамках теоретических разработок и различных экспериментов.

2. Предлагаемые схемы использования «нереактивных движителей» имеют ряд преимуществ по сравнению с реактивными.

3. Построенные экспериментальные модели устройств, показали принципиальную осуществимость схем движения, рассматриваемых в статье.

4. Для применения предложенных схем в конкретных случаях необходимы дополнительные разработки, учитывающие специфику предметных областей.

5. При использовании разработок в космических системах важное значение будут иметь вопросы получения энергии для организации движения за счет солнечного излучения, преобразования ее в механическую энергию.

Список литературы

1. Александров А. Кажущиеся очевидности и мнимые парадоксы //Изобретатель и рационализатор. - 1985. - № 7. – с. 20-21.
2. Арсеньев К. и тогда ты скажешь: эксперимент //Техника молодежи. – 1969.- № 6.- с. 18-19.
3. Гулия Н.В. Инерция – М.: Наука, 1982. –152. с.
4. Ежов А.Ф. Инерционный движитель /А.Ф. Ежов, Э.И. Линевиц // Новая энергетика. – 2004. - № 3. – с. 12-15.
5. Жилин П.А. Динамика гиростата на упругом основании/ П.А.Жилин, С.А. Сорокин //Дифференциальные уравнения и процессы управления. – 1997.- № 1, рег. № П23275 от 07.03.1997.
6. Ишлинский А.Ю. Механика гироскопических систем – М.: Академия наук СССР, 1963. – 483 .
7. Лежнин В.И., Каракашев В.А. Инерциальная бескарданная самоориентирующаяся навигационная система. Авт. свид. СССР № 131418 от 17.10.1977.
8. Лежнин В.И. Способ изменения скорости автономного объекта. Патент. заявка № RU 2011115428A от 19.04.2011.
9. Лежнин В.И. Методы и способы изменения скорости автономного объекта. Материалы международной научно-практической конференции «Интеграция науки и производства». Волгоград, ВГАУ, 2013. – т. 2. – с. 117-126.
10. Лежнин В.И., Зотов В.М. К вопросу о центре масс и инерции механической системы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gyrostat2.webnode.ru/> (март 2015).
11. Лежнин В.И. Гиромашина. Патент. Заявка РФ № 2015111734 от 31.03.2015.
12. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики /Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. - М.: Наука, 1983, т. II. – с. 640.
13. Николай Е.Л. Гироскоп в кардановом подвесе - М.: Наука, 1964. –136 с.

14. Ньютон И. Математические начала натуральной философии / В кн. Крылов А.Н. Собр. тр., т. 7, М. – Л., 1936.
15. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков - М.: Наука, 1970. – 448 с.
16. Узбек Е.К. Полурегулярные прецессии второго типа гиростата под действием потенциальных и гироскопических сил // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2006. - № 4. – с. 31-41.
17. Харламов М.П. Критические подсистемы гиростата Ковалевской // Нелинейная динамика. – 2007. – т. 3. - № 3. – с. 331-348.
18. Хмелев М. Трудная дорога в неизведанное. Россия определяет для себя новые цели в исследовании космического пространства // Гудок. – 2015. – 10 апр. – с. 1/2

References

1. Aleksandrov A. Kazhushhiesja ochevidnosti i mnimye paradoksy [ochevidnosti i mnimyye paradoksy] // Izobretatel' i racionalizator. - 1985. - № 7. – s. 20-21.
2. Arsen'ev K. i togda ty skazhesh': jeksperiment [... and then you say, experiment] // Tehnika molodezhi. – 1969.- № 6.- s. 18-19.
3. Gulia N.V. Inercija [inertia]– М.: Nauka, 1982. – s. 152.
4. Ezhov A.F. Inercionnyj dvizhiteľ [inertial Propulsion Device] /A.F. Ezhov, Je.I. Linevich // Novaja jenergetika. – 2004. - № 3. – s. 12-15.
5. Zhilin P.A. Dinamika girostata na uprugom osnovanii [Dynamics girostata on elastic foundation] / P.A.Zhilin, S.A. Sorokin // Differencial'nye uravnenija i processy upravlenija. – 1997.- № 1, reg. № P23275 ot 07.03.1997.
6. Ishlinskij A.Ju. Mehanika giroskopicheskikh sistem [Mechanics gyroscopic systems] – М.: Akademiya nauk SSSR, 1963. – s. 483.
7. Lezhnin V.I., Karakashev V.A. Inercial'naja beskardannaja samoorientirujushhajasja navigacionnaja sistema. [Strapdown inertial navigation system is self-orienting] Avt.ovid. SSSR № 131418 ot 17.10.1977.
8. Lezhnin V.I. Sposob izmenenija skorosti avtonomnogo ob#ekta. [Way to change the speed of an autonomous object] Patent. zayavka № RU 2011115428A ot 19.04.2011.
9. Lezhnin V.I. Metody i sposoby izmenenija skorosti avtonomnogo ob#ekta. [Methods and ways to change speed of an autonomous object] Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii “Integracija nauki i proizvodstva”. Volgograd, VGU, 2013. – t. 2. – s. 117-126.
10. Lezhnin V.I., Zotov V.M. K voprosu o centre mass i inercii mehanicheskoy sistemy. [On the question of the center of mass and inertia of the mechanical system] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://gyrostat2.webnode.ru/> (mart 2015).
11. Lezhnin V.I. Giromashina. [Giromashina] Patent.zayavka RF № 2015111734 ot 31.03.2015.
12. Lojcanskij L.G. Kurs teoreticheskoy mehaniki [Course of Theoretical Mechanics] /L.G. Lojcanskij, A.I. Lur'e. - М.: Nauka, 1983, t. II. – s. 640.
13. Nikolai E.L. Girokop v kardanovom podvесе [The gyroscope in gimbals] - М.: Nauka, 1964. – s. 136
14. N'juton I. Matematicheskie nachala natural'noj filosofii [Mathematical Principles of Natural Philosophy] / V kn. Krylov A.N. Sobr. tr., t. 7, М. – Л., 1936.
15. Ol'hovskij I.I. Kurs teoreticheskoy mehaniki dlja fizikov [Course of theoretical mechanics for physicists] - М.: Nauka, 1970. – s. – 448.
16. Uzbek E.K. Polureguljarnye precessii vtorogo tipa girostata pod dejstviem potencial'nyh i giroskopicheskikh sil [Semiregular precession of the second type girostata under the action of potential and gyroscopic forces] // Izvestija Rossijskoj akademii nauk. Mehanika tverdogo tela. – 2006. - № 4. – s. 31-41.
17. Harlamov M.P. Kriticheskie podsistemy girostata Kovalevskoj [Critical subsystems Kowalevski] // Nelinejnaja dinamika. – 2007. – t. 3. - № 3. – s. 331-348.
18. Hmelev M. Trudnaja doroga v neizvedannoe. [Uphill road in the unknown. Russia defines new goals in space exploration] Rossiya opredeljaet dlja sebja novye celi v issledovanii kosmicheskogo prostranstva / Mihail Hmelev // Gudok. – 2015. – 10 apr. – s. 1/2