Будується аналітична структура визначника напрямку на базі тривісного астатичного гіроскопа з двохканальною автокомпенсацією впливу зовнішніх чинників. Отримані співвідношення для визначення девіації осі фігури для перших двох наближень

Ключові слова: вільний гіроскоп, автокомпенсація впливу перешкод, напрямлений граф

Строится аналитическая структура указателя направления на базе трехосного астатического гироскопа с двухканальной автокомпенсацией влияния внешних помех. Получены соотношения для определения девиации оси фигуры в первых двух приближениях

Ключевые слова: свободный гироскоп, автокомпенсация влияния помех, направленный граф

The analytical structure of pointer of direction is built on the base of triaxial astatic gyroscope with twochannel autoindemnification of influence of external noises. Got correlation for determination of девиации of ax of figure in the first two approaching

Key words: free gyro, autokompensation of influence of obstacles, direction count

УДК 629.7.054

ИНЕРЦИАЛЬНЫЙ ПОСТРОИТЕЛЬ НАПРАВЛЕНИЯ С ДВУХКАНАЛЬНОЙ АВТОКОМПЕНСАЦИЕЙ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ПОМЕХ

В.Н. Мельник
Доктор технических наук, доцент*

В.В. Карачун
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой*

*Кафедра биотехники и инженерии
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
пр-т Победы, 37, г. Киев, Украина, 03056
Контактный тел.: (044) 454-94-51
E-mail: karachun 1@gala.net

1. Введение

Исследования относятся к области прикладной механики и посвящены изучению и аналитическому описанию повышения точности построения ориентирного направления в абсолютном пространстве. Средством повышения точности выбран двухканальный метод автокомпенсации влияния помех. Необходимость построения ориентирных направлений, либо систем координат, на летательных аппаратах неизменно актуальна и востребована.

В зависимости от построения ориентирных направлений на сухопутных, подводных, надводных, воздушных и космических аппаратах во многом зависят тактико-технические характеристики их функционирования при эксплуатационном использовании.

С другой стороны, количество технических и схемных решений путей повышения точности инерциальных указателей достаточно большое и выбор нужного очерчивается степенью массо-габаритных ограничений.

2. Анализ состояния проблемы и постановка задачи исследований

Трехстепенной свободный гироскоп – измеритель угла рыскания подвижного аппарата, имеет систематические уходы относительно осей подвеса гиромотора, обусловленные внутренними и внешними причинами. К первым можно отнести моменты дебаланса, моменты сил сухого трения, нутационные колебания, внутреннее трение в упругих элементах конструкции и др. [1, 2]. Ко вторым относятся различного рода внешние механические возмущения типа поступательной и угловой вибрации, качки и т.п., испытываемые гироскопическими устройствами со стороны основания, на котором они установлены [3, 4].

Для уменьшения уходов гироскопа могут быть использованы методы конструкторско-технологических решений или методы автокомпенсации. Эффективность трех известных методов автокомпенсации в условиях неподвижного основания подробно рассмотрена в работах [5, 6].

Проанализируем возможность уменьшения погрешностей трехстепенного гироскопа, обусловленных качкой объекта, методом двухканальности [7].

Реализация этого метода применительно к трехстепенному гироскопу выражается в использовании двух электрически связанных одинаковых гироскопов с противоположными направлениями вращения роторов [8]. В качестве выходного сигнала в этом случае используется полусумма углов поворота соответствующих осей гироскопов $\frac{1}{2}(\alpha_1+\alpha_2)$ и $\frac{1}{2}(\beta_1+\beta_2)$.

Помимо этого вводится взаимная коррекция приборов по сигналам, пропорциональным разности $(\alpha_1-\alpha_2)$ и $(\beta_1-\beta_2)$.

3. Аналитическая структура построителя ориентирного направления

Примем, что рамки и гиромоторы сбалансированными не только статически, но и динамически. Предположим также, что моменты сил сухого и вязкого трения в опорах гироскопов равны нулю. Вопрос влияния сил сухого трения на точность двухгироскопных систем рассмотрен, например, в работе [6].

Решения уравнений движения системы автокомпенсации ищем методом последовательных приближений. Тогда уравнения первого приближения можно записать в виде:

$$A_1(\beta_{01})p^2\alpha_{11}-H_1p\beta_{11}\cos\beta_{01}-k_{01}(\beta_{11}-\beta_{12})= \\ =\dot\omega_{2x}^{(1)}\left(I_x^{(11)}+I_z^{(12)}\right)\mathrm{tg}\beta_{01};$$

$$B_1p^2\beta_{11}+H_1p\alpha_{11}\cos\beta_{01}+k_{02}(\alpha_{11}-\alpha_{12})=0;$$

$$A_2(\beta_{02})p^2\alpha_{12}+H_2p\beta_{12}\cos\beta_{02}-k_{01}(\beta_{11}-\beta_{12})= \\ =\dot\omega_{2x}^{(1)}\left(I_x^{(21)}+I_z^{(22)}\right)\mathrm{tg}\beta_{02};$$

$$B_2p^2\beta_{12}-H_2p\alpha_{12}\cos\beta_{02}+k_{02}(\alpha_{11}-\alpha_{12})=0, \quad (1)$$

здесь I^{jk} $(j=1,2;\ k=1,2)$ – осевые моменты инерции, первый индекс – номер гироскопа, второй – рамки; $\vec H_1\approx-\vec H_2$.

Для составления передаточных функций воспользуемся методом направленных графов. Из (1) получаем выражения для вершин графа:

$$\beta_{11}=\frac{A_1(\beta_{01})p^2}{H_1p\cos\beta_{01}}\alpha_{11}-\frac{k_{01}(\beta_{11}-\beta_{12})}{H_1p\cos\beta_{01}}-\frac{C_1\mathrm{tg}\beta_{01}}{H_1p\cos\beta_{01}}\dot\omega_{2x}^{(1)};$$

$$\alpha_{11}=-\frac{B_1p^2}{H_1p\cos\beta_{01}}\beta_{11}-\frac{k_{02}(\alpha_{11}-\alpha_{12})}{H_1p\cos\beta_{01}};$$

$$\beta_{12}=-\frac{A_2(\beta_{02})p^2}{H_2p\cos\beta_{02}}\alpha_{12}+\frac{k_{01}(\beta_{11}-\beta_{12})}{H_2p\cos\beta_{02}}+\frac{C_2\mathrm{tg}\beta_{02}}{H_2p\cos\beta_{02}}\dot\omega_{2x}^{(1)};$$

$$\alpha_{12}=\frac{B_2p^2}{H_2p\cos\beta_{02}}\beta_{12}+\frac{k_{02}(\alpha_{11}-\alpha_{12})}{H_2p\cos\beta_{02}}. \quad (2)$$

В соответствии с полученными выражениями (2), строим граф. Отсюда определитель графа Δ примет вид:

$$\Delta=\frac{p^2}{H_1^2\cos^2\beta_{01}H_2^2\cos^2\beta_{02}\,p^4}\left(ap^6+bp^4+cp^3+dp^2+ep+f\right)= \\ =\frac{p^2}{H_1^2\cos^2\beta_{01}H_2^2\cos^2\beta_{02}\,p^4}\Delta_0. \quad (3)$$

Необходимое условие устойчивости схемы автокомпенсации, как видно, выполняется.

Считая $\dot\omega_{2x}^{(1)}$ источником графа, а сигналы β_{11}, β_{12}, $\alpha_1=\frac{1}{2}(\alpha_{11}+\alpha_{12})$ и $\beta_1=\frac{1}{2}(\beta_{11}+\beta_{12})$ – стоками, получаем:

$$\beta_{11}=W_{\beta_{11}}^{\dot\omega_{2x}^{(1)}}\dot\omega_{2x}^{(1)}=\frac{1}{\Delta_0}\Big\{-C_1\mathrm{tg}\beta_{01}(H_1p\cos\beta_{01}+k_{02})\times \\ \times\left[A_2(\beta_{02})B_2p^3+H_2^2p\cos^2\beta_{02}+k_{01}H_2\cos\beta_{02}\right]- \\ -C_1\mathrm{tg}\beta_{01}k_{02}H_1\cos\beta_{01}(H_2p\cos\beta_{02}+k_{01})+ \\ +C_2\mathrm{tg}\beta_{02}k_{02}A_1(\beta_{01})B_2p^3+k_{01}C_2\mathrm{tg}\beta_{02}\times \\ \times(H_1\cos\beta_{01}H_2\cos\beta_{02}\,p+k_{02}H_1\cos\beta_{01}+k_{02}H_2\cos\beta_{02})\Big\}\dot\omega_{2x}^{(1)};$$

$$\beta_{12}=W_{\beta_{12}}^{\dot\omega_{2x}^{(1)}}\dot\omega_{2x}^{(1)}=\frac{1}{\Delta_0}\Big\{C_2\mathrm{tg}\beta_{02}(H_2p\cos\beta_{02}+k_{02})\times \\ \times\left[A_1(\beta_{01})B_1p^3+H_1^2p\cos^2\beta_{01}+k_{01}H_1\cos\beta_{01}\right]+ \\ +C_2\mathrm{tg}\beta_{02}k_{02}H_2\cos\beta_{02}(H_1p\cos\beta_{01}+k_{01})- \\ -C_1\mathrm{tg}\beta_{01}k_{02}A_2(\beta_{02})B_1p^3-C_1k_{01}\mathrm{tg}\beta_{01}\times \\ \times(H_1\cos\beta_{01}H_2\cos\beta_{02}\,p+k_{02}H_1\cos\beta_{01}+k_{02}H_2\cos\beta_{02})\Big\}\dot\omega_{2x}^{(1)};$$

$$\alpha_1=W_{\alpha}^{\dot\omega_{2x}^{(1)}}\dot\omega_{2x}^{(1)}= \\ =\frac{1}{2\Delta_0}\Big\{B_1B_2\left[C_1A_2(\beta_{02})\mathrm{tg}\beta_{01}+C_2A_1(\beta_{01})\mathrm{tg}\beta_{02}\right]p^4+ \\ +B_1(H_2p\cos\beta_{02}+2k_{02})\times \\ \times\left[C_1\mathrm{tg}\beta_{01}(H_2p\cos\beta_{02}+k_{01})-k_{01}C_2\mathrm{tg}\beta_{02}\right]+ \\ +B_2(H_1p\cos\beta_{01}+2k_{02})\times \\ \times\left[-k_{01}C_1\mathrm{tg}\beta_{01}+C_2\mathrm{tg}\beta_{02}(H_1p\cos\beta_{01}+k_{01})\right]\Big\}\dot\omega_{2x}^{(1)};$$

$$\beta_1=\frac{1}{2\Delta_0}\Big\{(C_2\,\mathrm{tg}\beta_{02}-C_1\,\mathrm{tg}\beta_{01})(2k_{01}+k_{02})\times \\ \times H_1\cos\beta_{01}H_2p\cos\beta_{02}+ \\ +2k_{02}(H_1\cos\beta_{01}+H_2\cos\beta_{02})\Big]+k_{02}\left[C_2A_1(\beta_{01})B_2\mathrm{tg}\beta_{02}-\right. \\ -C_1A_2(\beta_{02})B_1\mathrm{tg}\beta_{01}]+C_2\mathrm{tg}\beta_{02}(H_2p\cos\beta_{02}+k_{02})\times \\ \times\left[A_1(\beta_{01})B_1p^2+H_1^2\cos^2\beta_{01}\right]p-C_1\mathrm{tg}\beta_{01}(H_1p\cos\beta_{01}+k_{02})\times \\ \times\left[A_2(\beta_{02})B_2p^2+H_2^2\cos^2\beta_{02}\right]p\Big\}. \quad (4)$$

Формулы (4) выражают зависимость между внешним возмущением $\dot\omega_{2x}^{(1)}$ и выходными величинами (в первом приближении).

Второе приближение. Уравнения второго приближения для системы автокомпенсации запишутся в виде:

$$A_1(\beta_{01})p^2\alpha_{21}-H_1p\beta_{21}\cos\beta_{01}-k_{01}(\beta_{21}-\beta_{22})=-M_{12};$$

$$B_1p^2\beta_{21}+H_1p\alpha_{21}\cos\beta_{01}+k_{02}(\alpha_{21}-\alpha_{22})=M_{11};$$

$$A_2(\beta_{02})p^2\alpha_{22}+H_2p\beta_{22}\cos\beta_{02}-k_{01}(\beta_{21}-\beta_{22})=-M_{22};$$

$$B_2p^2\beta_{22}-H_2p\alpha_{22}\cos\beta_{02}+k_{02}(\alpha_{21}-\alpha_{22})=M_{21}, \quad (5)$$

здесь

$$M_{12}=H_1\left(\beta_{11}\omega_{2y}^{(1)}\sin\beta_{01}+\alpha_{11}\omega_{2x}^{(1)}\cos\beta_{01}\right)+B_1\omega_{2x}^{(1)}p\beta_{11}- \\ -\frac{1}{2}R_1\omega_{2y}^{(1)}p\alpha_{11}\sin2\beta_{01}-D_1\omega_{2x}^{(1)}\omega_{2y}^{(1)};$$

$$M_{11}=H_1\left(\alpha_{11}\beta_{11}p\sin\beta_{01}-\beta_{11}\omega_{2x}^{(1)}\sec\beta_{01}\right)- \\ -\frac{1}{2}R_1\left[(p\alpha_{11})^2\sin2\beta_{01}-2\omega_{2x}^{(1)}p\alpha_{11}\right];$$

$$M_{22}=-H_2\left(\beta_{12}\omega_{2y}^{(1)}\sin\beta_{02}+\alpha_{12}\omega_{2x}^{(1)}\cos\beta_{02}\right)+B_2\omega_{2x}^{(1)}p\beta_{12}-$$

$$-\frac{1}{2}R_2\omega_{2y}^{(1)}p\alpha_{12}\sin 2\beta_{02}-D_2\omega_{2x}^{(1)}\omega_{2y}^{(1)};$$

$$M_{21}=-H_2\left(\alpha_{12}\beta_{12}p\sin\beta_{02}-\beta_{12}\omega_{2x}^{(1)}\sec\beta_{02}\right)-$$

$$-\frac{1}{2}R_2\left[\left(p\alpha_{12}\right)^2\sin 2\beta_{02}-2\omega_{2x}^{(1)}p\alpha_{12}\right];$$

$$D_i=I_x^{(2i)}+I_x^{(1i)}-I_y^{(2i)}. \qquad (6)$$

Первый индекс M_{ij} соответствует номеру гироскопа, второй – номеру рамки (1 – внутренняя рамка; 2 - наружная).

Из уравнений (5) получаем соотношения для вершин графа:

$$\beta_{21}=\frac{A_1(\beta_{01})p^2}{H_1p\cos\beta_{01}}\alpha_{21}-\frac{k_{01}(\beta_{21}-\beta_{22})}{H_1p\cos\beta_{01}}+\frac{M_{12}}{H_1p\cos\beta_{01}};$$

$$\alpha_{21}=-\frac{B_1p^2}{H_1p\cos\beta_{01}}\beta_{21}-\frac{k_{02}(\alpha_{21}-\alpha_{22})}{H_1p\cos\beta_{01}}+\frac{M_{11}}{H_1p\cos\beta_{01}};$$

$$\beta_{22}=-\frac{A_2(\beta_{02})p^2}{H_2p\cos\beta_{02}}\alpha_{22}+\frac{k_{01}(\beta_{21}-\beta_{22})}{H_2p\cos\beta_{02}}-\frac{M_{22}}{H_2p\cos\beta_{02}};$$

$$\alpha_{22}=\frac{B_2p^2}{H_2p\cos\beta_{02}}\beta_{22}+\frac{k_{02}(\alpha_{21}-\alpha_{22})}{H_2p\cos\beta_{02}}-\frac{M_{21}}{H_2p\cos\beta_{02}}. \qquad (7)$$

В соответствии с выражениями (7), строим граф для второго приближения. Определитель графа, как и для первого приближения, вычисляется по формуле (3). Установим передачи графа, считая M_{ij} источниками, а сигналы $\frac{1}{2}(\alpha_{21}+\alpha_{22})$ и $\frac{1}{2}(\beta_{21}+\beta_{22})-$ его стоками.

$$W_\beta^{M_{11}}=\frac{1}{2p^2\Delta_0}\left\{A_1(\beta_{01})p^2\left[A_2(\beta_{02})B_2p^4+(H_2p\cos\beta_{02}+k_{02})\times\right.\right.$$
$$\left.\left.\times(H_2p\cos\beta_{02}+2k_{01})\right]-k_{02}A_2(\beta_{02})p^2(H_1p\cos\beta_{01}+2k_{01})\right\};$$

$$W_\beta^{M_{21}}=\frac{1}{2p^2\Delta_0}\left\{-k_{02}A_1(\beta_{01})p^2(H_2p\cos\beta_{02}+2k_{01})+A_2(\beta_{02})p^2\times\right.$$
$$\left.\times\left[A_1(\beta_{01})B_1p^4+(H_1p\cos\beta_{01}+k_{02})(H_1p\cos\beta_{01}+2k_{01})\right]\right\};$$

$$W_\beta^{M_{12}}=\frac{1}{2p^2\Delta_0}\left\{(H_2p\cos\beta_{02}+2k_{01})\left[k_{02}H_1p\cos\beta_{01}+\right.\right.$$
$$\left.+H_2p\cos\beta_{02}(H_1p\cos\beta_{01}+k_{01})\right]+A_2(\beta_{02})p^2\times$$
$$\left.\times\left[B_2p^2(H_1p\cos\beta_{01}+k_{02})+k_{02}B_1p^2\right]\right\};$$

$$W_\beta^{M_{22}}=\frac{-1}{2p^2\Delta_0}\left\{(H_1p\cos\beta_{01}+2k_{01})\left[k_{02}H_2p\cos\beta_{02}+\right.\right.$$
$$\left.+H_1p\cos\beta_{01}(H_2p\cos\beta_{02}+k_{02})\right]+A_1(\beta_{01})p^2\times$$
$$\left.\times\left[B_1p^2(H_2p\cos\beta_{02}+k_{02})+k_{02}B_2p^2\right]\right\};$$

$$W_\alpha^{M_{11}}=\frac{1}{2p^2\Delta_0}\left\{(H_2p\cos\beta_{02}+2k_{02})\left[k_{01}H_1p\cos\beta_{01}+\right.\right.$$
$$\left.+H_2p\cos\beta_{02}(H_1p\cos\beta_{01}+k_{01})\right]+$$
$$\left.+B_2p^2\left[k_{01}A_1(\beta_{01})p^2+A_2(\beta_{02})p^2(H_1p\cos\beta_{01}+k_{01})\right]\right\};$$

$$W_\alpha^{M_{21}}=\frac{-1}{2p^2\Delta_0}\left\{(H_1p\cos\beta_{01}+2k_{02})\left[k_{01}H_2p\cos\beta_{02}+\right.\right.$$
$$\left.+H_1p\cos\beta_{01}(H_2p\cos\beta_{02}+k_{01})\right]+B_1p^2\times$$
$$\left.\times\left[A_1(\beta_{01})p^2(H_2p\cos\beta_{02}+k_{01})+k_{01}A_2(\beta_{02})p^2\right]\right\};$$

$$W_\alpha^{M_{12}}=\frac{1}{2p^2\Delta_0}\left\{-B_1p^2\left[A_2(\beta_{02})B_2p^4+(H_2p\cos\beta_{02}+k_{01})\times\right.\right.$$
$$\left.\left.\times(H_2p\cos\beta_{02}+2k_{02})\right]+k_{01}B_2p^2(H_1p\cos\beta_{01}+2k_{02})\right\};$$

$$W_\alpha^{M_{22}}=\frac{1}{2p^2\Delta_0}\left\{k_{01}B_1p^2(H_2p\cos\beta_{02}+2k_{02})-\right.$$
$$-B_2p^2\left[A_1(\beta_{01})B_1p^4+(H_1p\cos\beta_{01}+k_{01})\times\right.$$
$$\left.\left.\times(H_1p\cos\beta_{01}+2k_{02})\right]\right\}. \qquad (8)$$

В соответствии с топологическим законом передачи, получаем для второго приближения:

$$\beta_2=\frac{1}{2}(\beta_{21}+\beta_{22})=W_\beta^{M_{11}}M_{11}+$$
$$+W_\beta^{M_{21}}M_{21}+W_\beta^{M_{12}}M_{12}+W_\beta^{M_{22}}M_{22};$$

$$\alpha_2=\frac{1}{2}(\alpha_{21}+\alpha_{22})=W_\alpha^{M_{11}}M_{11}+$$
$$+W_\alpha^{M_{21}}M_{21}+W_\alpha^{M_{12}}M_{12}+W_\alpha^{M_{22}}M_{22}. \qquad (9)$$

Из уравнений первого приближения (1) углы α_{1i} и угловые скорости $\dot{\alpha}_{1i}$ ($i=1, 2$) выражаем через значения β_{1i} и, подставляя в (6), получаем формулы для определения M_{ij}. В свою очередь β_{1i} получаются в результате решения уравнений (4).

Проводя операцию осреднения по времени для левой и правой частей выражений (9), получаем формулы для определения систематических уходов $\langle\dot{\alpha}_2\rangle$ и $\langle\dot{\beta}_2\rangle$ гироскопа с автокомпенсацией влияния внешних помех при малых произвольных возмущениях основания. Проанализируем полученные результаты.

4. Выводы

Правые части выражений (4) и (9), как видно, не содержат величины ω_z (угловой скорости основания, параллельной осям наружных рамок гироскопов), из чего следует, что уходы прибора не зависят от характера внешних возмущений относительно осей наружных рамок. Это объясняется принятым ранее предположением отсутствия трения в опорах и, а в этом случае отсутствует и увлечение гироскопов основанием.

Следует заметить также, что если нет колебаний вокруг оси, перпендикулярной осям наружных рамок гироскопов (т.е. $\omega_{2x}=0$), то уходы также отсутствуют. Этот факт вполне понятен, так как в этом случае $\beta_{1i}=0$ и, соответственно, $\langle\dot{\beta}_2\rangle=\langle\dot{\alpha}_2\rangle=0$.

И, наконец, при взаимной перпендикулярности рамок гироскопов $(\beta_{oi}=0)$ система автокомпенсации позволяет исключить уходы прибора по обеим осям. В одногироскопном приборе, в этом случае, остается уход по оси внутренней рамки подвеса.

Следует обратить внимание на тот факт, что эффективность схемы двухканальной автокомпенсации влияния внешних возмущающих факторов, подтвержденная для условий низкочастотной качки, не проявляется в должной мере в условиях вибрирующего основания.

Литература

1. Magnus, K. Beitrage zur Dynamik des Kraftsfreien kardanisch gelagerten Kreisels. [Текст] / K. Magnus // Zeitschrift fur Angewandte Matematik und Mechanick. Ingenicur – wissenschaftliche Forschungsarbeinen, 1955. - Januar / Februar, Band 35, Heft 1/ 2, S. 23-24.
2. Ишлинский А.Ю. Механика гироскопических систем [Текст] / А.Ю. Ишлинский. – М.: Изд. НАН РФ, 1963. – 258 с.
3. Левенталь Е.Б. О некоторых явлениях трения при вибрациях и качаниях, влияющих на показания приборов [Текст] / Е.Б. Левенталь // Точная индустрия. – 1987. - №4, 5, 6.
4. Лестев А.М. О движении статически сбалансированного гироскопа в кардановом подвесе, установленного на вибрирующем основании [Текст] / А.М. Лестев // Изв. ВУЗов СССР, Приборостроение. – 1962. – Т.6, № 1. – С. 29-31.
5. Автокомпенсация инструментальных погрешностей гиросистем / [Текст]: монография / С.М. Зельдович, М.И. Малтинский, И.М. Окон, Я.Г. Остромухов. – Л.: Судостроение, 1976. – 255 с.
6. Демиденко В.П. Исследование влияния сил сухого трения на динамику одногироскопных и двухгироскопных чувствительных элементов [Текст] / В.П. Демиденко, А.А. Сенько // Анализ и синтез командно-измерительных приборов систем управления: Сб. научн. трудов. – М.: Мин. обороны СССР, 1972. – С. 49-53.
7. Петров Б.Н. Принцип инвариантности и условия его применения при расчете линейных и нелинейных систем [Текст]: сб. научн. тр. / Первый международный конгресс ИФАК по автоматическому управлению: Москва, 1961. – С. 111-119.
8. Одинцов А.А. Метод автокомпенсации влияния внешних помех, действующих на гироскопы и маятниковые акселерометры [Текст] / А.А. Одинцов // Автоматика и приборостроение. – 1973. – С. 87-94.

УДК 658:338

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІШЕНЬ В ПРОЕКТАХ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ

Д.М. Рославцев
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра транспортних систем і логістики
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61002
Контактний тел.: (057) 707-32-61, 063-271-30-81
E-mail: d_roslavcev@mail.ru

Визначено особливості застосування, недоліки та переваги використання методології проектного аналізу, математичного моделювання роботи логістичного ланцюга при оцінці ефективності впровадження проектів модернізації

Ключові слова: логістичний ланцюг, проекти модернізації, ефективність

Определены особенности применения, недостатки и преимущества использования методологии проектного анализа, математического моделирования работы логистической цепи при оценке эффективности внедрения проектов модернизации

Ключевые слова: логистическая цепь, проекты модернизации, эффективность

The application features, disadvantages and advantages using methodology of the design analysis, mathematical modeling of logistical circuit work at estimation of introduction efficiency of modernization projects are determined

Key words: logistical circuit, modernization projects, efficiency

1. Вступ

Сучасний рівень конкуренції на ринку споживчих товарів виводить питання ефективності функціонування логістичних ланцюгів до найважливіших (на основі [1-8]). Вищевизначене обумовлює практичний і теоретичний інтерес до питань оцінки ефективності проектних рішень в проектах удосконалення і модернізації логістичних ланцюгів.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання оцінки ефективності проектних рішень при модернізації логістичних систем і ланцюгів не є новими для науки, їхньому визначенню присвячено значна кількість робіт, серед яких можна виділити [1, 3-9] та інші. Залежно від масштабу, цілей і завдань заходів ефективність їх впровадження оцінюється з використанням різних критеріїв. На сьогоднішній день