

Посилання на статтю

Тесленко П.А. Аналитическое обоснование управляющего воздействия в проектах движения галсами / П.А. Тесленко // Управление проектами и развитие: Зб.наук.пр. - М.: изд-во ВНУ им. Даля, 2010. - № 2 (34). - С. 39-44. - Режим доступа: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/34/10tpapdg.pdf>

УДК 519.71:005.8

П.А. Тесленко

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ПРОЕКТАХ ДВИЖЕНИЯ ГАЛСАМИ

Представлено аналитическое решение задачи поиска управляющего воздействия в системах движущихся по галсообразной траектории. Выполнено обобщение материала для трансформации полученных результатов в предметную область управления проектами. Рис. 2, ист. 5.

Ключевые слова: управляющее воздействие, система "парусник", движение галсами, траектория движения.

П.О. Тесленко

АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КЕРУЮЧОГО ВПЛИВУ В ПРОЕКТАХ РУХУ ГАЛСАМИ

Представлено аналітичний розв'язок задачі пошуку керуючого впливу в системах, що рухаються за галсовою траєкторією. Виконано узагальнення матеріалу для трансформації отриманих результатів у предметну область управління проектами.

P.A. Teslenko

THE ANALYTICAL GROUND FOR CONTROLLING INFLUENCE IN TACK MOVING

Analytical decision of searching task for controlling influence in tack moving system is presented. Material is generalized on order to transform accumulated results into project management branch.

Постановка проблемы. Управление движением системы по ранее согласованной траектории требует выработки управляющих воздействий как реакции управляющей подсистемы на отклонения от плана. В терминах управления проектами говорят про управление изменениями. Опираясь на обоснованное подобие систем "проект" и "парусник" [1-3] предложенное Родни Тернером в [4], найдем составляющие управляющего воздействия в системе "парусник", для последующего обоснования и применения его в системе "проект".

Нерешенные части общей проблемы. К нерешенной части проблемы можно отнести количественный и качественный состав факторов образующих управляющее воздействие в системе "парусник", который движется по галсообразной траектории, а также трансформацию понятийного аппарата в предметную область проектного управления.

Целью данного исследования является вывод аналитических зависимостей управляющего воздействия от изменяемых составляющих системы "парусник".

Основная часть исследования. Управляющее воздействие в системе "парусник" формируется за счет поворота штурвала на определенный угол, поворота плоскости парусов по отношению к оси парусника, а также изменения эффективной площади парусов.

В рамках данного исследования мы предполагаем, что поворот штурвала прямо пропорционально повороту руля парусника, что в свою очередь приводит к изменению пространственной ориентации оси парусника. Это происходит до тех пор, пока ось судна не станет, как бы, продолжением руля при условии, что за время этого поворота не произойдут очередные изменения направления движения ветра. Если же направление движения воздушных масс со временем изменяется, тогда появляется потребность реагирования на это изменение за счет поворота парусов и (или) изменения величины S_n их площади.

Для вывода аналитических зависимостей зафиксируем основные орты и углы их определяющие. На рис. 1 в двумерной системе координат uOx обозначены четыре основные оси системы "парусник", и четыре основных угла которые будут приняты в расчетах.



Рис. 1. Основные оси и углы системы "парусник"

Ось центра масс парусника OM в данный момент времени находится под углом MOx к рассматриваемой системе координат. На указанной оси лежит одноименный орт – орт центра масс парусника. Ось парусника DM и одноименный орт, в данный момент времени находится под углом MDx к рассматриваемой системе координат. Аналогично определены параметры и характеристики осей паруса и силы ветра соответственно: ось CM , угол MCx и ось EM , угол MEx .

Мгновенную величину угла MDx между осью судна и осью Ox обозначим через φ . Аналогично мгновенное значение дополнения угла MEx до 180° , обозначим θ , а угла MCx через γ .

При движении парусника галсами величина γ угла MCx , имеет существенное значение. Именно за счет точного определения этой величины удастся двигаться к цели даже в том случае, когда движение происходит против направления движения ветра.

Для выработки управляющего воздействия интерес представляет зависимость γ от других параметров движения системы "парусник". Предварительный анализ выделенных углов, говорит о том, что движение галсами против ветра возможно не при любых значениях указанных углов. Чтобы в этом убедиться, рассмотрим следующие утверждения.

Утверждение 1. Движение парусника против ветра возможно тогда и только тогда, когда выполняются два условия:

а) дополнение θ , о котором сказано выше, не превосходит 90^0 ;

б) геометрическая проекция на ось судна, которая на рис. 2 обозначена символом \vec{a} , и ось судна сонаправлены.

По сути, это утверждение является известным из опыта управления движением парусников [5]. В данном контексте убедиться в его справедливости можно на основании следующих рассуждений.

Как видно из рис. 2, условие а) аналитически записывается в виде неравенства $0 < \theta < 90^0$. Нарушение этого условия означает, что направление движения воздушных масс способствует движению судна вперед, а не наоборот.

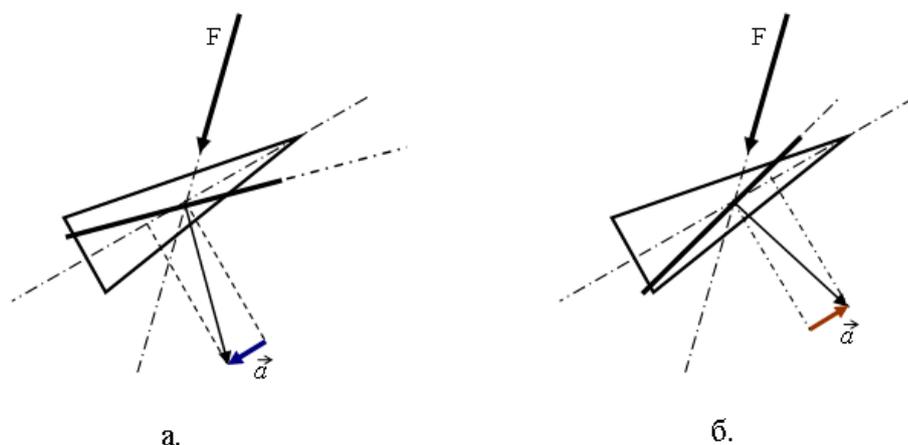


Рис. 2. Обоснование Утверждения 1

Отметим, что на рис. 2 схематично приведено взаимное расположение осей Ox , Oy выбранной системы координат, направления движения воздушных масс, расположения паруса и оси парусника. Здесь же приведено локальное разложение силы движения воздушных масс, действующих на парус, на параллельную и последовательную паруснику составные части в двух вариантах. В одном из этих вариантов угол между направлением ветра и парусом больше угла между направлением ветра и осью парусника, а во втором – меньше. Это и отражено условием а) Утверждения 1.

Для проверки второго условия на том же рис. 2 приведено изображение геометрической проекции \vec{a} на ось судна. Простое сравнение показывает, что сонаправленность проекции с осью парусника имеет место только во втором случае, что и подтверждает справедливость Утверждения 1. Логика более строгих рассуждений опущена в силу достаточности выше приведенного обоснования Утверждения 1.

Отметим, что второму случаю соответствует условие $\gamma - \varphi > 0$.

Продолжая использовать рис. 2 и учитывая варианты взаимного расположения между собой паруса, оси парусника и направления движения

воздушных масс, приходим к выводу о том, что движение против ветра возможно при выполнении двойного неравенства (1)

$$\varphi < \gamma < \theta. \quad (1)$$

Это неравенство логично рассматривать в качестве дополнения к Утверждению 1.

С практической точки зрения существенное значение имеет величина a вектора \vec{a} . Речь идет о том, что на практике требуется, чтобы парусник развивал максимально возможную скорость движения. Это возможно только в том случае, когда геометрическая проекция \vec{a} будет самой большой. Это наблюдение зафиксируем следующим утверждением.

Утверждение 2. При прочих равных условиях парусник развивает наибольшую скорость движения против ветра тогда и только тогда, когда величина \dot{a} вектора \vec{a} достигает максимума.

Содержательно это утверждение представляется очевидным и поэтому не требующим доказательства. Вместе с тем оно позволяет найти такую величину γ угла MCx , при котором выше выделенная геометрическая проекция имеет наибольшую длину. Таким образом следующим шагом в нахождении управляющего воздействия будет определение значения величины γ угла MCx . Для этого выразим проекцию \vec{a} , через величину F силы ветра, действующей на парус. Величину угла MCx найдем из уравнения (2)

$$\vec{a} = F \sin(\gamma - \theta) \sin(\varphi - \gamma) (\cos \varphi \cdot \vec{i} + \sin \varphi \cdot \vec{j}). \quad (2)$$

При фиксации величин φ, θ , длина искомого вектора будет наибольшей при условии, когда производная функции по параметру γ равняется нулю ($a' = 0$). Дифференцируя и преобразуя (2) получим выражение (3)

$$\cos(\gamma - \theta) \sin(\varphi - \gamma) - \sin(\gamma - \theta) \cos(\varphi - \gamma) = 0. \quad (3)$$

В силу неравенства (1) и по смыслу управления движением галсами аргументы тангенсов представляют собой острые углы. По этой причине последнее равенство возможно только при равенстве указанных аргументов. Приравнявая их, легко получить формулу

$$\gamma = 0,5(\varphi + \theta). \quad (4)$$

Для исследования экстремума функции, найдем вторую производную функции (4) в виде (5)

$$\ddot{a}'' = -2 \cos(2\gamma - \varphi - \theta). \quad (5)$$

Обычной подстановкой правой части в (4) в формулу (5) убеждаемся в том, что вторая производная в указанной точке отрицательна, что и подтверждает существование экстремума функции в точке (4).

Полученное равенство (4), по сути, является следствием Утверждения 2. Следствие. Величина a вектора \vec{a} достигает максимума при значении

величины γ угла MCx , определяемом формулой (4). Выше приведенные рассуждения обосновывают представленное следствие.

С практической точки зрения равенство (4) определяет наиболее подходящее положение паруса по отношению к оси Ox избранной системы координат. Вычитая с обеих частей равенства (4) величину φ угла MCx между осью Ox и осью парусника, получаем искомую величину угла между парусом и осью парусника

$$\gamma - \varphi = 0,5(\theta - \varphi). \quad (6)$$

Выражение (6) дает возможность уйти от измерения углов, образованные с осью Ox системы координат, а использовать к расчету углы между осями парусника. Анализ (6) показывает, что наиболее рациональным положением парусов является среднее значение между направлением движения ветра и осью парусника.

По сути, поставленная задача решена. Относительно третьей составляющей управляющего воздействия отметим, что ее решение зависит от ограничений на допустимую силу ветра. При этом допустимой считается такая сила ветра, при которой судно остается на плаву. Для того чтобы определиться с третьей составляющей векторной функции управляющих воздействий, необходимо знать величину F_o силы \vec{F}_o опрокидывания парусника под воздействием воздушных масс при неполном раскрытии парусов. В данной части исследований эта величина считается пропорциональной максимальной величине опрокидывания парусника, приходящейся на единицу площади парусов. При этом предполагается, что ее значение F_o^{\max} известно из опыта. В таком случае имеет место равенство

$$F_o = S_{pn} \cdot F_o^{\max}.$$

Как только величина F фактической силы \vec{F} движения воздушных масс становится известной, из последней формулы находится площадь парусов S_{pn} , что дает возможность принять решение о необходимости сворачивания парусов до указанной величины.

Выводы и перспектива дальнейших исследований. Выделенные факторы, образующие управляющее воздействие, позволили сформировать аналитические зависимости для системы "парусник". Показано, что управляющее воздействие определяется пространственным расположением парусов и их эффективной площадью, а также соотношением углов взаимного расположения парусника, ветра и штурвала. Полученные результаты в дальнейшем планируется трансформировать для системы управления проектами, на основе доказанного подобия двух систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тесленко П.А. Траектория развития проекта как организационно-технической системы в многомерном пространстве переменных / П.А. Тесленко, В.Д. Гогунский // Тези доповідей VI міжнародної конференції "Управління проектами у розвитку суспільства" // Відповідальний за випуск С.Д.Бушуєв. – К.: КНУБА, 2009. – С. 188-189.
2. Тесленко П.А. Модель управления движения галсами на основе закона Тернера-Руденко/ П.А.Тесленко // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – №2(30). – С. 113-118.

3. Тесленко П.А. Модель движения парусника галсами как обоснование закона Тернера-Руденко о развитии проектов / П.А. Тесленко, В.Д. Гогунский // Управління проектами: Стан та перспективи: Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції / Відповідальний за випуск К.В.Кошкін. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 52-53.
4. Тернер Дж. Родни. Руководство по проектно-ориентированному управлению / Родни Тернер / Пер. с англ. под. общ. ред. Воропаева В.И. – М.: Изд. дом Гребенщикова, 2007. – 552 с.
5. Слейт С. Все о парусном спорте / Стив Слейт / Пер. с англ. – М.: "Издательство Астрель", 2005. – 448 с.

Стаття надійшла до редакції 17.05.2010 р.