

Посилання на статтю

Тесленко П.А. Стратегия и тактика развития проектов на основе закона Тернера-Руденко / П.А. Тесленко // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – № 1(29). – С. 98-105. - Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/29/09tpaztr.pdf>

УДК 658:005.8

П.А. Тесленко

СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА РАЗВИТИЯ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ЗАКОНА ТЕРНЕРА-РУДЕНКО

Рассмотрено подобие траектории развития проекта и движения парусника галсами. Показана возможность построения гомоморфной модели проекта, используя инструменты нахождения траектории движения парусника. Рис. 3, ист. 4.

Ключевые слова: траектория развития проекта, движение парусника галсами, модель.

П.О. Тесленко

СТРАТЕГІЯ І ТАКТИКА РОЗВИТКУ ПРОЕКТІВ НА ОСНОВІ ЗАКОНУ ТЕРНЕРА-РУДЕНКА

Розглянуто подоби траєкторії розвитку проекту й руху вітрильника галсами. Показано можливість побудови гомоморфної моделі проекту, використовуючи інструменти знаходження траєкторії руху вітрильника.

P.O. Teslenko

THE STRATEGY AND TACTIC OF THE PROJECT DEVELOPMENT ON BASE OF TERNER-RUDENKO LAW

The project development and sailfish tack trajectories are shown as similar. It is shown possibility to build the homomorphous project model, using instruments to find sailfish motion trajectories.

Постановка проблеми и анализ нерешенных вопросов. Модель любого объекта, как известно, отображает оригинал в той его части, которая дает возможность изучать свойства объекта, важные для уяснения общих закономерностей и особенностей объекта. В данном исследовании в качестве модели траектории развития проекта в многомерном пространстве переменных рассматривается движение яхты галсами. Указанный способ движения в узком смысле соотносят с движением объектов водного транспорта, у которых отсутствует (либо он не используется) механический двигатель (внутреннего сгорания, электрический и т.п.), а перемещение осуществляется исключительно за счет воздействия ветра на паруса. При этом вектор приложенной силы ветра может быть направлен в сторону противоположную истинному курсу. Для применения способа движения галсами водный транспорт должен иметь специальную конструкцию [1]. Примером могут служить гоночные парусные яхты. Далее объекты водного транспорта будем называть парусниками.

Обычно модель разрабатывается для того, чтобы изучать особенности моделируемого объекта без привлечения последнего к этому изучению. С "Управління проектами та розвиток виробництва", 2009, № 1(29) 1

экономической точки зрения такой способ изучения объектов является выгодным, а в некоторых случаях – единственно возможным.

Модель, о которой идет речь, разработана, прежде всего, для целей моделирования указанного движения. Вместе с тем конечной **целью исследований** является создания модели и разработка рекомендаций для использования методов управления движением парусника как прототипа системы управления организационно-технической системой в предметной области управления проектами.

Основная часть исследования. Подобие траектории проекта и движения парусника. Рассмотрим подобие двух систем: проекта и парусника. Их идентификацию проведем с целью построения математического описания для траектории развития проекта от замысла до результата проекта [2] и траектории движения парусника от старта до финиша. Графически ход рассуждений представлен на рис. 1 в виде модели проектной деятельности основанной на декомпозиции траектории на галсы.

Проект как организационно-техническая система имеет вход и выход, который мы позиционируем как результат проекта, а также внешние воздействия и ресурсы (рис. 1-а). Там же графически представлен парусник как система.

Можем ли мы напрямую сравнивать эти две системы и говорить о их подобии? Наверное, нет. Хотя сразу же видны общие компоненты: старт и финиш систем, стратегия и тактика движения.

Для выявления подобия была выполнена декомпозиция систем до уровня процессов (рис. 1-б). Процесс, как известно, переводит систему из состояния A_i в состояние A_{i+1} , и в результате, интегральной характеристикой совокупности процессов является перевод системы из состояния замысла проекта в состояние продукта проекта. Движение парусника от старта А до финиша Б рассмотрим через процессы (галсы), которые переводят парусник из состояния с координатами (x_i, y_i) в состояние с координатами (x_{i+1}, y_{i+1}) . Таким образом, на уровне процессов мы можем утверждать о подобии двух систем. Поэтому, применяя известные подходы к нахождению траектории движения парусника, мы можем получить основанную на этом подобии модель развития проекта. При этом указанная модель будет обладать не только свойством существенности, мы получим практически изоморфную модель. Полному совпадению препятствуют различные физические сущности рассматриваемых систем.

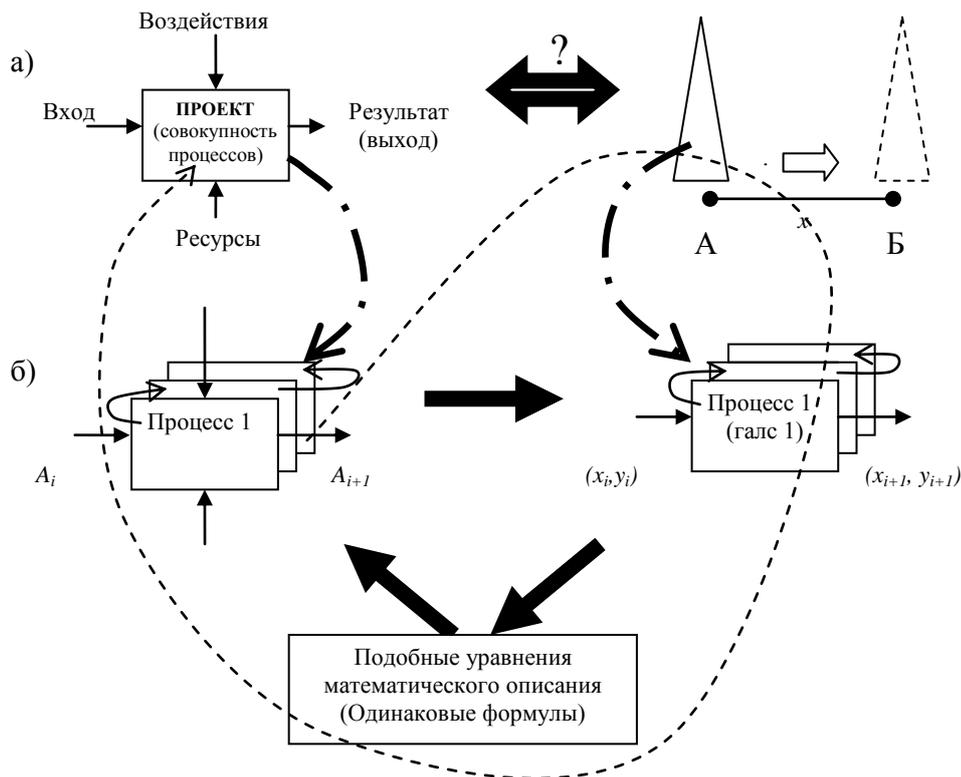


Рис. 1. Моделирование проектной деятельности на основе декомпозиции траектории на галсы

Описание и особенности движения галсами. О движении галсами принято говорить тогда, когда речь идет о перемещении парусника по поверхности воды из одного места его расположения к другому под воздействием силы ветра. Суть движения парусника галсами состоит в том, что траектория движения напоминает зигзагообразное движение относительно истинного курса парусника, где под истинным курсом понимается кратчайшая прямая между исходными координатами и точкой цели. В связи с тем, что в специальной литературе на избранную тему изобилует морская терминология, в дальнейшем при описании движения галсами используем ту ее часть, которая необходима для построения модели.

На рис.2 представлена схема возможных вариантов движения парусника относительно направления силы ветра. На этом же рисунке зафиксирована морская терминология, без которой мореплаватели не обходятся.

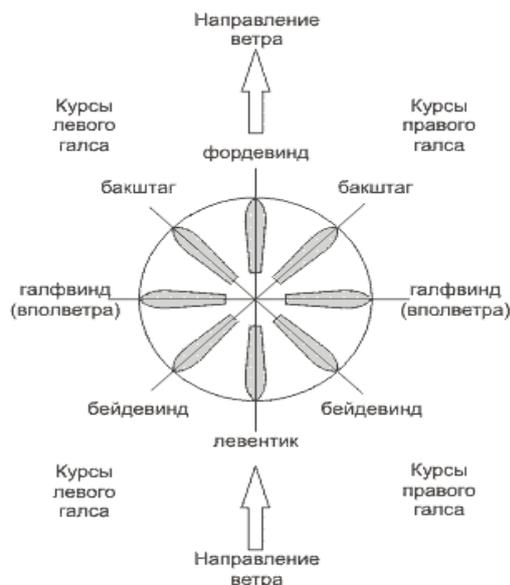


Рис.2. Схема расположения парусника по отношению к направлению ветра [1]

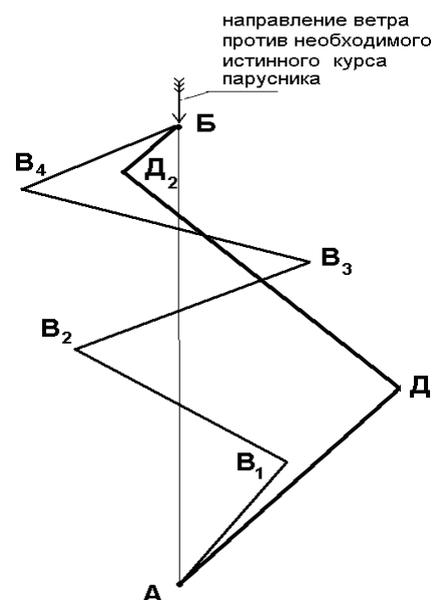


Рис.3. Схема движения парусника галсами

Курс парусного судна, при котором ветер дует в корму, называется «фордевинд». В случае, когда ветер дует сзади, но не точно в корму, называется «бакштаг» (правого галса и левого галса соответственно, в зависимости от направления). Курс, когда ветер дует точно сбоку, называется «галфвинд» (он же «вполветра»). Различают галфвинд правого и левого галса. «Бейдевиндом» называют курс, при котором ветер дует с передней полусферы. И снова, как и ранее, различают бейдевинд правого и левого галсов. И, наконец, курс, при котором ветер дует точно в нос, называется «левентик» [1].

На рис. 3 представлена схема движения парусника галсами, которое происходит от начальной точки А до конечной Б с заходом в одну или несколько промежуточных точек {V1, V2, V3, V4} или {D1, D2}, в которых осуществляется поворот. Количество поворотов может быть произвольным.

Указанные и прочие параметры отнесены к вопросам управления движением и с точки зрения системного подхода отнесены к начальным условиям, которые задаются управляющим.

Принимая во внимание то, что парусник принципиально не может двигаться против ветра курсом левентик, т.е. совершить перемещение согласно плана (цели) из точки А в точку Б по кратчайшей траектории, рассмотрим движение галсами, как единственно возможный способ достижения поставленной цели [3].

Достижение поставленной цели в условиях противодействия внешнему окружению роднит рассматриваемый способ движения парусника против ветра с траекторией развития проекта [2] в условиях турбулентного окружения. Признавая одной из основных характеристик вектора силы ветра – непостоянство его направления, можно говорить, что движение происходит на фоне случайных процессов изменения направления ветра, что приведет нас к стохастической модели движения. Однако для того чтобы прописать основные уравнения модели, вначале рассмотрим детерминированный случай, при котором примем постоянство направления вектора силы ветра как минимум на отрезках [A, V1], [V1, V2], [V2, V3], и т.д.

Приведенные данные о геометрии движения галсами дают возможность получить достаточно полное представление об особенностях движения парусника галсами. Однако для целей моделирования необходимо разобраться в силах, действующих на судно. Дело в том, что без учета этих силовых воздействия не удастся составить такую модель движения галсами, которая приспособлена к решению задач моделирования движения с расчетом на разработку предложений по созданию средств управления.

Описание движущих сил и их действие на объект. Сил, действующих на судно и заставляющих его перемещаться по воде в нужном направлении, достаточно много. С одной стороны на судно действует выталкивающая сила \vec{F}_1 воды, которая противодействует массе парусника. С другой стороны на судно действует сила \vec{F}_2 давления воздушной массы, которой противодействует судно в целом вместе с парусами. С третьей стороны движению парусника противодействует сила \vec{F}_3 сопротивления воды, которая появляется при смещении парусника в воде. Кроме этого на судно действует сила земного тяготения, которая определяется действием силы \vec{P} веса парусника вместе с его командой. Далее выделяются следующие силы воздействия на судно.

Силы \vec{F}_4 «трения» поверхности парусника и воды, поверхности парусника и воздушных масс, силы \vec{F}_5 , порожденные турбулентным движением воды в районе кормы, а также силы \vec{F}_6 , порожденные волнами и колебательными движениями парусника.

Все выше перечисленные силы действуют на судно комплексно да еще так, что часть из них временно уравниваются, а затем одна из противоположных сил становится преобладающей, что и заставляет судно делать сложные поступательно-колебательные, а также вращательные движения.

Внешнее проявление действия этих сил наблюдается сторонним наблюдателем, которому указанные силы неизвестны. Наблюдатель видит только последствия действия этих сил, которые выражаются в том, что парусник движется в одном из возможных направлений, приближаясь к цели. При этом движется не только в одном из направлений, а движется так, что стороннему наблюдателю заметны и повороты, и развороты, и наклоны составных частей парусника в ту или иную сторону. Здесь уместно сказать о размерности рассматриваемой системы. Перемещение парусника на плоскости — по водной поверхности — может быть описано в двумерной системе координат, что и будет предпринято ниже. Однако парусник совершает движения и в третьей плоскости, так называемое заваливание мачты, которое играет существенную роль в обеспечении движения галсами. Такая трехмерная модель более связана с вопросами управления движением, чем с построением модели движения и будет представлена в следующих публикациях.

С точки зрения стороннего наблюдателя силы, действующие на судно, не имеют никакого значения. Для него главным является обзриваемое им зрелище. Однако наблюдать зрелище — это одно, а разобраться в силовых воздействиях на судно и в причинах появления наблюдаемого зрелища — совсем другое. Именно это другое заставляет искать причинно-следственные связи взаимодействия сил, действующих на судно, с внешним проявлением этих действий. Именно это другое заставляет анализировать причинно-следственные

связи сначала с целью создания модели движения галсами, а затем и с целью создания системы управления парусником.

Между перечисленными силовыми воздействиями на парусное судно имеются достаточно сложные связи. Они имеются, например, потому, что между массой m_i парусника и массой m_a воды, которая вытесняется погруженной в воду частью парусника, имеет место равенство

$$m_i = m_a. \quad (1)$$

Необходимо отметить, что это условие должно учитываться на этапе разработки конструкции парусника и выборе конструкционных материалов. Кроме этого величина P силы \vec{P} веса парусника определяется равенством $P = m_i g$, а направление этой силы известно. Силе \vec{P} противодействует сила \vec{F}_1 . При этом должно быть выполненным равенство (2)

$$\vec{F}_1 + \vec{P} = 0. \quad (2)$$

В силу пространственного распределения массы парусника по той части пространства, которую оно занимает, последнее равенство следует считать всего лишь условием равновесия выделенных взаимодействующих сил.

Еще одним условием уравнивания взаимодействующих сил является равенство

$$\vec{F}_2 + \vec{F}_7 = 0. \quad (3)$$

Отметим, что второе слагаемое \vec{F}_7 представляет собой силу противодействия парусника ветру. Должно быть ясно, что это условие касается только надводной части парусника. Если же учесть подводную часть парусника, тогда логично зафиксировать еще одно условие уравнивания противодействующих «подводных» сил

$$\vec{F}_3 + \vec{F}_8 = 0. \quad (4)$$

Здесь второе слагаемое \vec{F}_8 представляет собой силу давления парусника на воду в сторону перемещения парусника в воде. Эта сила давления возрастает с увеличением скорости движения парусника и с увеличением площади килля, расположенного в воде и являющегося составной частью конструкции парусника.

Действие сил на судно является достаточно сложным. Вместе с тем ясно, что сила давления ветра на судно прямо пропорциональна площади S_n поверхности парусника, на которую действует масса воздуха во время своего перемещения, и величине давления \vec{D} воздушной массы, приходящейся на единицу поверхности.

Проявляется действие сил на судно перемещением парусника по воде, наклонами и поворотами парусника по отношению к поверхности воды, что и приходится видеть наблюдателю за движением парусника.

Базовые элементы модели движения галсами. Выше приведенная информационная конструкция движения галсами позволяет понять и осмыслить общую картину движения. Вместе с тем из приведенного описания нет возможности определить траекторию движения парусника галсами. В связи с такой ситуацией далее предполагается возможным траекторию движения приближенно описать уравнением вида

$$m_i \ddot{\vec{r}}(t) = \vec{F}(t; \vec{r}(t); \dot{\vec{r}}(t); par;), \quad (5)$$

где $\vec{r}(t)$ – радиус-вектор центра тяжести парусника;

\vec{F} – суммарная сила, действующая на парусник;

par – вектор параметрических характеристик парусника.

По своей сути уравнением (5) задается второй закон Ньютона в приложении к паруснику. При этом выбор начала отсчета вектора $\vec{r}(t)$ пока не оговаривается.

Суммарная сила \vec{F} , приведенная к центру масс парусника, не является точно известной. Вместе с тем нет никакого сомнения в том, что эта сила связана с ранее перечисленными силами и действующими на судно в разных направлениях. Вполне логично предположить, что она не зависит от вектора $\vec{r}(t)$, конец которого расположен в центре масс.

Для того чтобы получить конкретное уравнение траектории движения парусника, далее предполагается верной гипотеза о том, что сила \vec{F} имеет следующий вид

$$\vec{F} = -k_1 \dot{\vec{r}} + k_2 \vec{F}_9 + \vec{\xi}, \quad (6)$$

где \vec{F}_9 – составляющая силы давления ветра;

$\vec{\xi}$ – случайная векторная функция;

k_1, k_2 – коэффициенты пропорциональности определяемые опытным путем.

Отметим, что указанная сила линейно зависит от скорости движения парусника, от специальной составляющей \vec{F}_9 силы давления ветра на судно и от случайной векторной функции $\vec{\xi}$.

Правая часть равенства (6) содержит три слагаемые. Первое слагаемое отображает силу сопротивления движению парусника, которая противодействует его движению пропорционально скорости. Во втором слагаемом выделена составляющая силы воздействия воздушных масс на судно, которая вынуждает судно двигаться в избранном направлении. Она считается пропорциональной проекции на ось парусника сил давления воздушных масс на судно. Третье слагаемое отражает наличие случайных составляющих сил воздействия на судно.

Необходимо отметить, что величина силы \vec{F}_9 и ее направление напрямую зависят от угла поворота рулевого механизма, с помощью которого выставляется угол поворота исполнительного механизма.

Отсюда уравнение движения центра масс парусника приобретает вид

$$m_i \ddot{\vec{r}} = -k_1 \dot{\vec{r}} + k_2 \vec{F}_9 + \vec{\xi}. \quad (7)$$

Принимая во внимание оговоренную выше двумерную систему координат, описывающую движение парусника в горизонтальной плоскости, последнее векторное уравнение равносильно системе скалярных уравнений в проекциях на оси координат избранной системы. Преобразуя (7) путем деления обеих частей равенства на m_i получим

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= -a_1 \cdot \dot{x} + a_2 \cdot p_x + \xi_{1x}; \\ \ddot{y} &= -a_1 \cdot \dot{y} + a_2 \cdot p_y + \xi_{1y} \end{aligned} \quad (8)$$

где \ddot{x} , \ddot{y} , \dot{x} , \dot{y} – проекции производных вектора $\vec{r}(t)$ на соответствующие координатные оси;

$$a_1 = k_1 / m_n, \quad a_2 = k_2 / m_n;$$

p_x, p_y – проекции вектора силы \vec{F}_9 на соответствующие координатные оси;

$\xi_{1x,y} = \vec{\xi} / m_n$ – проекции вектора $\vec{\xi}$ на соответствующие координатные оси.

Теоретически коэффициенты \dot{a}_1, \dot{a}_2 являются зависящими от времени. Если же считать их постоянными величинами, тогда каждое из двух дифференциальных уравнений легко решается. В результате их решения [4] получается описание движения центра масс в зависимости от времени и от проекций сил на оси координат. При нулевых возмущениях движение осуществляется по закону

$$\begin{aligned} x(t) &= x(t_0) + \frac{1}{a_1} (\dot{x}(t_0) - \frac{a_2}{a_1} p_x) (1 - \exp(-a_1(t - t_0))) + \frac{a_2}{a_1} p_x (t - t_0); \\ y(t) &= y(t_0) + \frac{1}{a_1} \left(\dot{y}(t_0) - \frac{a_2}{a_1} p_y \right) (1 - \exp(-a_1(t - t_0))) + \frac{a_2}{a_1} p_y (t - t_0). \end{aligned} \quad (9)$$

Отсюда видно, что при постоянстве действующих на судно сил и отсутствии случайных возмущающих сил, закон движения определяется начальным положением центра масс, начальной скоростью движения и нелинейной зависимостью движения от параметров.

Система (7) позволяет имитировать движение парусника и находить время движения от одного поворота к другому при постоянных действиях сил. В других случаях имитация движения осуществляется путем решения системы дифференциальных уравнений (9).

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В статье впервые выполнена идентификация систем: проекта и парусника на основе их декомпозиции до уровня процессов. Это дало возможность утверждать о гомоморфности разработанной модели развития проекта на основе движения парусника галсами. Получены уравнения движения парусника от старта до финиша в двумерной системе координат, описывающих эту траекторию.

Дальнейшие исследования построения траектории движения системы (парусника либо организационно-технической системы) проводятся с учетом

добавления случайной компоненты в модель движения, а также получения трехмерной модели управления движением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яхтинг в Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа до журн.: www.stugna.kiev.ua.
2. Тесленко П.А. Траектория развития проекта как организационно-технической системы в многомерном пространстве переменных / П.А. Тесленко, В.Д. Гогунский // Тези доп. VI міжнар. конф. "Управління проектами у розвитку суспільства" // Відп. за випуск С.Д. Бушуєв. – К.: КНУБА, 2009. – С. 188-189.
3. Руденко С.В. Формулировка научного положения Тернера о развитии проектов в форме закона / С.В. Руденко // Тези доп. VI міжнар. конф. "Управління проектами у розвитку суспільства" // Відповідальний за випуск С.Д. Бушуєв. – К.: КНУБА, 2009. – С.161-163.
4. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Л.С. Понтрягин. – М.: Наука, Глав. ред. физ.мат. лит., 1965. – 332 с.

Стаття надійшла до редакції 16.02.2009 р.