

Посилання на статтю

Тесленко П.А. Управление по отклонениям организационно-технической системой в условиях возмущений / П.А. Тесленко // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2010. – № 3(35). – С. 41-47. - Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/35/10tpasuv.pdf>

УДК 979.14:005.8

П.А. Тесленко

УПРАВЛЕНИЕ ПО ОТКЛОНЕНИЯМ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Получена математическая модель управления движением галсами по отклонениям от заранее разработанной траектории движения в условиях гармонических возмущающих воздействий. Ист. 10.

Ключевые слова: траектория движения, оптимальное управление, управление по отклонениям, организационно-техническая система.

О.П. Тесленко

УПРАВЛІННЯ ЗА ВІДХИЛЕННЯМИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНОЮ СИСТЕМОЮ В УМОВАХ ЗБУРЮВАНЬ

Отримана математична модель управління рухом галсами за відхиленнями від розробленої траєкторії руху в умовах гармонічних впливів, що обурюють. Дж. 10.

P.A. Teslenko

ORGANIZATION-TECHNICAL SYSTEM MANAGEMENT BY DEVIATIONS CONSIDERING FLUCTUATIONS

Mathematical model of the movement by tacks management by deviations from designed trajectory in conditions of harmonic fluctuations is generated.

Постановка проблемы в общем виде. Проблема управления отклонениями при исполнении плановых заданий в управлении проектами в порождается значительным количеством непредвиденных обстоятельств, которые определяются не совпадением времени формирования и утверждения таких заданий, с временем их исполнения. К непредвиденным обстоятельствам могут относиться срывы с доставкой ресурсов, непредусмотренные договорными обязательствами, погодные условия, случайные поломки и другие явления. Не исключаются и другие помехи исполнению плановых заданий, которые, как правило, позиционируются проектными рисками.

Следует отметить, что принципы управления по отклонениям стали широко использоваться в технических системах начиная с середины прошлого века, что было обусловлено появлением соответствующего элементного обеспечения. Так, например, если в рамках управления технической подсистемой управляемой организационно-технической системы, речь идет об автоматизированном управлении движением механизмов или машин, тогда в

системе управления часто используются измерительные приборы и другие средства автоматизации управления. Каждый прибор и средство управления может нормально функционировать только в том случае, когда им созданы подходящие условия нормативного функционирования, которые могут быть охарактеризованы как условия с отсутствием отклонений. Как только нормативные условия функционирования средств автоматизации нарушаются, появляются отклонения от программы или плана и каждый из приборов может выйти из строя. Следствием выхода из строя одного или нескольких объектов технической подсистемы может быть стандартная череда событий — следствий наступления проектных рисков. Таким образом, можно утверждать, что вопросы, связанные с управлением по отклонениям техническими объектами, как в теоретической, так и практической областях решены на методологическом уровне в различных предметных областях.

Проблема управления по отклонениям связана с необходимостью сопоставления плана и факта его исполнения. Обнаружение отклонений от плана и принятия решения для ликвидации отклонений в режиме автоматического управления требует использования средств автоматического измерения отклонений с последующим преобразованием результатов измерения в сигналы воздействия на причины появления отклонений.

Для решения задач управления отклонениями используются различные подходы и методы. Среди них можно выделить методы моделирования движения машин и механизмов с целью выработки приемлемых решений, методы теории оптимального управления. При этом необходимо иметь в виду различные варианты постановки задач управления отклонениями. Это задачи управления в детерминированной постановке, задачи управления со случайными возмущающими воздействиями, задачи управления в условиях неопределенности, задачи управления в условиях нечетких данных.

Особенностью решения задач управления отклонениями в предметной области управления проектами заключается во взаимном влиянии организационной и технической подсистем друг на друга. С учетом сказанного становится понятным, что управление отклонениями представляет собой сложную задачу, для решения которой необходимы специальные исследования возможности, целесообразности и выгоды управления отклонениями управляемой организационно-технической системой [1].

В частности, не исключается возможность использования методов теории оптимального управления как на этапе разработки оптимального плана управления, так и на этапе поиска оптимальных законов регулирования отклонениями от заданной траектории движения системы.

Анализ предыдущих исследований и нерешенных частей проблемы.

Проблемы управления техническими и организационными (активными) системами по отклонениям исследовались специалистами по автоматизации управления процессами и системами в самых разных областях знаний. Этой проблематикой занимались Фалб и Атанс [2], Понтрягин [3], Бушуев [4] Новиков [5], Бурков [6] и другие исследователи.

Необходимо отметить, что в этих исследованиях главное внимание обращается на разработку задающих и контролирующих воздействий, на синтез средств автоматического реагирования на отклонения, на изучение закономерностей реагирования на возникающие возмущения исключительно на организационные либо на технические системы.

Выполненный анализ публикаций показал, что проблема управления отклонениями в условиях возмущений для комбинации и взаимного влияния организационных и технических систем остается не решенной. Результаты

представляемые в данной статье являются продолжением исследований управления организационно-технической системой на основе подобия с системой управления парусником, который движется галсами. Доказанное подобие систем, а также основанные на этом модели управления проектом прошли своеобразную эволюцию развития от математической модели до формализации управляющих воздействий и управления [7-9].

Разработанная в [10] модель управления по отклонениям, составлена в предположении отсутствия возмущающих воздействий. Вместе с тем известно, что при движении парусника, равно как и развитии проекта, на их движение влияет много случайных возмущений. Речь идет о том, что сила сопротивления и его направление не являются детерминированными величинами. Кроме того, не исключено разрушение технических средств, ослабление или разрушение организационных связей системы, а также риски ошибочного принятия решений руководителем.

Появление случайных возмущений может привести к различным непредсказуемым последствиям. Поэтому на этапе разработки системы управления движением галсами возникает потребность учета возможных последствий появления случайных возмущений.

Цель статьи заключается в исследовании влияния возмущений на управление движением галсами на основе измерения отклонений от ранее разработанного плана движения по оптимальной траектории.

Основная часть исследования. Процессы управления отклонениями в условиях возмущений или же без них, для технических подсистем ОТС, традиционно рассматриваются в плоскости систем управления автоматических, автоматизированных либо ручных. Постановка задачи синтеза системы управления движением парусника галсами приводится в данном исследовании с целью определения места и возможности управления движением системы на основании отклонений в условиях возмущений.

Используя информацию о парусниках и закономерностях их движения под воздействием воздушных масс необходимо определить такую функциональную зависимость $u(y)$ управляющего воздействия $u(\cdot)$ от величины $y=x-x_3$ отклонения фазовых координат x , x_3 выхода и входа, формирование и использование которой способно обеспечить реализацию следующих требований к системе S в целом и к ее функционированию.

1. Прежде всего, система S должна обладать свойством целостности и способности функционировать при движении парусника по спланированной траектории от начала и до завершения движения.

2. Движение парусника по заранее спланированной траектории должно осуществляться за счет воздействия на него внешних и внутренних движущих сил с учетом управления управляющей части системы, и реакции управляемой его части.

3. Действия управляющей части системы должны быть сориентированы на минимизацию выбранного показателя оптимальности управления движением парусника, что будет эквивалентным минимизации отклонений фактической траектории движения парусника от запланированной.

Представленные выше требования могут быть интерпретированы как план действий по разработке искомой системы управления. Уже самой постановкой задачи предусмотрен учет отклонений от заданной траектории движения парусника. Решая поставленные задачи, было получено следующее.

1. Уравнение движения центра масс парусника [9]

$$\ddot{\vec{r}}_{\delta} + k_1^n \cdot \dot{\vec{r}}_{\delta} = k_2^n \cdot \vec{u}_{\delta} + \vec{\xi}_{\delta}^1, \quad (1)$$

где \vec{r}_{δ} – вектор отклонений текущих координат от предварительно рассчитанной траектории движения парусника галсами;

\vec{u}_{δ} – вектор отклонений управляющего воздействия на парусник от предварительно рассчитанного программного управления движением парусника галсами;

k_1^i, k_2^i – коэффициенты пропорциональности, задаваемые типом судна, внешними условиями;

$\vec{\xi}_{\delta}^1$ – случайная векторная величина возмущающих воздействий на управляемый объект.

2. Галсообразная траектория движения центра масс, математическая модель которой представлена в [7].

3. Уравнение движения центра масс парусника в отклонениях от предварительно определенной галсообразной траектории представим в матричной форме для отражения специфики применения теории оптимального управления

$$\ddot{\vec{z}} + A \cdot \dot{\vec{z}} = B \cdot \vec{v} + \vec{\zeta}, \quad (2)$$

где $\vec{z} = (z_1; z_2; z_3; z_4)$ – четырехмерный вектор фазовых координат;

A, B – матрицы размерности $[4 \times 4]$;

$\vec{v} = (0; v_x; 0; v_y)$ – четырехмерный вектор управляющих воздействий;

$\vec{\zeta} = (0; \zeta_x; 0; \zeta_y)$ – четырехмерный вектор случайных возмущающих воздействий.

4. Уравнения линий переключения первой составляющей оптимального закона управления без учета возмущений:

$$z_1 = -\frac{z_2}{k_1^i k_2^i} + \text{sign}(z_2) \frac{1}{(k_1^i)^2} \ln\left(1 + \frac{k_1^i}{k_2^i} |z_2|\right) \quad i \delta e \quad k_1^i > 0, k_2^i > 0; \quad (3)$$

$$z_1 = -\frac{z_2}{k_1^i k_2^i} + \text{sign}(z_2) \frac{1}{(k_1^i)^2} \ln\left(1 + \frac{k_1^i |z_2|}{k_2^i + 2k_1^i \gamma |z_2|}\right),$$

где $\text{sign}(x)$ – стандартная функция;

γ – коэффициент, отражающий величину взвешивания двух показателей оптимальности закона управления – оптимального быстродействия и расхода энергии на реализацию управления.

5. Составляющая v_x оптимального закона управления движением судна \vec{v} , определяемого линиями переключения (2) без учета возмущающих воздействий.

Для второй составляющей v_y соответствующие уравнения аналогичны.

При наличии возмущений закон управления может стать не оптимальным. Поэтому далее была предпринята попытка получить модель управления движением галсами в условиях возмущений на основе измерения отклонений от ранее разработанной программы движения судна по оптимальной траектории.

Для этого было найдено решение уравнения в отклонениях (1) для первой пары параметров z_1, z_2 :

$$z_1(t) = z_{10} + \frac{1}{k_1^i} \left(z_{20} - \frac{k_2^i}{k_1^i} v_x \right) + \frac{k_2^i}{k_1^i} (t - t_0) - \frac{1}{k_1^i} \left(z_{20} - \frac{k_2^i}{k_1^i} v_x \right) \exp(-k_1^i (t - t_0)) + \int_{t_0}^t \exp(-k_1^i (t - t_0)) \int_{t_0}^t \zeta_x^1 \exp(k_1^i t) dt dt.$$

$$z_2(t) = \left(z_{20} - \frac{k_2^n}{k_1^n} v_x \right) \exp(-k_1^n (t - t_0)) + \frac{k_2^n}{k_1^n} v_x + \exp(-k_1^n (t - t_0)) \int_{t_0}^t \zeta_x^1 \exp(k_1^n t) dt.$$

Полученные формулы позволяют рассчитывать траекторию движения центра масс парусника в зависимости от возмущений, обозначенных символом ζ_x^1 . При этом имеются в виду различные возмущающие воздействия: периодические, случайные, типа "белый шум". В статье таким возмущающими воздействиями приняты гармонические колебания различной амплитуды A , и различной частоты ω_x .

Пусть возмущающее воздействие задается формулой

$$\zeta_x^1 = A \sin \omega_x t, \quad (4)$$

с постоянными амплитудой A и частотой ω_x . С помощью известных правил и методов интегрирования, были получены следующие зависимости отклонений от параметров t, z_{10}, z_{20}

$$z_1(t) = z_{10} + \frac{1}{k_1^i} \left(z_{20} - \frac{k_2^i}{k_1^i} v_x \right) + \frac{k_2^i}{k_1^i} (t - t_0) - \frac{1}{k_1^i} \left(z_{20} - \frac{k_2^i}{k_1^i} v_x \right) \exp(-k_1^i (t - t_0)) + A_x \exp(k_1^n t_0) \left(- \frac{k_1^n}{(k_1^n)^2 + (\omega_x)^2} \frac{1}{\omega_x} (\cos \omega_x t - \cos \omega_x t_0) - \frac{\omega_x}{(k_1^n)^2 + (\omega_x)^2} \cdot \frac{1}{\omega_x} (\sin \omega_x t - \sin \omega_x t_0) \right) + A_x \left(\frac{k_1^n}{(k_1^n)^2 + (\omega_x)^2} \sin \omega_x t_0 - \frac{\omega_x}{(k_1^n)^2 + (\omega_x)^2} \cos \omega_x t_0 \right) \cdot \frac{1}{k_1^n} \cdot (\exp(-k_1^n (t - 2t_0)) - \exp(k_1^n t_0)).$$

$$z_2(t) = (z_{20} - \frac{k_2^i}{k_1^i} v_{\delta}) \exp(-k_1^i (t - t_0)) + \frac{k_2^i}{k_1^i} v_{\delta} + \exp(-k_1^i (t - t_0)) \cdot$$

$$\cdot A_x \left(\frac{k_1^n}{(k_1^n)^2 + (\omega_x)^2} \sin \omega_x t - \frac{\omega_x}{(k_1^n)^2 + (\omega_x)^2} \cos \omega_x t \right) e^{k_1^n t} -$$

$$- A_x \left(\frac{k_1^n}{(k_1^n)^2 + (\omega_x)^2} \sin \omega_x t_0 - \frac{\omega_x}{(k_1^n)^2 + (\omega_x)^2} \cos \omega_x t_0 \right) e^{k_1^n t_0}.$$

Отметим, что в формулах символом t обозначено текущее время, а символом t_0 – начальный момент движения парусника при ненулевых отклонениях z_{10}, z_{20} .

Аналогичные формулы получаются и в том случае, когда на судно действует комбинация гармонических возмущающих воздействий типа (4). В этом случае записанные формулы усложняются. Однако методическая часть решения задачи моделирования управления движением галсами при наличии гармонических возмущений остается практически без изменений.

Совокупность представленных формульных зависимостей составляет модель управления в отклонениях при наличии гармонических возмущений.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. Полученные формулы представляют собой математическую модель управления движением парусника галсами по отклонениям от заранее разработанной программы движения в условиях гармонических возмущающих воздействий.

2. В силу завершенности модели ее можно использовать для выявления качества управления системой по описанному закону.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение закономерностей управления отклонениями в условиях возмущений различной природы. Следует отметить, что при случайном характере воздействий, разработанная модель напрямую использоваться не может. Это означает, что в указанных случаях возникает потребность использования других моделей управления отклонениями в условиях возмущений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тесленко П.А. Оптимальное управление организационно-техническими системами / П.А. Тесленко, В.Д. Гогунский // Тези доповідей VII міжнародної конференції "Управління проектами у розвитку суспільства" // Відповідальний за випуск С.Д.Бушуев. – К.: КНУБА, 2010. – С. 197-199.
2. Атанс М. Оптимальное управление / М. Атанс, П.Л. Фалб. Пер. с англ. Под. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.И. Топчиева. – М.: «Машиностроение», 1968. – 764 с.
3. Математическая теория оптимальных процесов / Л.С. Понтрягин, А.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. – М.: Физматгиз, 1961. – 391 с.
4. Бушуев С.Д. Автоматизированные системы управления строительством / С.Д. Бушуев, В.С. Михайлов, С.Д. Лянко. – К.: Будивэльнык, 1989. – 254с.
5. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами/ Д.А. Новиков. – М: МПСИ, 2005. – 584 с.
6. Бурков В.Н. Большие системы: моделирование организационных механизмов/ В.Н. Бурков, Б. Данев, А.К. Еналеев. – М.: Наука, 1989. – 245 с.
7. Тесленко П.А. Траектория развития проекта как организационно-технической системы в многомерном пространстве переменных / П.А. Тесленко, В.Д. Гогунский // Тези "Управління проектами та розвиток виробництва", 2010, № 3(35)

доповідей VI міжнародної конференції "Управління проектами у розвитку суспільства" // Відповідальний за випуск С.Д.Бушуєв. – К.: КНУБА, 2009. – С. 188-189.

8. 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.
9. Тесленко П.А. Составляющие и ограничения управления проектом по аналогии движения парусника галсами / П.А.Тесленко // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – №4(32).– С. 16-21.
10. Гогунский В.Д. Формирование функции управляющих воздействий системы управления проектами на основе подобия с системой движения галсами/ В.Д. Гогунский, П.А. Тесленко // Восточно-европейский журнал передовых технологий – Харьков, 2010. – № 1/3(43). – С. 22-24.

Стаття надійшла до редакції 09.08.2010 р.