

Модель определения периодичности контроля работ проекта

О. А. Коновалов, email: Oleg-070707@yandex.ru¹

В. Н. Забавников, email: zabavn@mail.ru¹

А. П. Чернышов, email: Cherntol19@yandex.ru¹

М. А. Тачаев, email: Mtach-99@yandex.ru¹

¹ ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия» (г. Воронеж)

***Аннотация.** В работе рассматривается подход к определению периодичности контроля сложных систем путем расстановок точек контроля. Предложенная модель позволяет руководителю проекта контролировать его на различных этапах реализации и принимать соответствующие решения о перераспределении ресурсов.*

***Ключевые слова:** контроль, работа, интенсивность, ресурсы, проект.*

Введение

Анализ известных методов, моделей и алгоритмов, на основе которых строятся системы связи и передачи информации, показывает, что точные эффективные методы распределительных задач получены только для ряда частных постановок [1].

Использование методов комбинаторного анализа приводит к перебору большого числа вариантов распределений ресурсов, и находит ограниченное применение для адаптивной корректировки планов в реальном режиме времени, а применение эвристических приемов приводит к потере управления уже на стадии планирования. Применение искусственных нейронных сетей для решения распределительных задач в системах связи, находит ограниченное использование на практике в силу достаточно большой вычислительной сложности решения нейрозадач [2].

Применение списочных (приоритетных) алгоритмов допустимо лишь при наличии очередности рутинных задач и малоэффективно в случае оперативного изменения плана в условиях неопределенности, обеспечивая при этом низкую адаптивность. Выбор состава распределяемых ресурсов, реализующих набор работ, является одной из наиболее сложных задач в проектировании систем связи.

В работе рассматривается задача распределения ограниченных ресурсов с постоянной и переменной интенсивностью выполнения работ в сложных системах.

1. Постановка задачи

Проектами называют процессы изменений, то есть неповторяющиеся процессы, требующие для своей реализации специальных методов управления [1]. Работы в проекте выполняются как последовательно, так и параллельно, причем между ними существуют зависимости по ресурсам. Технологическая зависимость между работами задается в виде сети.

Каждый проект описывается двумя характеристиками – объемом проекта $W_{np}^{ni} = W_{ni} = (W_{ni}(t), t_{ni})$ и зависимостью скорости реализации $w_{np}(t) = f_j(x_j(t))$ от количества ресурсов $x_j(t)$ в момент времени t . Моменты начала и завершения проекта связаны с его объемом при переменной интенсивности его выполнения следующим соотношением:

$$W_{np} = \int_0^t f_j[x_j(t)] dt, \quad (1)$$

В случае, когда работа выполняется с постоянной интенсивностью, то зависимость скорости реализации проекта $f_j(x_j(t))$ является вогнутой функцией и при равномерном уровне ресурсов задается как: $x_j(t) = x_j$, $j = \overline{1, n}$, $t \in [t_{нач}, t_{кон}]$. В частном случае величина $f_j(x_j(t))$, может задаваться, например, в виде: $x_j(t) = x_j^\gamma$, $0 < \gamma < 1$, $j = \overline{1, n}$ или $x_j(t) = x_j / (x_j + a)$, $j = \overline{1, n}$, а также другими функциями [3, 4].

Распределение ресурсов задается $w_{cp}(t)$ – средней интенсивностью выполнения работ. Принимая $W_{np}^{ni} = W_{np}^{ni}(t)$, получим:

$$W_{np}^{ni}(t) = \int_0^t w_{cp}(t) dt, \quad (2)$$

Зависимости между работами отображаются в виде сетевой модели (СМ). Продолжительность проекта при этом зависит от функций скорости выполнения проекта. Таким образом, следует распределить ресурсы так, чтобы проект был завершен за минимальное время. Рассмотрим задачу контроля хода работ при распределении ресурсов.

2. Задача контроля хода работ проекта

Пусть проект N состоит из набора работ, технологическая зависимость между которыми задается в виде сети; на реализацию

проектов выделены различные виды ресурсов S , R – множество работ многопроектной разработки, обеспечивающее выполнение всех проектов, которые определяются заранее заданным списком, P – множество всех исполнителей, M_j^{\max} – максимально возможное число составляющих единиц ресурса для выполнения j -ой работы, $j \in R$.

Для достижения цели проекта в системе должен быть выполнен требуемый объем работ за минимальное время. Будем считать, что каждая работа проекта характеризуется видом ресурса, которым она может быть выполнена в заданные сроки и производительностью исполнителей. Для того чтобы проект был выполнен в срок, необходимо контролировать ход выполнения работ. В случае, когда обнаруживается отставание от планируемого хода работ, руководитель должен принять решение о перераспределении исполнителей на более трудоемкие работы. Для этого требуется определить период контроля системы путем расстановкой точек через определенные промежутки времени:

$$t_k = K_{\text{нар}} \cdot \frac{((w_{\max} - \beta_{k-1}) \cdot t_{nl} - w_{\min} \cdot t_{k-1}) - (W_{nl}(t) - W(t_{k-1}))}{w_{\max} - w_{\min} - \beta_0} \quad (3)$$

где $K_{\text{нар}}$ – коэффициент параллельности работ; определяется из (5):

$$K_{\text{ПАР}} = \frac{\sum_{\gamma=1}^m D_{\gamma}}{L_{\text{кр}}}, \quad (4)$$

где $\sum_{\gamma=1}^m D_{\gamma}$ – продолжительность всех работ проекта;

$L_{\text{кр}}$ – длина критического пути СМ.

На рисунке представлена шкала времени контроля работ в соответствии с выполненными объемами работ [2].

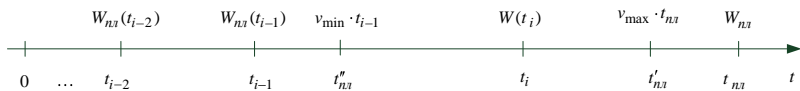


Рис. Шкала времени контроля работ

Коэффициент $\beta_k = \frac{W_{nl}(t) - W(t_{i-1})}{t_{nl} - t_{k-1}} - \frac{W(t_k)}{t_k}$ показывает скорость

отставания (или опережения) работ от средней скорости выполнения

проекта и обеспечивает непопадание системы в области, в которых она не сможет выполнить плановое задание. При этом принимается решение об увеличении или уменьшении периодов контроля проекта. Время t_{nl} – планируемое время завершения выполнения проекта. Этому периоду соответствует плановый объем проекта W_{nl} ; t_k – время k -го контроля, т.е. следующего периода контроля проекта. Этот период должен соответствовать объему работ проекта $w(t_k)$, т.е. в следующий период контроля. После этого контроля принимается решение об определении следующих периодов контроля выполнения работ проекта, чтобы выполнить все работы вовремя к моменту времени t_{nl} ; время t_{k-1} – время предыдущего ($k-1$) контроля выполнения проекта, т.е. текущее время выполнения проекта. Этот период соответствует фактически выполненному объему работ проекта $w(t_{k-1})$ на настоящий момент времени. После этого принимается решение о перераспределении ресурсов β_0 в зависимости от значения коэффициента β_k и определении следующего периода контроля t_k , чтобы выполнить все работы к моменту времени t_{nl} ; w_{\max} и w_{\min} – максимальная и минимальная интенсивности выполнения работ соответственно.

Если величину w_{\min} можно получить из выражения (4), то w_{\max} связана с плавной интенсивностью работ и находится из выражения:

$$w_{\max} = \frac{\mu - 1}{\mu} \cdot w_{\min} + \frac{w_{nl}}{\mu}, \quad (5)$$

где коэффициент $\mu = k + 1 \sqrt{1 - \frac{t_{nl} - \Delta_T}{t_{nl}}}$;

$w_{nl} = \frac{W_{nl}}{t_{nl}}$ – плановая интенсивность работ проекта;

Δ_T – точность задания планового срока выполнения работ в системе, $t_{nl} \pm \Delta_T$.

Таким образом, рассмотренный подход к контролю системы обеспечивают ее непопадание в области, в которых она не сможет выполнить плановое задание в срок. Индивидуальные же особенности выполнения работ при распределении ресурсов учитываются при поиске оптимального числа периодов контроля в проекте.

3. Функции зависимости скорости выполнения проекта

Для того чтобы проект был завершен за минимальное время рассмотрим подробнее функциональные зависимости скорости выполнения работ проекта от количества назначенных ресурсов.

Анализ графиков показывает, что наиболее лучшим образом описывается распределение ресурсов функциями зависимости вида $f_i(u_i) = u_i^\alpha$, при $0 < \alpha < 1$, $i = \overline{1, n}$ и $f_i(u_i) = au_i$.

Данные функции хорошо интерпретируют идеальную зависимость скорости выполнения проекта от назначенных ресурсов, но лишь для случая, когда назначено достаточно большое количество специалистов.

Рассмотрим еще одну функцию $f_i(u_i)$, с помощью которой возможно получить агрегированную модель, интерпретирующую идеальную зависимость скорости выполнения проекта от ресурсов.

Агрегированную интерпретацию функции рассмотрим в виде [3]:

$$f_i(u_i) = au_i^b \cdot e^{cu_i}, \quad (6)$$

где a , b и c – неизвестные коэффициенты.

Прологарифмировав (7) получим:

$$\ln f_i(u_i) = \ln a + b \ln u_i + cu_i, \quad (7)$$

С учетом того что время реализации проекта определяется как [4]

$$T_0 = \frac{W_1}{f_1(u_1)} + \frac{W_2}{f_2(u_2)} + \dots + \frac{W_n}{f_n(u_n)}, \text{ т.е. } T_0 = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{f_i(u_i)}, \quad (8)$$

то скорость реализации проекта в зависимости от назначенных ресурсов будет определяться по выражению

$$f_0(u_i) = \sum_{i=1}^n W_i / T_0, \quad (9)$$

Определив T и $f_i(u_i)$ для каждого u_i и решив соответственно систему логарифмических уравнений получим, неизвестные коэффициенты a , b и c для функции вида (7) будут найдены.

Идеальная же зависимость скорости выполнения проекта от назначенных ресурсов считается условной, в связи с тем, что на практике приходится учитывать, как уровень подготовки (квалификации) каждого специалиста при выполнении задач, так и его производительность в периоды вработываемости и спада в начале и в конце периодов рабочего дня соответственно.

Заключение

Таким образом, для каждой области использования при соответственном качестве работ и состояния ресурсов зависимость скорости выполнения проекта будет различной, а, следовательно, появляется необходимость в управляющих воздействиях и в выравнивании производительности ресурсов, либо привлечении дополнительных ресурсов. Рассмотренный подход контроля хода выполнения проекта путем расстановок точек контроля найдет применение при управлении и прогнозировании состояния инфокоммуникационных систем, организации строительства, ремонта и обслуживания сложных технических систем.

Список литературы

1. Бурков, В. Н. Модели и методы мультипроектного управления / В. Н. Бурков, О. Ф. Квон, Л. А. Цитович. – М. : ИПУ РАН, 1997. – 62 с.
2. Коновалов, О. А. Методы и модели оперативного управления распределением ресурсов : монография / О.А. Коновалов, Е.В. Коновальчук. – Германия: Palmirium Academic Publishing, 2019, 177 с.
3. Старцев, В. Н. Метод агрегирования последовательных операций с зависимостями вида $f_i u_i = au^b \cdot e^{cu}$ / В. Н. Старцев // Управление большими системами / Сборник трудов. – М. : ИПУ РАН, 2006. – Вып. 12-13. – С. 153-160.
4. Коновалов, О. А. Идеальное агрегирование комплекса операций в трехмерном фазовом пространстве при решении задач обслуживания техники / О. А. Коновалов, Е. В. Коновальчук, Д. Н. Ледовских, К. А. Мальков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. Воронеж, 2013. №1. С. 95-102.