

УДК 658.012.23:001.895

Ю.Н. Тесля, А.А. Белошицкий, Д.М. Безмогоричный

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев***КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ НА БАЗЕ РЕФЛЕКТОРНОГО АЛГОРИТМА**

Предложен комбинированный метод планирования деятельности высших учебных заведений, который базируется на объединении двух групп процессов: выстраивания технологической последовательности работ, учитывающей ресурсные ограничения, и распределение ресурсов одного вида по различным работам проекта.

Ключевые слова: управление проектами, планирование, проектная деятельность, операционная деятельность, рефлексорный алгоритм

Постановка проблемы

Деятельность учебных заведений характеризуется тем, что многие как проектные, так и операционные задачи могут решаться многими исполнителями. Поэтому задача планирования с одной стороны упрощается, а с другой стороны усложняется, поскольку требует еще и решения задачи оптимизации выбора конкретного ресурса для конкретного задания. Например – аудитории, преподавателя для лекции на потоке.

С учетом того, что высшие учебные заведения реализуют как проектную, так и операционную деятельность и оба вида деятельности требуют использования «своих» методов планирования, а также учитывая возможность использования многих ресурсов одного вида, необходима разработка комбинированного метода, направленного не просто на расчет сроков выполнения работ, но и на оптимальное распределение ресурсов одного вида по разным работам.

**Анализ основных
исследований и публикаций**

Исходя из сформулированной выше проблемы, выполнен анализ работ, посвященных вопросам управления проектами в образовательной сфере [1-3]. Из анализа следует, что повышение эффективности управления образовательной сферой невозможно без применения инструментов проектного менеджмента. А для этого необходима разработка ориентированных на образовательную сферу (точнее, на информационно-продуктовый характер проектов в этой сфере) научно-методических основ методологии управления образовательными проектами [4]. Актуальность этого вопроса подтверждается потребностью организаций образовательной сферы в

высокоэффективных инструментах планирования проектов.

Нерешенная ранее часть проблемы. Несмотря на полученные научные и практические результаты в сфере управления проектами, вопрос создания комбинированных методов планирования и распределения ресурсов по планируемым работам не нашел достаточного отражения в современных публикациях. Наличие нерешенной части проблемы в этой сфере выдвигает объективную потребность в разработке метода, обеспечивающего одновременное решение задач планирования и распределения ресурсов по планируемым работам.

Формулировка целей статьи

Целью статьи является разработка ориентированного на высшие учебные заведения комбинированного метода планирования работ и рационального распределения ресурсов одного вида по планируемым работам.

Основной материал исследований

Концептуальной основой проводимых исследований является представление о соответствии развития проектов образовательных сред движению их сущностей в некотором абстрактном пространстве, которое расширяется [5]. Такое пространство получило название проектно-векторного (ПВП) [5]. План проекта в рамках методологии проектно-векторного управления образовательными средами [5] – это траектории движения объектов и субъектов ПВП от начальной точки (проекта еще нет), до целевой (все, или почти все результаты получены). Задача расчета оптимальной траектории движения в ПВП состоит в наилучшем согласовании движения объектов и субъектов ПВП за счет оптимального распределения выделенных ресурсов на работы. Поэтому

необходимо разработать метод определения оптимальной (или рациональной) траектории движения к целевым точкам с учетом того, что среда проектов и операционной деятельности разная.

Основная идея разрабатываемого метода состоит в объединении в одном инструменте различных моделей планирования как проектной, так и операционной деятельности высших учебных заведений и методов распределения ресурсов одного вида по планируемым работам. Необходимость в такой интеграции vyplывает из разноплановости задач высших учебных заведений (организация учебного процесса, его планирование, расчет расписания, развитие и модернизации, внедрение современных образовательных концепций и т.д.), требующих применения разнообразных методов и средств планирования.

Рассмотрим входные данные, необходимые для планирования, а также основные инструменты планирования, которые могут использоваться в высших учебных заведениях.

Базовыми входными документами для планирования являются:

1. Приказ на инициацию проекта, определяющие директивные параметры его реализации.

2. Описание содержания проекта.

3. Перечень имеющихся материально-технических ресурсов, оборудования и их описание.

4. Рассчитанная производительность труда и структура трудовых ресурсов.

5. Финансово-отчетный документ (прайсы).

План проекта, отражающий оптимальную траекторию движения объектов и субъектов ПВП, разрабатывается с использованием инструментов планирования и утверждается командой проекта исходя из запланированных объемов работ, потребности в ресурсах и их стоимости, исполнителей, механизмов и сроков закупок с учетом выделенного финансирования. К таким распространенным инструментам планирования проектов можно отнести: метод критического пути; метод ПЕРТ; метод критических цепей; имитационные методы; вероятностные методы; MS Project; ПП Примавера; ПП Спайдер и др.

Анализ этих методов и средств показал, что они позволяют управлять сроками проектов образовательных сред, их стоимостью, интеграцией. За исключением тех работ информационно-продуктовых проектов, которыми менеджеры не управляют, а лишь администрируют. Например, получение разрешения на выполнение какого-то действия от государственных органов. Еще один недостаток связан с тем, что эти средства не позволяют эффективно управлять ресурсами

проектов и операционной деятельности, потому что задача планирования, решаемая этими инструментами, формулируется следующим образом. Основной атрибут планирования – работа. Формально она представляется следующим образом:

$$R = \{r_j\}, j = \overline{1, n_R};$$

$$r = \langle a, d, U^*, s, w \rangle,$$

где R – множество работ проекта или операционной деятельности;

r_j – работа;

a – название работы;

d – длительность работы;

U^* – ресурсы, необходимые для выполнения работ;

s – связи работы;

w – адрес работы в структуре работ.

Множество ресурсов для работы формируется из множества ресурсов высшего учебного заведения

$$U = \cup U_i : U_i = \{u_j^i\}, j = \overline{1, n_i},$$

где $U_i \subseteq U$ – подмножество ресурсов одного вида;

$$u_j^i \in U_i \quad \text{– ресурс вида } U_i \subseteq U.$$

В общем случае

$$U^* = \{u_{j_1}^{i_1}, u_{j_2}^{i_2}, \dots, u_{j_k}^{i_k}\}. \quad (1)$$

Каждый ресурс представим формальной пятеркой:

$$u = \langle b, e, o, z, w \rangle,$$

где b – название ресурса;

e – единица измерения;

o – объем ресурса;

z – стоимость ресурса;

w – содержание ресурса.

При подготовке плана определяются перечисленные параметры ресурсов. После чего выполняется расчет календарного плана таким образом, чтобы объем потребления ресурсов по ходу его выполнения не превосходил некоторое ограничение

$$\forall u_j, t_{\min} \leq t \leq t_{\max} : o_j(t) \leq O_j(t), \quad (2)$$

где $t_{\min}$ – момент начала действий по плану;

$t_{\max}$ – момент завершения действий по плану;

$o_j(t)$ - потребность в ресурсе u_j в момент времени t ;

$O_j(t)$ - доступное количество ресурса u_j в момент времени t .

Специфика деятельности высших учебных заведений состоит в том, что для выполнения работ выделяется достаточно много ресурсов одного вида. Т.е. если в классической задаче управления проектами, формула (1) отражает несовпадение необходимых видов ресурсов

$$\forall j \neq l : i_j \neq i_l,$$

то в задачах управления проектами и операционной деятельностью высших учебных заведений имеем другую связь индексов формулы (1)

$$\exists j \neq l : i_j = i_l.$$

Например: ресурс – лекционная аудитория. Есть множество аудиторий, в которых может читаться лекция по высшей математике.

Таким образом, к задаче планирования добавляется еще и задача распределения – подобрать на работы ресурсы каждого вида таким образом, чтобы проект удовлетворял ограничениям (2).

Авторами предлагается комбинированный метод планирования проектов и операционной деятельности высших учебных заведений, поэтапно решающий две эти задачи. Геометрически эту задачу можно представить матрицей учета параметров планирования (рис.1).

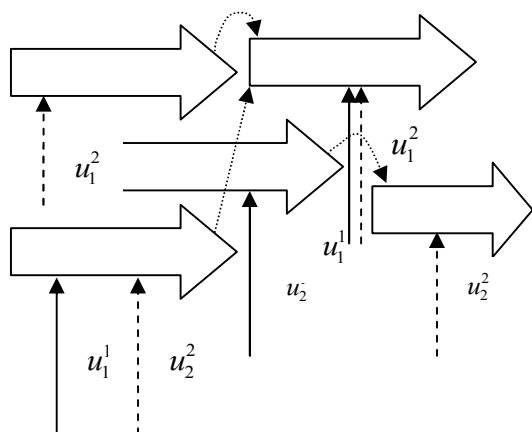


Рис.1. Представление комбинированной задачи планирования с распределением ресурсов по работам

Ресурсами высших учебных заведений могут быть: специалисты отделов и служб, преподаватели, аспиранты, студенты, аудитории, оборудование, материалы. Классической задачей, требующей использования эффективных методов планирования,

является задача расписания. Кроме того, в проектах высших учебных заведений зачастую ресурсом руководителей проектов выступают одни и те же подразделения, точнее их работники, формирующие требуемые в проекте документы. Для решения подобных задач одного метода критического пути мало. Он не разрабатывался под задачу распределения.

Большинство операционных задач высших учебных заведений также являются задачами, требующими эффективного распределения ресурсов. С другой стороны методы динамического программирования, которые могли бы решить задачу распределения ресурсов, не позволяют отражать технологические и ресурсные зависимости между работами. Очень хорошо бы справился с этой задачей метод критических цепей. Но есть одно «Но». Практически во всех проектах образовательных сред появляются задачи, которые называются повторяющимися. Например – совещание каждый понедельник. Или. Лекция – вторая пара вторника. Повторяющаяся задача выполняется периодически, на каждое выполнение требует определенных ресурсов. Но в остальное время она не выполняется, и не требует этих ресурсов. Поскольку отношение времени занятости и незанятости ресурсов на повторяющихся задачах (работах) является числом, намного меньшим единицы, то использовать метод критических цепей для ее решения не представляется возможным.

Поэтому авторами предложено использовать комбинированный подход к планированию проектов и операционной деятельности высших учебных заведений, который базируется на пересечении двух групп процессов: выстраивания технологической последовательности работ, в отличие от классического метода критического пути, учитывающий ресурсные ограничения, и распределение ресурсов одного вида по различным работам проекта. В первой части метода используется календарно-сетевое планирование. Во второй – имитационное, базирующееся на поиске лучших вариантов распределения ресурсов. В основе его будет лежать рефлекторный алгоритм, изложенный в работе [6].

Комбинированный метод планирования проектов и операционной деятельности высших учебных заведений реализуется по следующей схеме:

1. Расчет ранних и поздних сроков выполнения работ без учета распределения ресурсов выполняется с использованием метода критического пути.

2. Случайное назначение на работы ресурса требуемого вида. Т.е. из каждого вида ресурсов выбирается один и назначается на все работы, в которых нужен именно этот вид ресурсов.

Вероятность выбора ресурса каждого вида рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned} 1. \forall \rho_i^k > 0, \rho_j^k > 0: p_i^k &= \frac{\rho_i^k}{\sum_j \rho_j^k}, \text{ если } \exists \rho_j^k > 0; \\ 2. \forall \rho_i^k < 0, \rho_j^k < 0: p_i^k &= \frac{\sum_j \rho_j^k - \rho_i^k}{\sum_j \rho_j^k}, \text{ если } \forall \rho_j^k < 0; \end{aligned} \quad (3)$$

$$3. p_i^k = 0,5, \text{ если } \forall \rho_i^k = 0,$$

где p_i^k - вероятность выбора ресурса u_i^k вида $U_k \subseteq U$;

ρ_i^k - приоритетность ресурса вида $U_k \subseteq U$.

3. Расчет загрузки ресурсов. Если конфликта ресурсов нет – завершение планирования. Переход к п.9.

4. Выбор дополнительного ресурса того вида, к которому относится ресурс, не удовлетворяющий ограничениям. Вероятность выбора рассчитывается по формуле (3). Если такой ресурс есть, то замена старого ресурса на выбранный на одной из работ. Если такого ресурса нет – переход к п.7.

Запоминание выбранного ресурса.

Выбор работы, на которой осуществляется замена ресурса, выполняется в соответствии с вероятностью, рассчитываемой по формуле

$$\begin{aligned} 1. \forall \rho_i^r > 0, \rho_j^r > 0: p_i^r &= \frac{\rho_i^r}{\sum_j \rho_j^r}, \text{ если } \exists \rho_j^r > 0; \\ 2. \forall \rho_i^r < 0, \rho_j^r < 0: p_i^r &= \frac{\sum_j \rho_j^r - \rho_i^r}{\sum_j \rho_j^r}, \text{ если } \forall \rho_j^r < 0; \end{aligned} \quad (4)$$

$$3. p_i^r = 0,5, \text{ если } \forall \rho_i^r = 0,$$

где p_i^r - вероятность выбора работы R_i ;

ρ_i^r - приоритетность работы R_i .

Запоминание выбранной работы.

5. Расчет загрузки ресурсов. Если конфликт ресурсов ликвидирован – переход к п.9.

6. Если есть отрезки времени, на которых первый ресурс не удовлетворяет ограничениям, а суммарная загрузка первого и нового ресурса удовлетворяет ограничениям – замена первого ресурса на новый на работах, выполняемых в этот период. Если конфликт ресурсов ликвидирован – завершение планирования. Иначе - переход к п.4.

7. Выбор ресурса, не удовлетворяющего ограничениям. Вероятность выбора ресурса рассчитывается по формуле (3). Смещение во времени работ, создающих конфликт ресурса.

8. Если конфликт ресурсов не ликвидирован – переход к п.7.

9. Преобразование сроков выполнения проекта и характеристик распределения ресурсов в общую оценку рассчитанного плана работ осуществляется с использованием рефлекторного алгоритма [6]. Идея этого алгоритма в следующем.

Если полученный вариант плана, исходя из заданных критериев оптимизации, удовлетворяет планировщика (или он просто лучше предыдущего), то вырабатывается реакция, соответствующая принятию такого варианта плана. При этом в качестве входных воздействий, приведших к положительной реакции, выступают выбранные для распределения ресурсы, а также работы, по которым осуществлялось это распределение. Точно также ведется учет воздействий, приведших к отрицательному результату. Тогда, формально, приоритет ресурсов и работ может отражать определенность ситуации, связанной с данным выбором (насколько определен выбор). И его можно получить из формулы [6]:

$$\rho_i^k = \pm 0,5 \cdot \sqrt{\frac{n_i^+ + 1}{n_i^- + 1} + \frac{n_i^- + 1}{n_i^+ + 1}} - 2,$$

где n_i^+ - оценка положительно подкрепленных вариантов плана, полученных при выборе ресурса u_i ;

n_i^- - оценка отрицательно подкрепленных вариантов плана, полученных при выборе ресурса u_i .

Знак приоритета ресурсов определяется из соотношения

$$\rho_i^k \geq 0 \text{ если } n_i^+ \geq n_i^-;$$

$$\rho_i^k < 0 \text{ если } n_i^+ < n_i^-$$

$$\rho_i^r = \pm 0,5 \cdot \sqrt{\frac{m_i^+ + 1}{m_i^- + 1} + \frac{m_i^- + 1}{m_i^+ + 1}} - 2,$$

где m_i^+ - оценка положительно подкрепленных вариантов плана, полученных при выборе работы r_i ;

m_i^- - оценка отрицательно подкрепленных вариантов плана, полученных при выборе работы r_i .

Знак приоритета работы определяется из соотношения

$$\rho_i^r \geq 0 \text{ если } m_i^+ \geq m_i^-;$$

$$\rho_i^r < 0 \text{ если } m_i^+ < m_i^-.$$

Оценка положительно/отрицательно подкрепленных вариантов плана, полученных при выборе ресурса/работы базируется на «запоминании» (см. п.4) ресурсов и работ, выбранных при расчете очередного варианта плана. Приращение оценки может осуществляться исходя из удовлетворенности/неудовлетворенности рассчитанным вариантом плана, или из формальных

критериев – длительность проекта, или распределение его стоимости во времени.

10. Если результат не удовлетворяет – продолжить поиск лучшего варианта, начиная с п.2.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Предложен комбинированный метод планирования проектов и операционной деятельности высших учебных заведений, который базируется на объединении двух групп процессов: выстраивания технологической последовательности работ, в отличие от классического метода критического пути, учитывающего ресурсные ограничения, и распределение ресурсов одного вида по различным работам плана. Дана геометрическая интерпретация этой задачи.

В перспективе будет выполнена разработка инструментальных средств, базирующихся на предложенном комбинированном методе планирования деятельности высших учебных заведений.

Список литературы

1. Коляда О.П. Проектно-ориентированная формализация стратегического компонента функциональной деятельности высшего учебного заведения О.П. Коляда// *Управління проектами та розвиток виробництва. Збірник наукових праць* -№3 (27)-2008. - С.81-87.
2. Рач В.А. Проектно-орієнтовані моделі управління та оцінки діяльності вищих навчальних закладів В.А. Рач, А.Ю. Борзенко-Мірошніченко// *Управління проектами та розвиток виробництва. Збірник наукових праць* -№1 (29)-2009. - С.81-89.
3. Тесля Ю.М. Модель мультипроекту модернізації системи управління якістю підготовки спеціалістів в ВНЗ всіх видів акредитації/ Ю.М. Тесля, І.О. Потай// *Управління проектами та розвиток виробництва. Збірник наукових праць* -№2 (18)-200 - С.72-85.
4. Лизунов П.П. Проектно-векторное управление высшими учебными заведениями/ П.П.Лизунов, А.А. Белоцицкий, С.В. Белоцицкая//*Управління розвитком складних систем.* – 2011. – Вип. 2 – С. 135 – 139.
5. Тесля Ю.Н. Расширяющаяся Вселенная проектов /Ю.Н. Тесля А.О. Белоцицкий//*Вісник ЧДТУ, 2011.-№4.- С.67-71.*
6. Тесля Ю.Н. Введение в информатику Природы Юрий Тесля: Монография. – К: Макклаут, 2010. - 256 с.

Статья поступила в редколлегию: 22.11.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Д. Бушуев, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев.