

Литература

1. Угрюмов, А.И. Неравномерность движения поездов / А.И. Угрюмов. – М.: Транспорт, 1968. – 112 с.
2. Сотников, Е.А. Неравномерность грузовых перевозок в современных условиях и ее влияние на требуемую пропускную способность участков / Е.А. Сотников, К.П. Шенфельд // Вестник ВНИИЖТ. – 2011. – №5. – С. 3-9.
3. Земблинов, М.В. Сезонные колебания перевозок грузов на железных дорогах / М.В. Земблинов. – М.: Транспечать НКПС, 1928. – 91 с.
4. Барков, Н.Н. Сезонная и внутринедельная неравномерность грузовых перевозок на железных дорогах / Н.Н. Барков // Труды ВНИИЖТ. Вып. 249. – М.: Трансжелдориздат, 1963. – 95 с.
5. Грунтов, П.С. Исследование влияния неравномерности движения по технологии сортировочных станций: автореф. дис. канд. техн. наук. / П.С. Грунтов. [БелИИЖТ] – Гомель, 1965, – 24 с.
6. Левин, Д.Ю. Оптимизация потока поездов. / Д.Ю. Левин. – М.: Транспорт, 1988. – 175 с.
7. Баранчев, М.О. Влияние сезонной неравномерности грузовых перевозок на текущие затраты железных дорог: автореф. дис. канд. экон. наук. / М.О. Баранчев – Новосибирск, 2005, – 24 с.
8. Бодюл, В.И. Повышение ритмичности и эффективности транспортного производства на основе снижения внутрисуточной неравномерности грузовых перевозок на железных дорогах: дисс... докт. техн. наук. / В.И. Бодюл – М.: 2006. – 318 с.

В статті розроблена імітаційна модель планування проекту виготовлення дейдвудної труби за допомогою методу аналізу варіантів проекту з оцінкою тривалості робіт на основі прийнятого рівня ризику. Наведено приклад реалізації метода для оцінки тривалості процесу

Ключові слова: управління проектом, ризик, імітаційне моделювання, дейдвудна труба

В статье разработана имитационная модель планирования проекта изготовления дейдвудной трубы с помощью метода анализа вариантов проекта с оценкой продолжительности работ на основе принятого уровня риска. Приведен пример реализации метода для оценки длительности процесса

Ключевые слова: управление проектом, риск, имитационное моделирование, дейдвудная труба

The simulation model of the project planning of screw shaft pipe manufacturing developed by the method of options analysis for the project with an estimate of work duration based on the accepted level of risk is developed in the article. The example of method realization is resulted for the estimation of process duration

Keywords: project management, risk, simulation modeling, screw shaft pipe

УДК 629/5

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕЙДВУДНОЙ ТРУБЫ

Л.И. Нефедов

Доктор технических наук, профессор*

И.Г. Ильге

Кандидат технических наук, доцент*

Д.А. Калмыков*

*Кафедра автоматизированных и компьютерно-интегрированных технологий

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ул. Тимуровцев, 3, г. Харьков, Украина, 61000

Контактный тел.: (057) 738-77-92, 050-401-91-69

E-mail: i_uch_g@yahoo.com

1. Введение

Изготовление кораблей в сжатые сроки является одним из наиболее важных факторов получения конкурентного преимущества.

А производство важных узлов судна оказывает наибольшее влияние на общую длительность всего процесса.

Дейдвудная труба является важнейшим элементом мощных силовых установок судов. Технологический

процесс изготовления дейдвудной трубы требует больших временных затрат.

Повышение эффективности технологического процесса изготовления дейдвудной трубы в современном машиностроительном производстве обуславливает необходимость широкого использования высокопроизводительного оборудования, позволяющего автоматизировать процессы механической обработки. Успешное решение задач управления процессами механической обработки в автоматизированных производствах возможно лишь на основе формирования новых подходов к оценке параметров технологического процесса на основе имитационного моделирования. [3,4].

2. Анализ последних исследований и публикаций и анализ нерешенных задач

Для решения общей задачи принятия решения по изготовлению дейдвудной трубы был предложен декомпозиционный подход [1] и разработаны модели принятия решений по изготовлению дейдвудной трубы. Ввиду большой сложности произведена декомпозиция на частные задачи: выбора средств изготовления дейдвудной трубы; планирования работ по изготовлению дейдвудной трубы; распределения ресурсов по технологическому процессу изготовления дейдвудной трубы.

Предложенная в [1] модель относится к задачам многокритериального линейного дискретного программирования с булевыми переменными. Данная модель, однако, оперирует детерминированными значениями ограничений на параметры проекта без учета уровня риска.

Решение задач подобного вида представляет значительную проблему и требует разработки специализированного программного обеспечения. Поэтому важно предложить практически реализуемую методику выбора проекта изготовления дейдвудной трубы, опирающуюся на стандартное программное обеспечение управления проектами и позволяющую учитывать заданный уровень риска.

Стандартные программные средства реализуют, как правило, детерминированные подходы к планированию проектов [2], не учитывающие в полной мере возможные риски.

Математической основой для решения данной проблемы является аппарат метода Монте Карло, который достаточно универсален и позволяет решать все виды задач, где господствует неопределенность при управлении проектами.

Существует несколько групп рисков, которые необходимо учитывать при планировании проектов изготовления дейдвудной трубы. Это, прежде всего, риски расписания, связанные с невыполнением работ проекта в срок, ресурсные риски, связанные с недоступностью необходимых для проекта ресурсов, и бюджетные риски, связанные с возможным превышением бюджета проекта [2].

Взаимное влияние рисков в разных работах проекта можно анализировать, используя метод Монте-Карло. Такая задача имеет исключительную практическую важность.

В настоящее время существуют программные модули, реализующие метод Монте Карло, обеспечивающие стабильность вычислений и применяемые совместно с современными программными комплексами управления проектами [5], однако отсутствуют примеры их практического применения для анализа и оценки реальных проектно-ориентированных технологических процессов. В частности, с использованием таких средств не исследован ранее технологический процесс изготовления дейдвудной трубы.

3. Цель и постановка задачи

Целью исследования является повышение эффективности управления проектом изготовления дейдвудной трубы за счет разработки метода анализа вариантов решений по многим критериям с заданным уровнем риска.

Метод анализа вариантов решений изготовления дейдвудной трубы обеспечивает:

- построение надежного плана проекта изготовления дейдвудной трубы с заданным уровнем риска;
- получение оценки возможных отклонений работ проекта от запланированных.

4. Метод исследования

Задача планирования работ по изготовлению дейдвудной трубы заключается в следующем.

Известно:

- множество работ $N = \{n\}$, $n = \overline{1, n'}$ которое нужно выполнить и требуемые для них ресурсы r_{nm} , n – число работ по проекту, $m = \overline{1, m^n}$; m^n – число ресурсов для n -ой работы по выбранному проекту по изготовлению дейдвудной трубы;
- продолжительность выполнения n -й работы в нормальном режиме Δt_n ;
- стоимость выполнения n -й работы по проекту в нормальном режиме S_n ;
- технологический порядок выполнения работ $a_{\gamma n}$, $\gamma, n = \overline{1, n'}$, где

$$a_{\gamma n} = \begin{cases} 1, & \text{если работа } \gamma \text{ должна предшествовать работе } n, \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

Risk - обобщенный риск.

Необходимо определить последовательность, начало t_n и окончание реализации $t_n + \Delta t_n$ каждой работы проекта изготовления дейдвудной трубы.

Для решения этой задачи разработана модель планирования реализации работ проекта изготовления дейдвудной трубы.

Частные критерии:

1) минимизировать стоимость выполнения всех работ по проекту изготовления дейдвудной трубы

$$S = \min \sum_{j=1}^{j'} \sum_{n=1}^n S_n [t_n(\text{Risk}), \Delta t_n(\text{Risk})]; \quad (1)$$

2) минимизировать затраты каждого вида ресурсов по проекту изготовления дейдвудной трубы

$$R_m = \min \sum_{n=1}^n r_{nm} [t_n(\text{Risk}), \Delta t_n(\text{Risk})], \quad (2)$$

$$m = \overline{1, m^n};$$

3) минимизировать продолжительность реализации проекта с заданной вероятностью завершения его в срок

$$\Delta T^* = \min [\Delta T [t_m(\text{Risk}), \Delta t_m(\text{Risk})]]. \quad (3)$$

Область допустимых решений задается следующими ограничениями:

1) все работы должны завершиться до конца планового периода $\tau_{\text{зад}}$, определяемого с заданной вероятностью

$$t_n(\text{Risk}) + \Delta t_n(\text{Risk}) \leq \tau_{\text{зад}}; \quad n = \overline{1, n'}; \quad (4)$$

2) все работы должны выполняться в технологической последовательности

$$t_n \geq \max \{a_{\gamma n} [t_{\gamma}(\text{Risk}) + \Delta t_{\gamma}(\text{Risk})]\}, \quad (5)$$

$$\gamma, n = \overline{1, n'};$$

3) сумма ресурсов m-го типа по всем работам проекта не должна превышать заданного значения $R_m^{\text{зад}}$

$$\sum_{n=1}^n r_{nm} [t_n(\text{Risk}), \Delta t_n(\text{Risk})] \leq R_m^{\text{зад}}; \quad (6)$$

$$m = \overline{1, m^n}.$$

Имея набор работ по изготовлению дейдвудной трубы, можно решить задачу распределения ресурсов по изготовлению дейдвудной трубы.

Приведенные модели (1)-(6) относятся к классу задач математического программирования со многими критериями.

5. Метод анализа вариантов плана проекта

Для оценки плана проекта изготовления дейдвудной трубы предлагается следующая последовательность действий:

1. Строится план проекта, включающий все возможные работы и взаимосвязи между ними в системе MS Project, и типовые ресурсы для данных работ.

2. При оценке проекта для реальной ситуации вводятся продолжительности для необходимых работ.

3. Выполняется выравнивание загрузки ресурсов проекта и предварительно оцениваются общие параметры проекта.

4. С помощью системы Turbo Risk Manager задается уровень вероятности достижения запланированных сроков выполнения работ и выполняется имитационное моделирование.

5. Оценивается продолжительность работ и дисперсия по продолжительности проекта при разных уровнях риска.

6. Построение плана работ.

Исходя из типовой структуры работ проекта и технологического порядка выполнения работ по изготовлению дейдвудной трубы, применяемых типовых ресурсов создается шаблон проекта изготовления дейдвудной трубы [2]. Создание шаблона выполняется в системе MS Project. Структура декомпозиции работ по изготовлению дейдвудной трубы с предварительными оценками длительности работ представлена на рис. 1.

Как видно из рис. 1, продолжительность проекта по изготовлению дейдвудной трубы составляет 22,95 дня при пессимистической оценке в 26,86 дня.

Для реализации статистического эксперимента по методу Монте-Карло применяем модуль Turbo Risk Manager.

Задаем уровень вероятности достижения сроков 75% (средний уровень).

	Название задачи	Оптимистическая длительность	Ожидаемая длительность	Пессимистическая длительность
0	Изготовление дейдвудной трубы	19,35 дней	22,95 дней	26,86 дней
1	Изготовление фланца	1,99 дней	2,53 дней	3,07 дней
2	Токарная	10,42 ч	10,8 ч	13,2 ч
3	Технический контроль 1	0,43 ч	0,45 ч	0,55 ч
4	Горизонтально-расточная	5,03 ч	5,4 ч	6,6 ч
5	Изготовление корпуса	4,04 дней	5,36 дней	6,68 дней
6	Токарная	31,9 ч	33,75 ч	41,25 ч
7	Технический контроль 1	0,43 ч	0,45 ч	0,55 ч
8	Изготовление обечайки	9,38 дней	11,04 дней	12,7 дней
9	Газорезательная 1	5,27 ч	5,4 ч	6,6 ч
10	Гибка	6,78 ч	7,2 ч	8,8 ч
11	Технический контроль 1	0,45 ч	0,45 ч	0,55 ч
12	Газорезательная 2	5,03 ч	5,4 ч	6,6 ч
13	Продольно-строгальная	10,3 ч	10,8 ч	13,2 ч
14	Технический контроль 2	0,43 ч	0,45 ч	0,55 ч
15	Сборочно-сварочная	32,03 ч	32,4 ч	39,6 ч
16	Контроль УЗК	0,82 ч	0,9 ч	1,1 ч
17	Горизонтально-расточная	8,27 ч	9 ч	11 ч
18	Технический контроль 3	0,43 ч	0,45 ч	0,55 ч
19	Слесарная	5,22 ч	5,4 ч	6,6 ч
20	Сборка дейдвудной трубы	9,97 дней	11,91 дней	14,16 дней
21	Комплектовочная	1,35 ч	1,35 ч	1,65 ч
22	Сборочно-сварочная	25,98 ч	28,8 ч	35,2 ч
23	Контроль УЗК	1,27 ч	1,35 ч	1,65 ч
24	Токарная	34,68 ч	36,45 ч	44,55 ч
25	Технический контроль 1	0,85 ч	0,9 ч	1,1 ч
26	Слесарная	10,55 ч	10,8 ч	13,2 ч
27	Технический контроль 2	0,9 ч	0,9 ч	1,1 ч
28	Дробеструйная	1,67 ч	1,8 ч	2,2 ч
29	Технический контроль дейдвудной трубы	2,5 ч	2,7 ч	3,3 ч

Рис. 1. Структура работ проекта

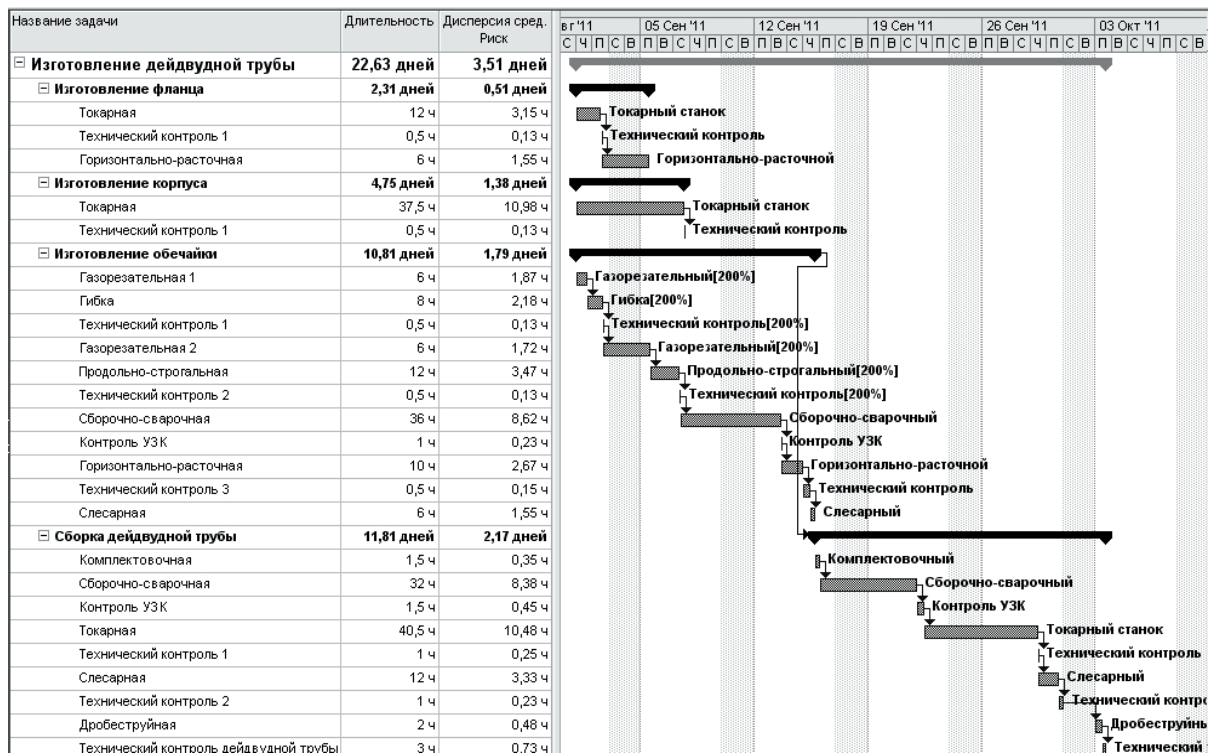


Рис. 2. Диаграмма Ганта проекта изготовления дейдвудной трубы для среднего уровня риска

План проекта в представлении диаграммы Ганта приведен на рис. 2.

На данном рисунке также приведены дисперсии для длительности задач проекта.

Также были проведены расчеты для разной вероятности завершения работ в запланированные сроки.

В результате прогона имитационного алгоритма для разных уровней риска для достижения сроков реализации проекта получены данные, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость продолжительности проекта от уровня риска

Вероятность завершения проекта в срок	Длительность проекта	Дисперсия для длительности
0,5	20,6 дня	4,03 дня
0,75	22,25 дня	3,51 дня
0,85	26,48 дня	3,49 дня
0,9	26,7 дня	3,45 дня

Таким образом, длительность проекта изготовления дейдвудной трубы при вероятности 90% составит 26,7 дня с дисперсией 3,45 дня, а при вероятности 50% - 20,6 дня с дисперсией 4,03 дня.

Выводы

Таким образом, на основе использования метода анализа вариантов плана проекта разработана имитационная модель работ проекта изготовления дейдвудной трубы, позволяющая, в отличие от известных детерминированных подходов, построить план проекта с заданной вероятностью завершения в указанный срок.

Литература

1. Нефёдов, Л.И. Имитационное моделирование реализации проекта ликвидации чрезвычайной природной ситуации на магистральной автомобильной дороге [Текст] / Л.И. Нефёдов, В.Е. Овчаренко, И.Г. Ильге, Ю.Л. Губин – Х.: НИТИП, 2009. – 3с.
2. Богданов, В.В. Управление проектами в Microsoft Project 2002 [Текст] : Учебный курс / В.В. Богданов. - СПб.: Питер, 2003. - 640с., ил.
3. Лоу, А. М. Имитационное моделирование [Текст] / А. М. Лоу, В. Д. Кельгон. - СПб.: "Питер", 2004. - 848 с.
4. Советов, Б.Я. Моделирование систем. Практикум [Текст] : Учеб. пособие для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев – М.: Высш. шк., 2005. – 295 с.
5. MS Project 2010 – Управление проектами [Электронный ресурс] - Режим доступа : \www/ URL: http://www.microsoftproject.ru/articles.phtml?aid=158#risk – Загл. с экрана.