Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Инженерно-строительный институт

Центр дополнительных профессиональных программ

**РАБОТА №2**

«Расчёт временных параметров проекта на вероятностной сетевой модели

методом оценки и анализа программ (PERT)»

Вариант 12

Выполнил

Принял

Санкт-Петербург

2019 г.

**Задание**

1. Задайтесь оптимистическими, пессимистическими и наиболее вероятными продолжительностями работ.

2. Определите ожидаемые продолжительности и дисперсии работ.

3. Рассчитайте на сетевой модели оптимистическую, пессимистическую и ожидаемую продолжительности проекта, постройте кривую распределения плотности вероятности продолжительности проекта.

4. Определите вероятность выполнения проекта к директивному сроку (Tдир = 1,1Tрасч, где Tрасч – продолжительность проекта, определенная в расчетно-графической работе №1, вариант (Б) с учетом связей с задержками и опережениями) и продолжительность проекта с обеспеченностью 90 %.

**Решение**

Исходные данные аналогичны данным для расчетно-графической работы №1, вариант (Б) – с учетом связей с задержками и опережениями.

Результаты расчета временных параметров работ показаны на рис. 1.



Рис. 1. Результаты расчета временных параметров работ

Исходные и расчетные данные для вероятностной модели представлены в табл. 1. Наиболее вероятная продолжительность каждой работы проекта (столбец 3) принимается равной продолжительности работы, заданной в качестве исходных данных в расчетно-графической работе №1. Оптимистическая (столбец 2) и пессимистическая (столбец 4) продолжительности каждой работы задаются самостоятельно.

Таблица 1

Оценки продолжительностей, ожидаемые продолжительности

и дисперсии работ проекта

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование работы | Tопт, дни |  Tвер, дни | Tпесс, дни | Tожид, дни | σ2 |
| Исходные данные | Расчетные данные |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| А | 1 | 2 | 4 | 2,2 | 0,25 |
| В | 7 | 9 | 13 | 9,3 | 1 |
| С | 5 | 6 | 8 | 6,2 | 0,25 |
| D | 1 | 1 | 3 | 1,3 | 0,111 |
| E | 5 | 7 | 11 | 7,3 | 1 |
| F | 4 | 5 | 7 | 5,2 | 0,25 |
| G | 7 | 10 | 15 | 10,3 | 1,778 |
| H | 2 | 3 | 5 | 3,2 | 0,25 |

Метод оценки и анализа программ предполагает задание продолжительностей работ в виде β-распределения, т.е. разность между величинами пессимистической и наиболее вероятной продолжительностями работ должна быть больше разности между наиболее вероятной и оптимистической продолжительностями.

Расчетными величинами для метода PERT являются ожидаемые продолжительности и дисперсии работ.

Ожидаемые продолжительности работ определяются по формуле средневзвешенного арифметического:

$$t\_{ie}=\frac{t\_{iопт}+4t\_{iвер}+t\_{iпесс}}{6}$$

и полученные величины заносятся в столбец 5 табл. 1.

Далее определяются величины дисперсии работ по формуле:

$$σ\_{i}^{2}=\left(\frac{t\_{iпесс}-t\_{iопт}}{6}\right)^{2}$$

и полученные данные заносятся в столбец 6 табл. 1.

В результате подстановки в сетевую модель с учетом связей с задержками и опережениями в качестве продолжительностей работ оценок оптимистических продолжительностей, определяется оптимистическая продолжительность проекта, т.е. такая продолжительность, быстрее которой проект не может быть завершен ни при каких обстоятельствах. Полученные временные параметры работ представлены на рис. 2.



Рис. 2. Результаты расчёта оптимистической продолжительности проекта

В результате подстановки в сетевую модель с учетом связей с задержками и опережениями в качестве продолжительностей работ величин ожидаемых продолжительностей, определяется ожидаемая продолжительность проекта, т.е. такая продолжительность, за которую или быстрее проект завершится с вероятностью 50 %. Полученные временные параметры работ представлены на рис. 3.



Рис. 3. Результаты расчета ожидаемой продолжительности проекта

В результате подстановки в сетевую модель с учетом связей с задержками и опережениями в качестве продолжительностей работ оценок пессимистических продолжительностей, определяется пессимистическая продолжительность проекта, т.е. такая продолжительность, медленнее которой проект не может быть завершен ни при каких обстоятельствах. Полученные временные параметры работ представлены на рис. 4.



Рис. 4. Результаты расчета пессимистической продолжительности проекта

В результате расчетов оптимистической и пессимистической продолжительностей проекта устанавливается, что даже при самых благоприятных условиях проект не может быть завершен быстрее, чем за 18 дней, а при самых наихудших условиях проект не может быть завершен медленнее, чем за 35 дней. Ожидаемая продолжительность реализации проекта (вероятность достижения которой равняется 50 %) составляет 24,9 дня.

Величина стандартного (среднего квадратического) отклонения определяется по формуле:

$$σ\_{Te}=\sqrt{\sum\_{}^{}σ\_{i(кр)}^{2}}.$$

В эту формулу подставляются только дисперсии работ, образующих критический путь при расчёте ожидаемой продолжительности проекта.

$σ\_{Te}=\sqrt{σ\_{А}^{2}+σ\_{С}^{2}+σ\_{G}^{2}+σ\_{H}^{2}}=\sqrt{0,25+0,25+1,778+0,25}$ = 1,59.

Кривая плотности распределения вероятности продолжительности проекта представлена на рис. 5.



Рис. 5. Кривая плотности распределения вероятности общей

продолжительности проекта

С вероятностью 0,6827 проект будет завершен во временном интервале (24,9 – 1,59 дней < T = 24,9 дня < 24,9 + 1,59 дней), т.е. (23,31 дней < T < 26,49 дней).

С вероятностью 0,9977 проект будет завершен во временном интервале (24,9 – 3·1,59 дней < T = 24,9 дня < 24,9 + 3·1,59 дней), т.е. (20,13 дней < T < 29,67 дней).

Вероятность завершения проекта к определенному моменту времени рассчитывается согласно зависимости:

P(T ≤ Tдир) = 0,5 + Ф(Z).

Здесь Ф(Z) – функция Лапласа, а Z – величина критического отношения или аргумент функции Лапласа, определяемый по формуле:

$Z=\frac{T\_{дир}-T\_{E}}{σ\_{Te}}$,

где Tдир = 24·1,1 = 26,4 дня – директивный срок окончания проекта.

В нашем случае:

$$Z=\frac{26,4-24,9}{1,59}=0,943.$$

Зная значение Z, по таблице стандартного нормального распределения ([1], табл. 2) можно получить величину функции Лапласа. При Z = 0,943 находится Ф(0,943) = 0,3268.

Далее по формуле:

P(T ≤ Tдир= 26,4) = 0,5 + 0,3268 = 0,8268.

Таким образом, вероятность окончания проекта к директивному сроку составляет 82,68 %.

Оценка величины общей продолжительности проекта с заданной вероятностью производится по формуле:

T(Pтреб) = TE + Z(Ф = Pтреб - 0,5)·$σ\_{Te}$,

где Z(Ф = Pтреб - 0,5) – величина критического отношения или аргумент функции Лапласа, соответствующий значению функции Лапласа, равной требуемой вероятности, уменьшенной на 0,5.

В нашем случае необходимо выяснить, какая общая продолжительность проекта может быть достигнута с вероятностью 90 %.

По значению аргумента функции Лапласа Z, уменьшенному на 0,5, то есть по величине 0,90 – 0,5 = 0,40, с использованием интерполяции находится в таблице стандартного нормального распределения ([1], табл. 2) значение функции Лапласа Ф(0,4) = 1,283 и, в результате подстановки данной величины в формулу, получаем:

T(Pтреб = 0,90) = TE + Z(Ф = 0,40) ·$σ\_{Te}$ = 24,9 + 1,283·1,59 = 26,94 дн.

Таким образом, установлено, что с вероятностью 90 % проект будет выполнен за 26,94 дня или быстрее.

**Результаты**

Результаты решения практической работы №2 приведены в табл. 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Показатель | Ед. изм. | Величина |
| 1 | Продолжительности проекта:- оптимистическая- пессимистическая- ожидаемая | Дни | 183524,9 |
| 2 | Вероятность выполнения проекта к директив-ному сроку | % | 82,68 |
| 3 | Продолжительность проекта с обеспеченностью 90 % | Дни | 26,94 |

Результаты решения

**Список использованных источников**

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Организация и планирование в строительстве». Работа № 2. «Расчёт временных параметров проекта на вероятностной сетевой модели методом оценки и анализа программ (PERT)». – С.-Пб.: ИСИ, 2016.