

УДК [519.876.3+658.51]:[551.46+551.5+556]

М.М. Глазов, Т.К. Екшикеев

СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССАХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Российский государственный гидрометеорологический университет,
tag2009spb@ya.ru

М.М. Glazov, T.K. Ekshikeev

NETWORK PLANNING IN THE PROCESS OF HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT OF ECONOMIC-MANAGERIAL ACTIVITIES

В статье рассматриваются процедуры использования сетевого планирования в процессах гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности. Кратко представлены теоретические основы сетевого планирования. Отражено логико-математическое описание экономико-управленческих задач. Особое внимание уделено учету вероятностных оценок климатического воздействия на продолжительность выполняемых работ. Обосновывается актуальность использования технологии сетевого планирования при подготовке востребованных кадров в области гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах. Новизна исследования заключается в применении к предметной области современного гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах технологии сетевого планирования.

Ключевые слова: сетевое планирование, гидрометеорологическое обеспечение, вероятностные оценки времени выполнения работ, климатические воздействия, кадры для гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах.

The article discusses the procedures of the use of network planning in the process of hydrometeorological support of economic and managerial activities; briefly presents the theoretical basis of network planning; reflectively presents the logical-mathematical description of the economic-managerial tasks. Special attention is paid to the probabilistic assessments of climate impact on the duration of work performed. Relevance of the use of network planning techniques under demand of the labor market in the field of hydrometeorological support of economic and management activities in industries and complexes is grounded. Novelty of the research consists in the application to the subject area in modern hydrometeorological support of economic and management activities in industries and complexes technology of network planning.

Keywords: *network planning, hydrometeorological support, probabilistic estimation of time of work performance, climatic effects, frames for hydrometeorological support of economic and managerial activities in industries and complexes.*

Введение

В настоящее время разработка сложной системы состоит из сотен, а нередко из тысяч отдельных этапов, многие из которых, в свою очередь, включают научные исследования и нередко носят случайный характер. Задержка или невыполнение работ по причинам гидрометеорологических условий при создании какого-либо из элементов системы, мало обозримые в масштабе всего проекта в целом, могут вызвать задержку или сорвать сроки реализации этого проекта.

Актуальность исследования. Таким образом, сама разработка гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности также является сложной системой, объем и функционирование которой требует решения ряда важных теоретических и практических задач. Решение последних является невозможным без достаточной формализации процесса разработки и построения его математической модели, на основе которой могут быть сформулированы операционные и функциональные задачи для различных отрезков времени [1].

Системы сетевого планирования отличают следующие основные особенности:

- системный подход к вопросу планирования процессом разработки новой сложной системы в отраслях и комплексах — такой процесс рассматривается как единый, неразрывный процесс взаимосвязанных операций, направленных на достижение конечной цели, а коллективы исполнителей (гидрологов, метеорологов и экономистов), участвующие в этом процессе, — как звенья единой сложной системы;
- использование в качестве математической модели специальных, так называемых сетевых моделей, построенных на основе представления процесса проектирования и создания нового объекта в виде направленных сетей с заданными характеристиками. Это дает возможность получить логико-математическое описание процесса создания нового объекта и алгоритмизировать расчет основных параметров этого процесса: его продолжительность, трудоемкость и стоимость.

Системы сетевого планирования и управления позволяют периодически получать оперативную информацию по всем этапам разработки и составляющим проект элементам с указанием возможного влияния гидрометеорологических условий на ход выполнения всей программы в целом. Применение системы планирования позволяет заранее предусмотреть возможные срывы или нарушения графика выполнения программы проекта по причине неблагоприятных метеорологических условий, а также получить сведения о влиянии вносимых в проект изменений на выполнение программы. Применение этих систем особенно эффективно в случае большого количества работ, которые должны быть выполнены в целях реализации всей программы, а также большого количества исполнителей, работу которых необходимо координировать и кооперировать с тем, чтобы обеспечить осуществление программы в заданные сроки в сложных условиях Крайнего Севера и Дальнего Востока Российской Федерации.

Данная статья посвящена описанию математических моделей систем сетевого планирования, характеристики которых содержат случайные параметры, зависящие от гидрометеорологических условий. В этом случае аппарат анализа и расчета параметров сетевых моделей существенно усложняется. Однако именно такого рода модели строятся при планировании и управлении разработками новых сложных комплексов.

Исходные теоретические положения

Основным плановым документом является сетевой график, представляющий собой информационно-динамическую модель, в которой отображаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения конечной цели разработки [2].

Работами называются любые процессы, действия, приводящие к достижению определенных результатов (событий). Различают следующие виды работ:

- действительная работа — протяженный во времени процесс, требующий затрат ресурсов;
- ожидание — протяженный во времени процесс, не требующий затрат труда;
- фиктивная работа (зависимость) — логическая связь между двумя или несколькими работами, не требующими затрат труда, материальных ресурсов или времени. Она указывает на то, что одна работа непосредственно зависит от результатов другой. Продолжительность такой работы равна нулю.

Работа в сетевом графике изображается стрелкой.

Событие — это момент завершения какого-либо процесса, отражающий отдельный этап выполнения проекта. Каждое событие может быть отправным моментом для начала последующих работ. В отличие от деятельности, имеющей, как правило, «протяженность» во времени, событие представляет собой только момент окончания работы (или работ).

Событие в сетевом графике изображается кружком или другой геометрической фигурой.

Любое промежуточное событие, за которым непосредственно начинаются данные работы (работа), называется начальным (обозначается индексом i). Любое промежуточное событие, которому непосредственно предшествуют данные работы (работа), называется конечным (обозначается индексом j). Первоначальное событие в сети, не имеющее предшествующих ему событий и отражающее начало выполнения всего комплекса работ, включенных в данную сеть, называется исходным. Событие, которое не имеет последующих событий и отражает конечную цель комплекса работ, включенных в данную сеть, называется завершающим.

Любая последовательность работ в сетевом графике, в которой конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней, называется путем. В сетевом графике следует различать несколько видов путей:

- от исходного события до завершающего события — полный путь;
- от исходного события до данного — путь, предшествующий данному событию;
- от данного события до завершающего — путь, последующий за данным событием;

- между двумя какими-либо промежуточными событиями i и j — путь между событиями i и j ;
- путь между исходным и завершающим событием, имеющий наибольшую продолжительность — критический путь. Критическими называют также работы и события, расположенные на этом пути. Критический путь имеет особое значение, т. к. работы этого пути определяют общий цикл завершения всего комплекса работ, планируемых при помощи сетевого графика. И для сокращения продолжительности проекта необходимо в первую очередь сокращать продолжительность работ, лежащих на критическом пути.

Как правило, для построения и анализа сетевого графика рассчитывают следующие параметры.

1. Параметры события.

1.1. Ранний срок $t_p(i)$ свершения i -го события определяется продолжительностью максимального пути, предшествующего этому событию:

$$t_p(i) = \max \sum t_{(L_{pi})}, \quad (1)$$

где L_{pi} — любой путь, предшествующий i -му событию, т. е. путь от исходного до j -го события сети.

Если событие j имеет несколько предшествующих путей, а следовательно, несколько предшествующих событий i , то ранний срок свершения события j удобно находить по формуле:

$$t_p(j) = \max \sum [t_p(i) + t(i, j)]. \quad (2)$$

1.2. Задержка свершения события i по отношению к своему раннему сроку не отразится на сроке свершения завершающего события (а значит, и на сроке выполнения комплекса работ) до тех пор, пока сумма срока свершения этого события и продолжительности максимального из последующих за ним путей не превысит длины критического пути.

Поэтому поздний (или предельный) срок $t_n(i)$ свершения i -го события равен:

$$t_n(i) = t_{кр} - \max \sum t_{(L_{ci})}, \quad (3)$$

где L_{ci} — любой путь, следующий за i -м событием, т. е. путь от i -го до завершающего события сети.

Если событие i имеет несколько последующих путей, а следовательно, несколько последующих событий j , то поздний срок свершения события i удобно находить по формуле:

$$t_n(i) = \min \sum [t_n(j) - t(i, j)]. \quad (4)$$

1.3. Резерв времени $R(i)$ i -го события определяется как разность между поздним и ранним сроками его свершения:

$$R(i) = t_n(i) - t_p(i). \quad (5)$$

Резерв времени события показывает, на какой допустимый период времени можно задержать наступление этого события, не вызывая при этом увеличения срока выполнения комплекса работ.

Критические события резервов времени не имеют, т. к. любая задержка в свершении события, лежащего на критическом пути, вызовет такую же задержку

в свершении завершающего события. Из этого следует, что, для того чтобы определить длину и топологию критического пути, вовсе не обязательно перебирать все полные пути сетевого графика и определять их длины. Определив ранний срок наступления завершающего события сети, мы тем самым определяем длину критического пути, а выявив события с нулевыми резервами времени, определяем его топологию.

2. Параметры работы.

2.1. Продолжительность работы $t(i, j)$ определяется экспертами и считается входными данными при сетевом планировании.

2.2. Ранний срок начала работы $t_{\text{рн}}(i, j)$ совпадает с ранним сроком наступления начального (предшествующего) события i , то есть

$$t_{\text{рн}}(i, j) = t_{\text{р}}(i). \quad (6)$$

2.3. Ранний срок $t_{\text{по}}(i, j)$ окончания работы определяется по формуле:

$$t_{\text{по}}(i, j) = t_{\text{р}}(i) + t(i, j). \quad (7)$$

2.4. Ни одна работа не может закончиться позже допустимого позднего срока своего конечного события i . Поэтому поздний срок $t_{\text{по}(i, j)}$ окончания работы (i, j) определяется соотношением

$$t_{\text{по}}(i, j) = t_{\text{п}}(j). \quad (8)$$

2.5. Поздний срок $t_{\text{пн}}(i, j)$ начала работы определяется по формуле

$$t_{\text{пн}}(i, j) = t_{\text{п}}(j) - t(i, j). \quad (9)$$

2.6. Полный резерв времени $R_{\text{п}}(i, j)$ работы (i, j) показывает, на сколько можно увеличить время выполнения данной работы при условии, что срок выполнения комплекса работ не изменится. Определяется по формуле

$$R_{\text{п}}(i, j) = t_{\text{п}}(j) - t_{\text{р}}(i) - t(i, j). \quad (10)$$

Полный резерв времени работы равен резерву максимального из путей, проходящих через данную работу. Этим резервом можно располагать при выполнении данной работы, если ее начальное событие свершится в самый ранний срок, и можно допустить свершение конечного события в его самый поздний срок.

Важным свойством полного резерва времени работы является то, что он принадлежит не только этой работе, но и всем полным путям, проходящим через нее. При использовании полного резерва времени только для одной работы резервы времени остальных работ, лежащих на максимальном пути, проходящем через нее, будут полностью исчерпаны. Резервы времени работ, лежащих на других (не критическом) путях, проходящих через эту работу, сократятся, соответственно, на величину использованного резерва. Остальные резервы времени работы являются частями ее полного резерва.

2.7. Свободный резерв времени $R_{\text{с}}(i, j)$ работы (i, j) представляет часть полного резерва времени, на которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив при этом раннего срока ее конечного события. Этим резервом можно располагать при выполнении данной работы в предположении, что ее начальное и конечное события свершатся в свои самые ранние сроки. Находится по формуле

$$R_{\text{с}}(i, j) = t_{\text{п}}(j) - t_{\text{р}}(i) - t(i, j) \quad (11)$$

либо

$$R_c(i, j) = R_n(i, j) - R(j). \quad (12)$$

Свободным резервом времени можно пользоваться для предотвращения случайностей, которые могут возникнуть в ходе выполнения работ. Если планировать выполнение работ по ранним срокам их начала и окончания, то всегда будет возможность при необходимости перейти на поздние сроки начала и окончания работ.

3. Параметры пути.

3.1. Продолжительность пути. Длина пути — сумма продолжительностей работ от начального события до настоящего.

3.2. Продолжительность критического пути — определяется как ранний срок наступления завершающего события сети.

3.3. Резерв времени пути $R(L)$ — определяется как разность между длиной критического и рассматриваемого пути:

$$R(L) = t_{кр} - t(L). \quad (13)$$

Он показывает, на сколько в сумме могут быть увеличены продолжительности всех работ, принадлежащих этому пути. Если затянуть выполнение работ, лежащих на этом пути, на время, большее, чем $R(L)$, то критический путь переместится на путь L .

Отсюда можно сделать вывод, что любая из работ пути L на его участке, не совпадающем с критическим путем (замкнутым между двумя событиями критического пути), обладает резервом времени.

Основная часть

В наступившем XXI в., в веке осознанной неустойчивости погоды и климата, гидрометеорологическая информация по праву приобрела статус значимого фактора для экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах. Учет этого фактора позволяет снижать (предотвращать) негативные последствия, а также использовать погоду и климат во благо жизнедеятельности человека [9].

1. Выявление значения временных оценок. Сетевой график помимо состава и взаимосвязей событий и работ должен иметь еще и количественные характеристики. Каждая работа, входящая в сеть, протекает во времени, следовательно, она имеет определенную продолжительность, т. е. временную оценку. Качество сетевого графика, эффективность планирования и управления в значительной степени зависят от достоверности временных оценок.

По большинству производственных процессов, имеющих твердую нормативную базу, временные оценки выполняемых работ получают вполне определенные значения, соответствующие нормальным условиям работы. Такие сети с однозначными временными оценками получили название детерминированных. В ряде случаев, помимо нормальной продолжительности, определяют еще и сокращенное время при форсированном выполнении работ. Эта оценка не является обязательной и используется лишь в дальнейшем при оптимизации исходного сетевого плана.

Для сетей, по которым объективные и обоснованные нормы продолжительности отсутствуют, временные оценки приходится устанавливать в условиях полной

неопределенности. Подобное положение чаще всего наблюдается в научно-исследовательских, экспериментальных, опытно-конструкторских работах при изготовлении и испытании новых опытных образцов. В этих случаях невозможно точно предвидеть ход выполнения работ, установить необходимое число исполнителей и оборудования и, конечно, весьма трудно установить продолжительность их выполнения.

2. Количественная оценка вероятности продолжительности процессов.

В таких условиях для оценки продолжительности каждой работы применяют иной, вероятностный метод, который позволяет учесть степень неопределенности работы путем распределения вероятности ее выполнения в намеченный срок. Это достигается с помощью трех временных оценок вместо одной, а сами сети получили название стохастических.

Введение вероятностных оценок времени означает совершенно иной подход к планированию. Неопределенность во времени, с которой приходится сталкиваться в новых разработках, становится объективно признанным фактором, действие которого должно учитываться. Объективная система планирования разработок в настоящее время невозможна без учета «допусков» на продолжительность работ.

Подготовка исходных временных оценок заключается в следующем.

1. Устанавливается наиболее вероятное время выполнения данной работы при имеющихся ресурсах. Это будет реалистическая продолжительность при нормальных, чаще всего встречающихся, условиях выполнения работы. Естественно, что наиболее вероятная оценка — нормальное время, должно занимать наибольший удельный вес среди других оценок. Обозначается она символом $t_{нв}$ или m .

2. Устанавливается оптимистическая оценка времени выполнения работы. Это такое минимальное время, которое будет при самом благоприятном стечении обстоятельств. Быстрее завершить работу практически нет никаких шансов. Обозначается оптимистическое время символом $t_{мин}$ или a .

3. Устанавливается максимальное время работы или пессимистическое, которое имеет место при самом неблагоприятном стечении обстоятельств. Это время характеризуется большим, чем обычно, числом неудач, срывов. При этой оценке к числу неблагоприятных условий нельзя относить стихийные бедствия и несчастные случаи. К внутренним факторам можно отнести и всевозможные переделки отдельных работ (в результате неудачного выбора технологии или низкого качества выполнения). Обозначается эта оценка времени символом t_{max} или b .

3. Логико-математическая модель экономико-управленческих задач, учитывающая оценку вероятности продолжительности процессов. Запись трех оценок времени в сетевом графике выполняется тремя цифрами в порядке их возрастания, например «3», «7», «12», проставляемыми над или под стрелками. Пример комплекса работ представлен в таблице [2].

Пример сетевого графика выполнения работ с максимальной и минимальной продолжительностью в зависимости от погодных условий представлен на рис. 1 и 2 [2].

Распределение вероятности времени, ожидаемого для выполнения заданной работы, можно изобразить графически в виде кривой распределения (рис. 3), где

Исходные данные по комплексу работ в зависимости от метеоусловий

Работа	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	b_{11}
Опирается на работы	–	–	–	b_1, b_1	b_3, b_3	b_2, b_5, b_6	b_2, b_5, b_6	b_2, b_5, b_6	b_4, b_7	b_3	b_2, b_5, b_6, b_{10}
t_{\max}	8	10	6	9	5	2	4	13	8	17	10
$t_{\text{нв}}$	5	9	2	7	4	1	2	5	2	8	8
t_{\min}	3	4	1	1	1	1	1	4	1	6	2
Стоимость сокращения работы на один день, S_k	6	8	4	6	3	2	3	9	5	10	7

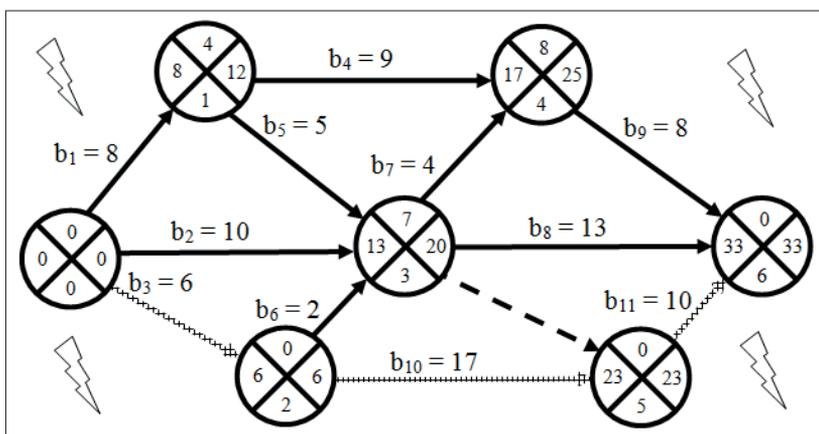


Рис. 1. Сетевой график выполнения комплекса работ с максимальной продолжительностью при неблагоприятных метеоусловиях

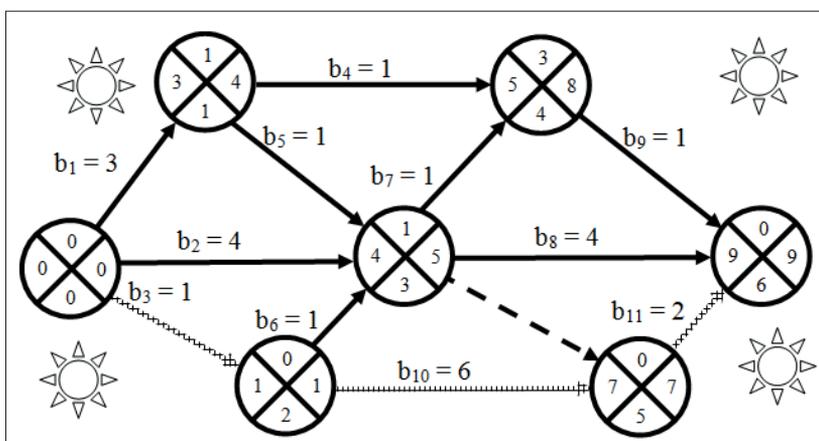


Рис. 2. Сетевой график выполнения комплекса работ с минимальной продолжительностью при благоприятных метеоусловиях

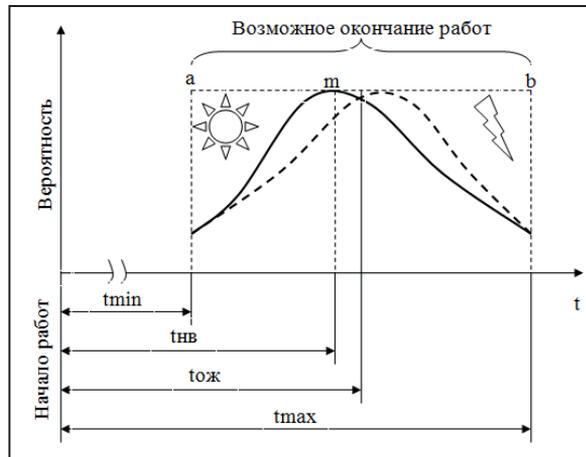


Рис. 3. Кривая распределения вероятности времени выполнения работ

m — вершина кривой характеризует наиболее вероятное время. В связи с тем, что оптимистическая a и пессимистическая b оценки могут меняться по отношению к m , то кривая распределения может занимать различное положение (пунктирная линия) [3].

Математические исследования позволили на основе ряда допущений получить весьма простую зависимость для статистического усреднения времени. Минимальной и максимальной оценке присваивают по одному баллу, вероятной — 4 балла. Время, умноженное на баллы, складывают и делят на 6, в результате чего получается расчетное ожидаемое время, которое и вводится в сетевой план:

$$t_{\text{ож}} = (t_{\text{min}} + 4 \times t_{\text{нв}} + t_{\text{max}}) / 6 \quad \text{или} \quad t_{\text{ож}} = (a + 4 \times m + b) / 6. \quad (14)$$

В формуле (14) $t_{\text{ож}}$ представляет собой математическое ожидание или статистическое среднее значение трех оценок (a, m, b) продолжительности выполнения данной работы.

Положение точки $t_{\text{ож}}$ на кривой распределения может быть различным в зависимости от числовых значений трех оценок (рис. 4). Оно может быть равно, больше или меньше величины m , но в любом случае перпендикуляр, опущенный из этой точки на ось времени, делит площадь под кривой распределения вероятности на две равные части ($S_1 = S_2$).

В стохастических сетях, помимо математического ожидания продолжительности выполнения работ, определяют еще и величину дисперсии, т. е. меру неопределенности, связанную с этой продолжительностью.

Неопределенность характеризуется размахом кривой распределения от a до b (рис. 5). Чем больше этот размах, тем больше неопределенность, и наоборот. Например, кривая распределения a, mb , имеющая больший размах по сравнению с кривой amb , обладает и большей неопределенностью.

В отечественной высшей школе российских метеорологов большое внимание уделяется изучению климатического влияния на экономику. В современном мире эта научная проблема является одной из актуальных [8, 9].

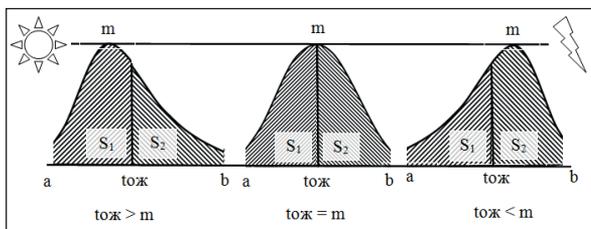


Рис. 4. Положение ожидаемого времени ($t_{ож}$) на кривой распределения

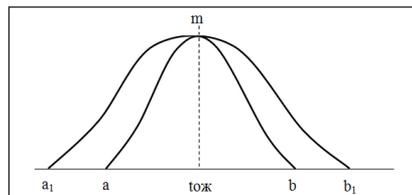


Рис. 5. Размах кривых распределения времени выполнения работы в зависимости от точности метеопрогноза

Дисперсия обозначается символом σ^2 и вычисляется по формуле

$$\sigma_{тож}^2 = [(t_{max} - t_{min}) / 6]^2 \text{ или } \sigma_{тож}^2 = [(b - a) / 6]^2. \quad (15)$$

Выражение, стоящее в скобках, представляет собой среднее квадратическое отклонение, приближенно определяемое как 1/6 разности максимальной и минимальной оценок:

$$\sigma_{тож} = (t_{max} - t_{min}) / 6 \text{ или } \sigma_{тож} = (b - a) / 6. \quad (16)$$

Эти две величины: математическое ожидание времени выполнения данной работы и его дисперсия — являются важнейшими характеристиками стохастического сетевого графика и вычисляются в первую очередь. На основе этих характеристик осуществляется контроль сети путем выявления работ с большей неопределенностью.

Например, имеются две работы со следующими временными характеристиками: I — «3», «5», «13» недель и II — «2», «6» и «10» недель. В обоих случаях расчетное ожидаемое время выполнения будет одинаковым:

$$t_{ожI} = (3 + (4 \times 5) + 13) / 6 = 6; \quad t_{ожII} = (2 + (4 \times 6) + 10) / 6 = 6.$$

В отношении длительности выполнения по первой работе имеется большая неопределенность, чем по второй, поскольку у первой среднее квадратическое отклонение и, следовательно, величина дисперсии больше:

$$\sigma_I = (13 - 3) / 6 = 1,66; \quad \sigma_{II} = (10 - 2) / 6 = 1,33; \quad \sigma_I^2 = 2,76; \quad \sigma_{II}^2 = 1,78.$$

Чем больше неопределенность по каждой работе в отдельности, тем больше неопределенность и по сети в целом, ибо дисперсия сроков наступления событий по мере продвижения по сети к конечному событию накапливается. Чем больше объем сети и чем больше работ входит в ее состав, тем более неопределенной становится оценка срока окончания разработки.

Порядок расчета стохастических сетей аналогичен детерминированным сетям, но качество самой сети определяется точностью исходных временных оценок.

4. Выявление актуальности использования технологии сетевого планирования при подготовке востребованных кадров в области гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах. Временные оценки в детерминированных сетях (нормальные и сокращенные) обычно устанавливают ведущие исполнители — технологи, производители работ, главные инженеры, проектировщики. Общие работы оцениваются на основе взаимных консультаций специалистов по различным отраслям. Лица,

привлекаемые к установлению временных оценок, должны в совершенстве знать планируемую работу и иметь представление об основных положениях и преимуществах системы сетевого планирования.

Для стохастических сетей рекомендуется применять метод групповой экспертной оценки продолжительности работ по всем трем разновидностям оценок t_{\min} , $t_{\text{нв}}$, t_{\max} . Группа экспертов любого сложного проекта должна обязательно включать экономиста, владеющего механизмом гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности. На рис. 6 представлена зависимость общей стоимости проекта от времени его выполнения [2, 4].

Полученные от экспертов оценки усредняются отдельно по каждой разновидности t_{\min} , $t_{\text{нв}}$, t_{\max} . Представленная на рис. 6 зависимость свидетельствует, что даже при столь малом количестве работ стоимость проекта может возрастать многократно по причине неблагоприятных метеорологических условий. Полученные теоретические данные подтверждаются практическими многочисленными примерами. Проведение большого количества работ в сложных гидрометеорологических условиях увеличивает стоимость проекта многократно, и рассмотренный ранее пример доказательно и безальтернативно пресекает беспочвенные предположения по произведенным затратам иного толка. Практика применения сетевых методов свидетельствует о необходимости стремиться к возможно более точному определению временных оценок.

Учитывая значимую зависимость временных оценок от метеорологических условий при сетевом планировании и управлении, необходимо создавать востребованные кадры в области гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности в различных отраслях и комплексах [6, 7], а также накапливать временные оценки по отдельным видам работ в зависимости от метеорологических условий, подвергая их соответствующей обработке и анализу, с тем чтобы свести

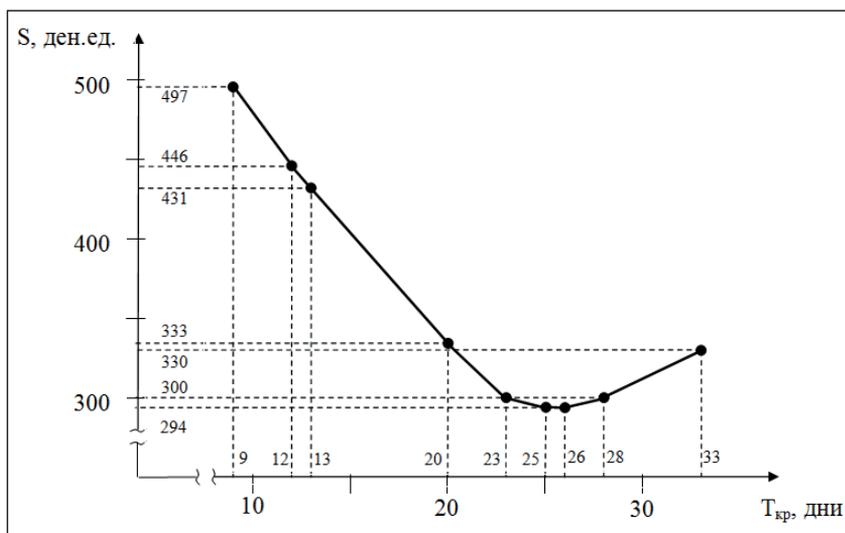


Рис. 6. Зависимость общей стоимости проекта от времени его выполнения

до возможного минимума неопределенность в прогнозировании продолжительности работ на предстоящих этапах разработки и создать нормативный фонд для будущих аналогичных работ.

Выводы

Новизна представляемого исследования заключается в постановке, теоретическом и прикладном рассмотрении комплекса вопросов методологии создания действующего механизма, сетевого планирования гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах.

В результате исследования получены следующие научно-методические результаты:

а) на основе анализа теории сетевого планирования рассмотрена возможность его использования в гидрометеорологическом обеспечении экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах;

б) предложены методики решения задач сетевого планирования гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах, в аспектах учета соблюдения сроков проектов, определения вероятности соблюдения планируемых событий, оптимизации стоимости сетевых проектов;

в) кратко представлена теория учебно-методического решения задач сетевого планирования при гидрометеорологическом обеспечении экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах, в дисциплинах Российского государственного гидрометеорологического университета.

Литература

1. Глазов М.М. Функциональная диагностика — основа повышения качества планирования и управления промышленным предприятием в условиях рыночной экономики. — СПб.: СПбГУЭФ, 2002. — 253 с.
2. Глазов М.М., Екишиев Т.К. Решение задач сетевого планирования гидрометеорологического обеспечения экономико-управленческой деятельности в отраслях и комплексах. — СПб.: РГГМУ, 2017. — 88 с.
3. Глазов М.М., Екишиев Т.К. Статистика. — СПб.: РГГМУ, 2016. — 154 с.
4. Глазов М.М., Черникова С.Ю. Управление затратами: новые подходы. — СПб.: РГГМУ, 2009. — 169 с.
5. Дивинский Л.И., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С., Солонин А.С., Симакина Т.Е. К вопросу об обнаружении облачности и осадков по данным доплеровского метеорологического радиолокатора // Учен. зап. РГГМУ. 2015. № 39. — С. 87–98.
6. Екишиев Т.К. Конкурентоспособность вузов и бизнеса: современные тенденции и взаимосвязь // Креативная экономика. 2013. № 3 (75). — С. 24–29.
7. Екишиев Т.К. Повышение конкурентоспособности системы образования на основе масштабного бенчмаркинга // Креативная экономика. 2014. № 8 (92). — С. 107–112.
8. Угрюмов А.И. Высшая школа российских гидрометеорологов // Учен. зап. РГГМУ. 2015. № 41. — С. 9–30.
9. Хандожко Л.А. Оптимальные погодо-хозяйственные решения. — СПб.: РГГМУ, 1999. — 253 с.