

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Санкт-Петербургский государственный университет
информационных технологий механики и оптики

А.А. Федотова, Ю.Н. Федотов, В.А. Платонова

ОСНОВЫ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург
2006

УДК 379.85

Федотова А.А., Федотов Ю.Н., Платонова В.А. Основы сетевого планирования и управления в физической культуре и спорте / Учебно-методическое пособие – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 15 с.

В учебно-методическом пособии рассмотрены основные положения сетевого планирования и управления в системе физической культуры и спорта. Учебно-методическое пособие предназначено для преподавателей физического воспитания и студентов, изучающих физическую культуру в рамках государственных стандартов высшего образования.

- © Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики, 2006.
- © А.А. Федотова, Ю.Н. Федотов, В.А. Платонова, 2006.

Основы сетевого планирования и управления в физической культуре и спорте.

Сетевое планирование и управление (СПУ) предназначено для описания комплекса взаимосвязанных работ. Это описание приводится с помощью сетевой модели. Объектом управления в СПУ является коллектив, располагающий определенными ресурсами (людскими, материальными, техническими, финансовыми и др.) и выполняющий комплекс взаимосвязанных работ, призванный обеспечить достижение намеченной цели. В физической культуре и спорте такими комплексами работ могут быть: организация и проведение праздников, спартакиад, соревнований; создание систем рационального функционирования государственных и общественных физкультурно-спортивных организаций, организация и проведение целевых мероприятий комплексного характера.

Важной особенностью СПУ является возможность математически точного и экономически целесообразного подхода к сложным вопросам организации, планирования и управления, что позволяет:

- четко отобразить структуру комплекса работ, выявить с любой степенью детализации составные части этого комплекса и установить их взаимосвязь;
- составить обоснованный план выполнения всего комплекса работ;
- осуществить обоснованное прогнозирование работ, требующих повышенного внимания (по срокам выполнения, ресурсам);
- более эффективно по заданному критерию использовать ресурсы;
- проводить многовариантный анализ различных решений по изменению последовательности работ, распределению ресурсов с целью сокращения общей продолжительности комплекса работ или сокращения ресурсов при данной продолжительности;
- использовать для обработки данных (больших массивов информации) современные средства вычислительной техники.

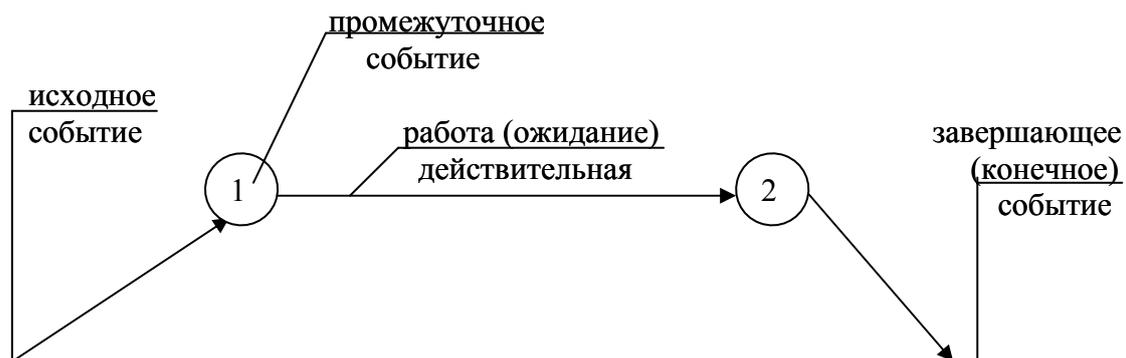
Для эффективного применения СПУ в любом комплексе работ необходимо иметь ясную цель и обоснованные критерии оценки. В большинстве случаев в СПУ применяется одноцелевая модель. Критериями могут минимизация сроков и затрат на отдельные работы при условии выполнения всего комплекса работ в установленное время (директивное). Многоцелевые модели по существу состоят из ряда одноцелевых и завершаются несколькими конечными событиями.

Систему СПУ в физической культуре и спорте можно охарактеризовать следующими признаками:

1. Уровнем руководства, использующим данную систему (спорткомитет, спортклуб, тренер и т.д.).
2. Количеством сетей (односетевая система, многосетевая система).
3. Объемом сетевой модели:
 - а) большой (более 1000 работ);
 - б) средний (до 1000 работ);
 - в) малый (до 200 работ).
4. Числом конечных целей:
 - а) одна (сетевая модель заканчивается одним завершающим событием);
 - б) много (сетевая модель заканчивается несколькими завершающими событиями).
5. Ограничение по ресурсам:
 - а) без ограничения по ресурсам (сетевая модель не содержит данных по ресурсам);
 - б) с ограничением по ресурсам (сетевая модель содержит информацию о ресурсах).
6. Планируемые и контролируемые параметры:
 - а) сроки выполнения отдельных работ;
 - б) сроки выполнения и затраты на проведение работ.

В настоящее время в области физической культуры и спорта используются модели малого и среднего объемов с контролем сроков (управление с оптимизацией по времени). В целом эффективность использования сетевых моделей возрастает по мере увеличения сложности комплекса работ.

Сетевая модель может быть изображена в виде сетевого графика или с помощью простых технических средств (перфорированных щитов с набором специальных фишек), либо путем использования световых, электронных и других аналогичных моделей. Наиболее распространенным является представление сетевой модели в виде сетевого графика – стрелочной диаграммы.



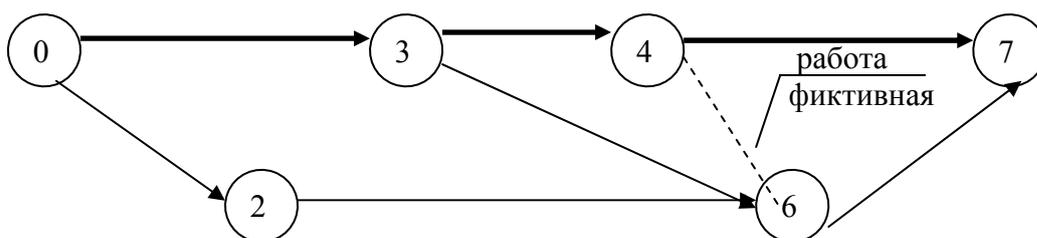


Рис. 1 Сетевая модель одноцелевая, ориентированная на событие.

Основными элементами сетевых моделей являются работы (операции) и события.

Термин «работа» применяется в широком смысле и может иметь следующие значения:

а) действительная работа в прямом смысле слова (например – подготовка трассы соревнований), требующая затрат труда, материальных ресурсов и времени;

б) ожидание, не требующее затрат труда и материальных ресурсов, но занимающее некоторое время (например – затвердевание льда после заливки открытой площадки зимой);

в) зависимость – связь между двумя или более событиями, не требующая затрат труда, материальных ресурсов и времени, но указывающая, что возможность начала одной операции непосредственно зависит от выполнения другой. (Такую зависимость принято называть фиктивной работой, продолжительность которой равна 0).

Действительные работы и ожидания показываются в сети сплошными стрелками, а фиктивные пунктирными. Каждая определенная работа должна обозначаться одной стрелкой, причем длина стрелки не отображает ни продолжительности, ни значимости операции и определяется только требованиями удобства и ясности при построении сети. Направление стрелки не имеет векторного смысла и только показывает ход времени от одного события к другому.

Всякая работа в сети соединяет два события: предшествующее (являющееся для нее начальным) и следующее за ней (конечное). Если дать каждому номер (код, шифр), то любую работу при этом способе можно закодировать номерами событий (0, 1, 2, 3, 4, 5...). Например, работа сетевого графика обозначается как (0,1), (0,2), (1,2), (2,5), (1,3) и т.д.

Продолжительность выполнения работ обычно измеряется в единицах времени и показывается над стрелкой, обозначающей определенную работу.

Понятие «событие» может иметь следующие значения:

- 1) исходное событие – начало выполнения комплекса работ;
- 2) завершающее событие – конечное событие, означающее достижение конечной цели комплекса работ;
- 3) промежуточное событие, как результат одной или нескольких работ, представляющих возможность начать одну или несколько непосредственно следующих работ. Продолжительность события во времени всегда равна 0 (нулю). Событие определяет состояние, а не процесс.

Любая последовательность работ в сетевом графике, в котором конечное событие каждой работы этой последовательности совпадает с начальным событием следующей за ней работой, называется путем.

Понятие пути необходимо для проведения анализа сети.

Пути в сетевом графике могут быть трех видов:

- 1) путь, начало которого совпадает с исходным событием сети, а конец – с завершающим, называется полным путем;
- 2) путь от исходного события сети до данного события называется путем, предшествующим этому событию, и путь, соединяющий это событие с завершающим событием, называется путем, следующим за данным событием;
- 3) путь, соединяющий какие-либо два события i и j , из которых ни одно не является исходным или завершающим событием сетевого графика, называется путем между событиями i и j ;
- 4) путь, имеющий небольшую продолжительность от исходного события до завершающего, называется критическим.

При составлении сетевых графиков необходимо придерживаться нескольких логических правил.

1. Каждая работа должна быть заключена между двумя событиями. В сети не может быть работ, имеющих одинаковые коды.
2. В сети не должно быть событий, на которых не выходит ни одной работы, если только это событие не является для данного графика завершающим. Соответственно, в сети не должно быть события, в которое не входит ни одной работы, если только это событие не является исходным.
3. В сетевом графике не должно быть замкнутых контуров.

В сетевом графике, ориентированном на события, работы изображаются стрелками, а события кружками с цифровыми индексами. Такой сетевой график считается традиционным. Кроме этого есть способ изображения сетевых графиков, ориентированных на работы. В этом случае кружками обозначают работы, а стрелки обозначают взаимосвязи, существующие между ними. Числа над стрелками в та-

ком случае обозначают ограничения по времени предыдущей работы. Это ограничение заключается в том, что для начала работы j необходимо, чтобы время, истекшее с начала предыдущей работы i , было не меньше заданной величины t_{ij} , что позволяет выполнить всю или часть работы i (обычно величина t_{ij} является временем работы i). Преимущество данного метода в том, что он позволяет водить в модель новые ограничения или изменять взаимосвязи между работами путем добавления новых стрелок; при этом не приходится переделывать общее построение сети. В сетевой модели без событий переход от перечня работ к сетевому графику определяется однозначно и не требует кодирования каждой работы по номерам событий.

Традиционный способ составления сетевых моделей получил широкое распространение по причине хорошо разработанной системы анализа сетевых графиков, ориентированных на события.

В настоящее время в области физической культуры и спорта все временные параметры сетевых моделей рассчитываются на основе графиков, ориентированных на события, исходя из временных оценок продолжительности операций, задаваемых исполнителям работ. Обычно временные оценки задаются в днях или часах экспертным методом.

При этом детерминированный характер продолжительности работ целесообразно заменять вероятностной оценкой. В таком случае продолжительность работ имеет две или три вероятные оценки времени. При «трехвременном подходе» оценки представляют собой максимальное, наиболее вероятное и минимальное время выполнения отдельной работы с учетом известного или предполагаемого наличия трудовых ресурсов.

Минимальное время t_{\min} – это время, необходимое для выполнения работы при наиболее благоприятном стечении обстоятельств. Считается, что вероятность выполнения работы в срок – меньший, чем t_{\min} , очень мала или практически отсутствует.

Максимальное время t_{\max} – это время, необходимое для выполнения работы при наиболее неблагоприятном стечении обстоятельств. Принято, что вероятность выполнения работы за срок – больший, чем t_{\max} , крайне мала, и ею также можно пренебречь.

Наиболее вероятное (нормальное) время $t_{\text{нв}}$ – это продолжительность работы, имеющая место при нормальных, чаще всего встречающихся условиях выполнения данной работы.

Следовательно, это такое время, которое, по мнению исполнителя (эксперта), будет иметь место, если комплекс работ будет осуще-

ствляться по плану, а трудностей будет не больше и не меньше, чем обычно встречается при проведении таких работ.

Действительная же продолжительность работы рассматривается как величина случайная, вероятность которой подчиняется нормальному закону распределения. Ожидаемое время выполнения работы (тож) представляет собой математическое ожидание этой случайной величины.

тож – это величина расчетная:

1) в случае трех оценок:

$$тож_i = \frac{t_{\min i} + 4n_i v_i + t_{\max i}}{6}$$

2) в случае двух оценок:

$$тож_i = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$$

Разброс случайной величины тож определяется при помощи дисперсии σ^2 , которая равна квадрату отклонения случайной величины от ее математического ожидания.

В случае использования трех временных оценок принято допущение, что дисперсия равна:

$$\sigma^2_{ож_i} = \left(\frac{t_{\max} - t_{\min}}{6} \right)^2$$

В системе с двумя оценками дисперсия равна:

$$\sigma^2_{ож_i} = 0,4 (t_{\max} - t_{\min})^2$$

Пользуясь данными формулами, можно получить расчетную продолжительность всех работ по экспертным оценкам и дать исходные данные для составления сетевого графика организации подготовки соревнований в виде таблицы 1.

Таблица 1

№	События	Код работ предшеств. событию	Продолжительность работ (в днях)			
			экспертная оценка			расчет
0	Получено распоряжение о начале подготовки к соревнованиям	-	-	-	-	-
1	Закончена подготовительно-распределительная часть работ	0-1	2	3,5	2,5	2,6
2	Решены вопросы финансирования отдельных видов работ	1-2	2,2	2,7	-	2,4
3	Решены вопросы подготовки документации	2-3	1,4	1,6	1,5	1,5
4	События и соответствующие работы, связанные с подготовкой документации к соревнованиям	3-4	0,7	1,7	0,9	1
5		4-5	0,5	0,7	0,6	0,6
6*		5-6	0,9	1,1	1	1
6		3-6	2,9	4,5	3,4	3,5
7		6-7	0,2	0,4	0,3	0,3
15		7-15	0,4	1,2	1,1	1
16*		15-16	0,03	0,13	0,1	0,1
8		Оформлены документы материально-технического снабжения	2-8	0,4	0,8	0,45
9	Решены вопросы подготовки трассы соревнований	8-9	0,3	1,7	0,4	0,6
12	События и соответствующие работы, связанные с материально-техническим снабжением	9-12	1,6	3,2	1,8	2
13		12-13	0,6	1,8	0,9	1
14		13-14	0,09	0,39	0,33	0,3
16		14-16	0,5	0,7	0,6	0,6
18		16-18	0,4	0,8	0,6	0,6
10	События и соответствующие работы, связанные с подготовкой трасс соревнований	9-10	1,5	2,75	-	2
11		10-11	2	4,5	-	3
17		11-17	1,8	2,3	-	2
18*		17-18	0,08	0,24	0,22	0,2
19	Закончена проверка состояния готовности к соревнованиям	18-19	0,6	1,4	0,7	0,8
20	Устранены все замечания по подготовке к соревнованиям – достигнута полная готовность к проведению соревнований	19-20	0,8	1,6	0,9	1

* - звездочкой обозначены сложные события, имеющие на входе более одной работы. Такое событие не может осуществляться без выполнения предшествующих работ.

Пользуясь данными табл. 1 можно составить сетевой график организации подготовки соревнований (рис. 2), ориентированный на со-

бытия и дать анализ основных временных параметров организации подготовки данных соревнований.

К основным временным параметрам сетевого графика относятся: критический путь, резервы времени событий, резервы времени работ.

1. Продолжительность (длина) пути равна сумме продолжительности работ его составляющих и обозначается $L(t)$.

Например в рассмотренной сети продолжительность пути $L_1(0, 1, 2, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 19, 20)$ равна: $L_1(t) = t_{ож(0-1)} + t_{ож(1-2)} + t_{ож(8-9)} + t_{ож(9-10)} + t_{ож(10-11)} + t_{ож(11-17)} + t_{ож(17-19)} + t_{ож(18-19)} + t_{ож(19-20)} = 2,6 + 2,4 + 0,5 + 0,6 + 2 + 3 + 2 + 0,2 + 0,8 + 1 = 15,1$ дн.

2. Путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется критическим, он обозначается $L_{кр}$, а его продолжительность $T_{кр}$.

В рассматриваемом примере $L_1(t) = T_{кр}$. Критический путь выделяется на графике двойной линией. Понятие критического пути является одним из главных в сетевом планировании. Длина критического пути определяет общую продолжительность всего комплекса работ. Значит, для того, чтобы ускорить выполнение комплекса работ, необходимо в первую очередь принять меры к сокращению продолжительности работ, находящихся на критическом пути. Такая информация позволяет руководителям комплекса работ сосредоточить внимание на критическом пути, используя в необходимых случаях резервы на других путях выполнения комплекса работ.

В данном случае критический путь связан с подготовкой трасс (мест) соревнований.

3. Резервом времени R любого пути L называется разность между продолжительностью критического пути и рассматриваемого пути:

$$R(L)_i = T_{кр} - L(t)_i$$

Следовательно, $R(L)$ показывает, насколько (в сумме) могут быть увеличены продолжительности всех работ, принадлежащих данному пути, чтобы при этом не изменился общий срок выполнения всего комплекса работ в целом.

4. Ранние и поздние сроки начала и окончания работ. Для любой операции комплекса работ сетевая модель позволяет рассчитать самый ранний из возможных сроков начала работы i , обозначенный $t_{пнi}$, соответственно также самый поздний срок окончания работы $t_{пнi}$, соответственно также самый ранний срок окончания работы $t_{поi}$, и наиболее поздний срок окончания работы – $t_{поi}$.

Любая работа может начаться только в том случае, если все другие, предшествующие ей и лежащие на путях, ведущих к этой работе, будут окончены. Но среди этих предшествующих работе i путей

всегда имеется наибольший по продолжительности или максимальный, предшествующий данной работе путь.

Обозначив этот путь $L(J, \dots, i)_{\max}$, получим

$$t_{pni} = t [L (J, \dots, i)]_{\max},$$

где J – исходная работа в сетевом графике.

Ранний срок начала любой работы i равен суммарной продолжительности работ, лежащих на максимальном из путей, ведущих к данной работе от исходной работы в сети, т.е. на максимальном из предшествующих работе путей. Исходя из такого определения раннего срока начала любой работы t_{pni} имеем, что ранний срок окончания любой работы равен ее раннему сроку начала плюс ее продолжительность t_i , т.е.

$$t_{poi} = t_{pni} + t_i$$

Поздние сроки окончания любой работы i равны разности между продолжительностью критического пути и суммарной продолжительностью работ, лежащих на максимальном из путей, ведущих от данной работы к завершающей работе сетевого графика, т.е. на максимальном из следующих за работой i путей.

Если обозначить максимальный путь (следующий за работой i) – $L(i, \dots, c)_{\max}$, то получим:

$$t_{poi} = T_{кр} - t[L(i, \dots, c)_{\max}],$$

где c – завершающая работа в сети.

Срок позднего начала любой работы будет равен $t_{pni} = t_{poi} + t_i$

Для примера определим ранние и поздние сроки наступления событий $t_p(i)$ и $t_n(i)$ по сетевому графику на рис. 1.

$$t_{pn}(i, j) = t_p(i);$$

$$t_{pn}(i, j) = t_n(j) - t_{ож}(i, j);$$

$$t_{pn}(7 - 15) = t_p(7) = 10 \text{ дн.}$$

$$t_p(7) = 2,6 + 2,4 + 1,5 + 3,5;$$

$$t_n(7) = 15,1 - (1 + 0,1 + 0,6 + 0,8 + 1) = 11,6 \text{ дн.}$$

По тому же графику получим:

$$t_p(9) = t_n(9) = 2,6 + 2,4 + 0,5 + 0,6 = 6,1 \text{ дн.}$$

$$t_p(16) = 11,1 \text{ дн.}, \quad t_n(16) = 12,7 \text{ дн.}$$

$$t_{po}(i, j) = t_p(j) - t_{ож}(i, j);$$

$$t_{po}(i, j) = t_n(j);$$

$$t_{po}(7 - 15) = t_p(15) = 12,6 \text{ дн.}$$

$$t_{po}(7 - 15) = t_p(7) + t_{ож}(7 - 15) = 10 + 1 = 11 \text{ дн.}$$

$$L_2(t) = 2,6 + 2,4 + 0,5 + 0,6 + 2 + 1 + 0,3 + 0,6 + 0,6 + 0,8 + 1 = 12,4$$

дн.

$$L_3(t) = 2,6 + 2,4 + 1,5 + 3,5 + 1 + 0,1 + 0,6 + 0,8 + 1 = 13,5 \text{ дн.}$$

$L_4(t)=2,6+2,6+2,4+ 1,5 + 1 + 0,6 + 1 + 0,1 + 0,6 + 0,8 + 0,1=12,9$
дн.

$$R(L_1) = T_{кр} - L_1(t) = 0$$

$$R(L_2) = T_{кр} - L_2(t) = 15,1 - 12,4 = 2,7 \text{ дн.}$$

$$R(L_3) = T_{кр} - L_3(t) = 15,1 - 13,5 = 1,6 \text{ дн.}$$

$$R(L_4) = T_{кр} - L_4(t) = 15,1 - 12,9 = 2,2 \text{ дн.}$$

$$R(L_y) = L_y(t) - T_{кр},$$

где $R(L_y)$ – резерв по отношению к установленному (директивному) сроку выполнения всего комплекса работ.

Отрицательный резерв времени по отношению к установленному показывает, что задание не может быть выполнено в срок при заданных ресурсах. В данном случае на подготовке соревнований требуется более 15,1 дней. Наиболее напряженной по фактору времени оказывается подготовка трасс (мест) соревнований. По цепочкам работ, связанным с подготовкой документации и материально-техническим снабжением есть резервы времени.

Чтобы точнее определить возможность выполнения всего комплекса работ по отдельным работам, соответствующим критическому пути, рассчитать аргумент нормальной функции распределения и определить возможность выполнения работы в директивный срок $L_y(t)$.

Аргумент нормальной функции распределения (Z) дает возможность определить вероятность (P) по известным из математической статистике соотношениям.

Таблица 2

0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2
0,5	0,53	0,65	0,72	0,78	0,94	0,97

Расчет Z ведется по формуле:

$$Z = \frac{L_y(t) - T_{кр}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sigma^2_i t^2_{ож\ i}}}$$

$$\text{В нашем случае } Z = \frac{16 - 15,1}{1,46} = \frac{0,9}{1,21} = 0,74$$

При этом вероятность выполнения всего комплекса работ в заданные сроки не превышает 0,75. Для повышения вероятности подготовки соревнований в срок необходимо увеличить трудовые ресурсы на подготовку трасс (мест) соревнований или увеличить директивный срок выполнения всего комплекса работ на один день. В таком случае вероятность выполнения работ в срок будет близка к единице. В конечном счете, применение сетевого планирования позволяет принимать обоснованные решения.



История развития кафедры физического воспитания и валеологии.

Кафедра физического воспитания и спорта ИТМО была создана в 1938 году . С 1943 по 1979 год заведующим кафедры физического воспитания и спорта был Николай Федорович Пашковский . Кафедра физического воспитания и спорта ИТМО всегда ставила своей целью дать студентам общую и физическую подготовку , укрепить их здоровье , выявить индивидуальные способности для совершенствования в различных видах спорта .

Каждый студент ИТМО хорошо знает , что успехов в науке добьется только тот , кто обладает железным здоровьем , кто развивает в себе силу , быстроту , кто регулярно занимается спортом .

В течение многих лет спортклуб института занимал ведущее место в смотре-конкурсе на лучший коллектив культуры среди ВУЗов Ленинграда .

Сборные команды баскетболистов , борцов , шахматистов успешно выступали в соревнованиях на первенство ВУЗов Ленинграда и во Всесоюзных состязаниях . Ряд ведущих спортсменов университета входил в состав сборных команд спортивных обществ города и Советского Союза .

В университете были воспитаны такие спортсмены , как чемпионка по спортивной гимнастике Т. Манина , призеры международных соревнований и Олимпийских игр , мастера спорта В. Зинин , Е. Городкова , Ю. Поваров , Л. Никитина , Т. Смекалова , Г. Кириленко . Сейчас кафедру физического воспитания и спорта возглавляет доцент Щедрин Юрий Николаевич .

