

04-4  
7357

П-25815

Бениз

ЧТО ДОЛЖЕН ЗНАТЬ ИНЖЕНЕР О СИСТЕМЕ PERT

Harry G. Benis

What the Engineer Should Know about

PERT

(Перевод с английского)

Источник: Electronic Industries,  
1963, V, p. 217-219,  
255.

Переводчик Руденко М.Г.  
Редактор Белогорский В.О.

Объем: 0,44 а.л.

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
технико-экономических исследований и информации по радиоэлектронике

---

PERT — средство планирования и контроля НИР и ОКР, получившее название "статистико-схемная теория" — стремительно завоевывает сторонников в правительственных сферах и промышленности.

В настоящее время отпочковывается новая категория инженеров-разработчиков, которые раз и навсегда переходят к собственным им методам и идеям, но сейчас неохотно берутся за работу в качестве программистов, занимающихся схемами планирования и контроля, консультантов, экспертов по надежности и других специалистов.

Инженеры-разработчики и производственники, получив объяснение, как действует "схемная теория" на этом, вероятно, и остановятся.



---

Эра инженера-разработчика, заинтересованного только техническими проблемами и ведущего в одиночестве разработку своих проектов, закончилась. В наши дни инженер-разработчик связан со специалистами по психо-физическим факторам, надежности, технико-экономическому анализу, промышленному проектированию, программированию электронных вычислительных машин и, как раз, с методами руководства программами.

Многие инженеры неохотно принимают новые методы и функции, которые могут выявить недостатки в их подходе к проектированию, планированию, графикам и использованию пригодной рабочей силы. Это может частично объясняться боязнью критической оценки их деятельности со стороны администрации. Тем не менее, в течение последних двух лет занял выдающееся положение другой тип специалиста, овладевшего новой методикой планирования и контроля программ, базирующейся на статистико-схемной теории. Она может быть названа PERT (Методика планирования и контроля выполнения НИР и ОКР<sup>x)</sup>) или СРМ (Метод критического пути<sup>xx)</sup>).

Приблизительно два года назад с этой теорией и применением схем контроля были ознакомлены инженерный и руководящий персонал отделения ракетной техники и вооружения фирмы General Electric. Ознакомление осуществлялось при помощи собраний и семинаров; первоначально реакции были различными. Были пренебрежительные и едкие замечания:

- "Я это постоянно делаю в уме".
- "Уже сейчас 10 человек стоит у меня над душой, никого больше добавлять не нужно".
- "Пусть этим займется другая группа, мне подсунули "горящую" программу и у меня нет времени на эту чепуху".
- "Заказчики ведь не просят этого, зачем нам беспокоиться?"
- "Я уже десять лет участвую в этом деле, и знаю, как планировать программу без всех этих штучек".

---

x) PERT - Performance Evaluation Review Technique.

x) СРМ - Critical Path Method.

- "Эта методика может быть хороша для программы стоимостью 10 млн. долл., но не для моего контракта НИР и ОКР на сумму 250 000 долл."

### Методика заслуживает изучения

Более восприимчивый или непредубежденный инженер, особенно если он знаком с основами статистики и линейного программирования, чистосердечно соглашается, что эта методика заслуживает внимательного изучения. Более того, большинство инженеров признают, что при создании первоначальных графиков программ обычно встречаются чрезвычайные трудности. И действительно, составление графика часто практически "невозможно".

Статистический, научный, детализированный анализ программы дает инженеру, ответственному за ее выполнение, благоприятную возможность убеждать не только руководство компании, но также и заказчика в том, что он знает, что ему следует делать и какая логическая последовательность необходима для выполнения реальной программы по графику.

Рассмотрим теперь первое применение схемной теории к субсидируемой правительством небольшой программе НИР и ОКР. Статистико-схемная теория была применена к случайно выбранному объекту, преимущественно для ознакомления с новой методикой и выявления ее доктрин. Методика PERT была использована не столько потому, что ей отдавали предпочтение перед методом критического пути или другими подходами, а в силу того, что ее подход казался более пригодным для оборонной работы.

### Этапы применения схемы

Первый этап состоит в подготовке сокращенного описания модели схемы, базирующейся на ключевые события всей программы. Проводятся тщательное рассмотрение взаимосвязи между этими событиями и анализ всех действий, которые должны быть завершены до того, когда программа может считаться выполненной.

Взаимозависимость событий не обязательно может быть выделена явно лишь в обусловленной графе.

В качестве второго логического этапа разрабатывается несколько более детализированная схема. Основной вопрос этапа: - "Насколько должна быть детализирована схема?". Исключительно детализированное дробление приведет к многочисленности действий и событий, слишком обременительной для расчетов, осуществляемых вручную или электронной вычислительной машиной. Но, чтобы включить все основные действия, необходимые для определения критических путей во всем графике, схема должна быть достаточно детализирована.

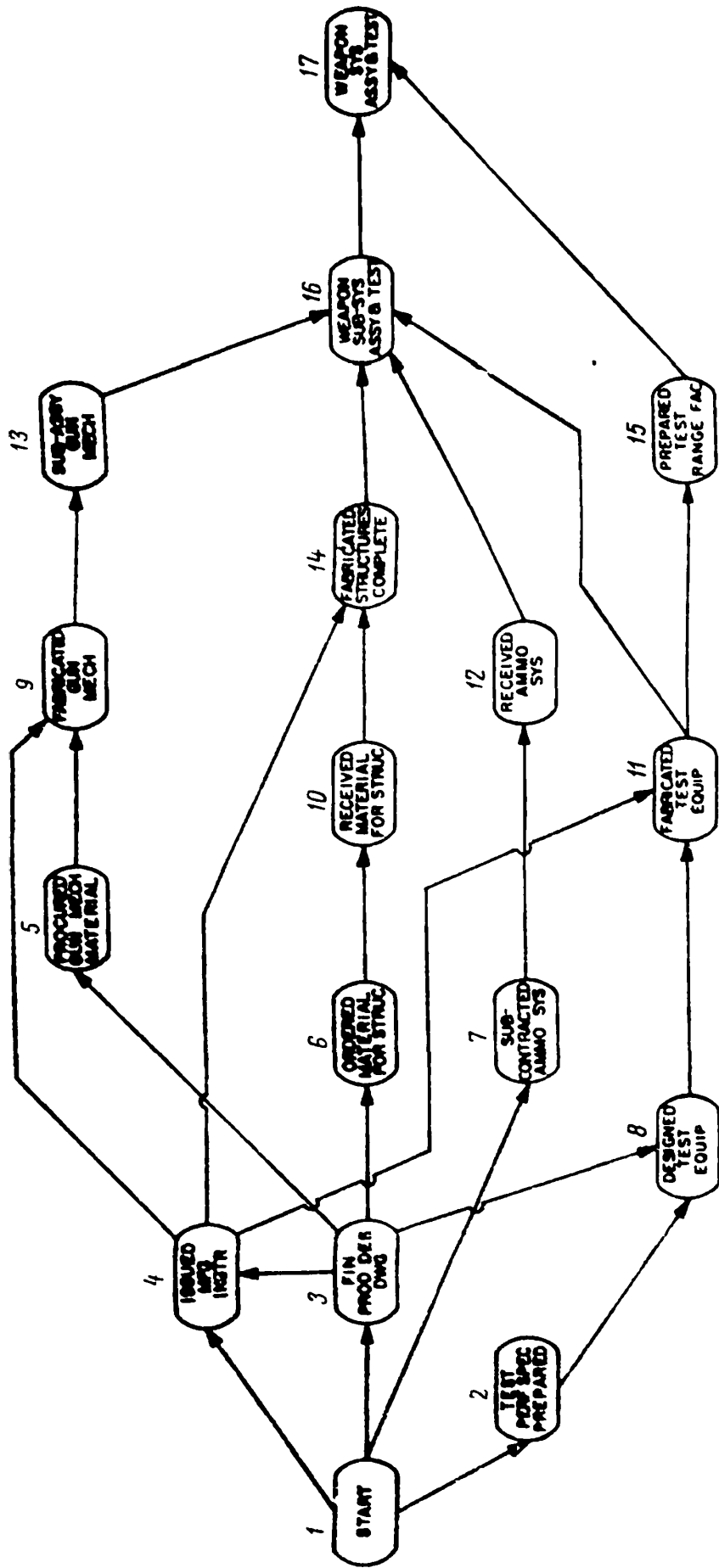


Рис. I. Схема должна содержать детализацию всех основных действий с тем, чтобы определить критические пути графика:

1 - начало; 2 - проверка исполнения подготовленных технических условий (ТУ); 3 - окончание производства чертежей проектом; 4 - выпуск производственных инструкций; 5 - поставка материалов для оружейного механизма; 6 - заказ материалов для устройств; 7 - изготовление субконтракта на комплект боеприпасов; 8 - проектирование контрольно-измерительной аппаратуры; 9 - изготовление оружейного механизма; 10 - получение материалов для устройств; 11 - изготовление контрольно-измерительной аппаратуры; 12 - получение комплекта боеприпасов; 13 - сборка узлов оружейного механизма; 14 - комплектровка изготовленных устройств; 15 - подготовка всего круга испытаний оборудования; 16 - сборка и испытание субсистем вооружения; 17 - сборка и испытание системы вооружения

Третий этап является основным. Схема, изображенная на рис.1, должна основываться на использовании имеющихся ресурсов, которыми являются: нормальные сроки выполнения определенных действий, наличная рабочая сила, а также и тот факт, что отсутствует сверхурочное время.

Оптимистическая оценка времени действия основывается на предположении, что весь процесс проходит гладко, "без сучка и задоринки" - это наиболее редкое, но желательное условие.

Для оценки наиболее вероятного времени следует продумать свою рабочую загрузку, первоочередность в программе, состояние разработки, проблемы закупок и наличие рабочей силы.

Пессимистическая оценка времени является бесспорно наиболее неправильно понимаемой. Она относится к любым неблагоприятным условиям или короче - "стихийным бедствиям" - как, например, неприемлемый конструктивный подход, неудача при изготовлении приемлемых образцов сложной отливки после седьмой разливки, катастрофический отказ при испытании, нарушение поставки или поставка несоответствующего оборудования, предоставленного правительством.

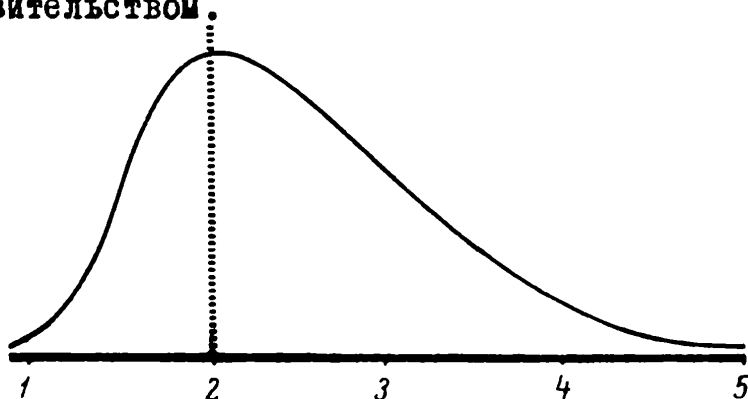


Рис. 2. Графическая оценка трех расчетов времени часто распределяется односторонне в направлении оптимистической оценки времени

Наглядное сопоставление трех оценок времени (рис.2) часто показывает, что их распределение отклоняется в сторону оптимистической оценки.

### Кто выполняет все эти работы?

Мы не упоминали о том, кто должен выполнять эту работу. Попробуем разьяснить сейчас. Достаточно компетентным для того чтобы составить схему, является только один ведущий инженер-разработчик (или несколько, в случае большой программы). Если схема будет разрабатываться лицом или группой лиц, недостаточно близко знакомых с деталями всей программы, то схема непременно будет обманывать ожидания. Более того, при

работе над первоначальным вариантом схемы необходима тесная координация с квалифицированными техническими программистами и консультантами. Эти специалисты предлагают техническому руководителю (или руководству системами) свои соображения, которые требуются ему, как инженеру-разработчику.

После того как закончена разработка схемы с оценкой времени действия, инженер может иметь небольшую передышку, пока эксперты по схеме последовательно преобразуют данные.

В отделении ракетной техники и вооружения фирмы General Electric программирование схемы было осуществлено с превосходными результатами на небольшой цифровой вычислительной машине, которая обработала схемы с 500 событиями и 750 действиями. Дальнейшие мероприятия включают ориентированный по срокам график первоочередности операций. Ознакомление с первоначальным расчетом вычислительной машины приводит в уныние. Например, в нашей специальной программе результаты показали четырехмесячное промедление для программы с годовичным сроком по контракту. По отношению инженеров к результатам первых вычислений можно судить о их зрелости и серьезности. Широко мыслящий энергичный инженер подвергнет сомнению такой результат и охотно готов приняться за повторное, детализированное рассмотрение схемы.

Изучение критических путей укажет, где должны быть внесены коррективы, и особенно в том случае, когда анализируется вся программа, этап за этапом. Это даст ясно очерченную картину того, где в графике возникнут проблемы: на стадии предварительного или же детального конструирования, при изготовлении, организации поставок, предварительном испытании и сборке, при окончательном испытании или, весьма возможно, при комбинации двух (или более) основных этапов программы.

#### Кое-что о последующих мероприятиях в системе PERT

Теперь инженер имеет уже кое-что для углубленного, более тщательного рассмотрения, а именно: детализированный график с преимуществами и недостатками, присущими планируемой программе. Однако предстоит работа по сокращению первого, второго ... и т.д. критических путей. Она не может быть легко выполнена лишь путем сокращения первоначальных оценок времени для каждого действия и в надежде на лучшее. Первоначальные оценки времени фактически нельзя изменять безосновательно. Решение задачи следует искать с учетом параллельных путей: авансирования материальным обеспечением тех тем программы, для которых потребуется долговременное проведение разработок, перемещения рабочей силы, обеспечения сверхурочным временем и других мер, обычно принимаемых к "горящим", угрожаям

этапам всей программы. Повторный анализ, проводимый после указанных перераспределения ресурсов и изменений в планах критических путей, должен будет показать улучшения во всем плане. Расчет на вычислительной машине в этом случае является чем-то более обнадеживающим, давая указание о восьминедельном отставании на этапах конструирования и производства. Этап испытаний выглядит хорошим. Он представляет собой основное достижение графика — сокращение на девять недель отставания, полученного по первоначальному расчету на вычислительной машине.

### Вопрос, на который трудно ответить

Теперь возникает вопрос о том, сколь далеко следует заходить в анализе и пересмотре детализированной схемы. Откровенно говоря, на этот вопрос трудно ответить. Должно быть проведено тщательное рассмотрение требований заказчика к первоочередности, а также многих других относящихся к делу факторов, чтобы окончание программы по графику стало вероятным. В данном рассматриваемом примере было выяснено, что ожидаемое восьминедельное отставание оказалось все же чрезмерным, являясь более чем 10%-ным превышением требований контракта. Вследствие этого были проведены третье рассмотрение и ревизия критических путей схемы.

На этом этапе были устранены все задержки и внесены изменения на значительно более строгой основе, включая оценку этапов проектирования и изготовления с точки зрения первоочередности и улучшения руководства долговременными темами на основе (рассчитанного) риска. Окончательно пересмотренная схема представлена на рис.3.

На этот раз результаты расчета на вычислительной машине оказались значительно более обнадеживающими. Данные показали четырехнедельное отклонение относительно сроков испытаний и фактически преобладающие шансы на совпадение с графиком. Однако не следует ожидать, что с этим будет покончено одним ударом. Необходимо периодически анализировать и пересматривать схему через месяц или два для того, чтобы быть на уровне требований о фактическом соответствии работы и графика.

### Суть проблемы

Теперь мы подошли к сущности и содержанию всей проблемы. Схема разработана, проанализирована и пересмотрена, но эти операции являются только средствами достижения цели. Реальный перечень работы, информация, в которой действительно нуждается инженер, являются лишь предварительными частями анализа на вычислительной машине, построенного таким образом, чтобы получить календарно-ориентированный график очеред-



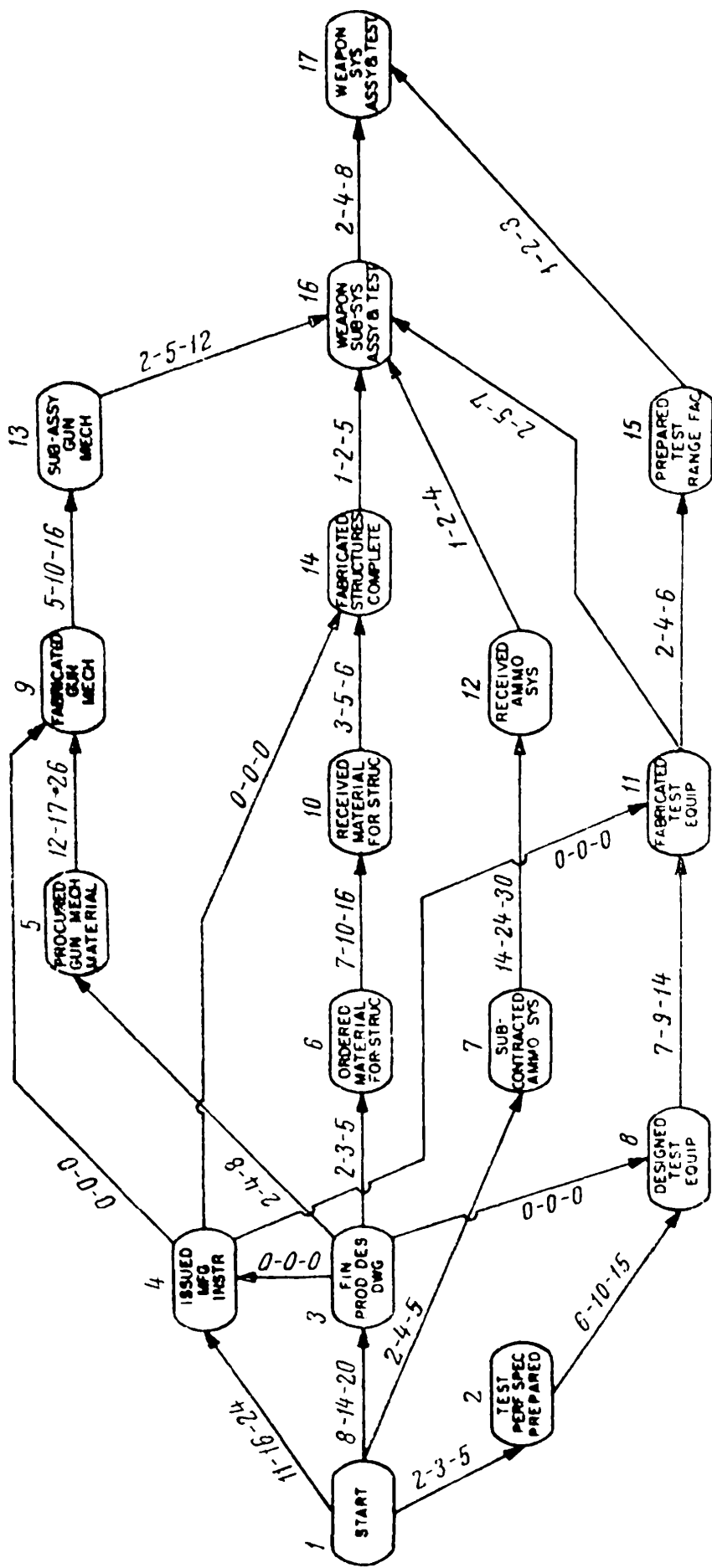


Рис. 3. Третья, окончательно пересмотренная схема, датированная с точки зрения первоочередности и улучшенного руководства при рассчитанном риске (позиции те же, что и на рис.1)

ности операции. при современном стремлении к акронимам для сокращения терминологии его следует называть СОРОС<sup>х)</sup>.

Автор убежден, что жемная теория вошла в практику и стала ее опорой. Чтобы осуществлять громадную программу и оценивать ее выполнение, в последнее время выявилась необходимость сочетания графиков и стоимостей работ, однако в этой области нужно будет еще много потрудиться. Но все новое и ценное имеет трудности роста.

Существуют проблемы обучения, инструктажа и применения. С удовлетворением следует отметить, что правительственные органы США, в частности Министерство военно-морского флота, возглавили эти усилия.

Особый интерес представляет требование правительственных агентств о схемном анализе заявок на подряды. Мыслится, что в результате этого возможно присуждение контракта претенденту, обладающему более длительным графиком программы и ее большей стоимостью, поскольку такой претендент наверняка проанализировал проблему.

Эра "закупок"<sup>хх)</sup> и беспокойства о последующих может быть близка к своему концу.

---

х) СОРОС - Calendar Oriented Priority Operations Schedule.

хх) Т.е. получения контрактов без апробации. Прим.ред.

Ур-253898

ОЭ 1964.  
Акт. № 1010

**System Lab**

system-laboratory.ru