

Организация и планирование производства

Л–Планирование инновационных процессов

- 1 Цели, задачи, содержание, инструмент
- 2 Критерии эффективности выполнения планируемых работ (достижения целей)
- 3 Сетевой график
- 4 Режимы функционирования системы Сетевого планирования и управления (СПУ)
- 5 Виды сетевых моделей и порядок их построения
- 6 Управление инновационной деятельностью с помощью сетевой модели
- 7 Методы определения трудоёмкости сетевого графика
- 8 Численность научно-производственного персонала
- 9 Составление плана-графика

1 Цели, задачи, содержание, инструмент

Планирование – формирование образа желаемого будущего, процесс разработки и принятия целевых установок и определение путей их наиболее эффективного достижения.

Планирование инновационных процессов включает в себя формирование **целей** (минимизация сроков выполнения работ) и определение возможных **путей достижения** поставленных целей, оценку **необходимых ресурсов** и **координирование совместных действий** участников этих работ.

Работы по созданию и освоению инновационного проекта **сгруппированы** по этапам:

1. Предпроектное исследование (ППИ — НИР).
2. Конструкторская подготовка производства (КПП).
3. Технологическая подготовка производства (ТПП).
4. Освоение проекта (новой продукции) (ОП).

2 Критерии эффективности выполнения планируемых работ (достижения целей)

Для оценки степени рациональности принимаемых решений по созданию инноваций необходимо выработать **критерий эффективности** разрабатываемого плана.

Системный подход предполагает учет трех критериев:

- **продолжительность** всего комплекса работ;
- **достижимость заданного уровня качества** результатов;
- **объем требуемых ресурсов**.

Возникает многокритериальная задача, решить которую можно выбором: **два из трех** критериев переводятся в ограничения, а по

третьему определяется наилучший вариант. Например, проект следует закончить к **определенному времени**, затратив **выделенное количество ресурсов**, тогда наилучшим считается вариант, обеспечивающий **лучшие качественные** характеристики.
Время, ресурсы —> вариант, обеспечивающий лучшее качество;
Время, качество —> минимальные ресурсы;
Ресурсы, качество —> минимальное время.



3 Сетевой график

Для планирования инновационных процессов применяется **метод сетевого (вероятностного) планирования и управления (СПУ)** — это комплекс графических и расчетных методов, организационных мероприятий и контрольных приемов, обеспечивающих моделирование, анализ, динамическую перестройку плана сложных проектов.

Основным **плановым документом** в системе СПУ служит **сетевой график**, представляющий собой **информационно-аналитическую модель**, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения конечного результата.

Обычно в модель СПУ **включаются только данные о временных параметрах** и отсутствуют данные о стоимости работ и ресурсов, т.е. это система, с помощью которой производится **оптимизация по времени процесса выполнения комплекса работ, описываемых одной сетью**.

Сетевой график (стрелочная диаграмма, сетевая модель, логическая сеть) — наглядное изображение проекта в виде графа, отображающее технологическую взаимосвязь между работами.

Работами называются любые процессы, действия, приводящие к достижению определённых результатов (событий), например, разработать эскиз технологической оснастки для изготовления. Изображается **стрелкой**, длина стрелки не зависит от продолжительности работы.

События — моменты начала работ или результаты произведённых работ. Событие не является процессом, не имеет продолжительности во времени — Эскиз разработан. Изображается **кружком**.



Рис. 26.2. Сетевой график разработки нового изделия

Сетевой график показывает состав работ и их взаимосвязь. Преимущество сетевого графика состоит в удобстве работы с ним (добавление дополнительных работ) и в возможности динамического управления ходом работ.

4 Режимы функционирования системы Сетевого планирования и управления (СПУ)

Система СПУ функционирует **последовательно** в трех режимах:

1. Предварительного планирования.
2. Исходного планирования.
3. Оперативного управления ходом работ.

Предварительное планирование

При предварительном планировании определяются:

- структура разработки (этапы, стадии);
- взаимосвязи и последовательность выполнения отдельных стадий и этапов;

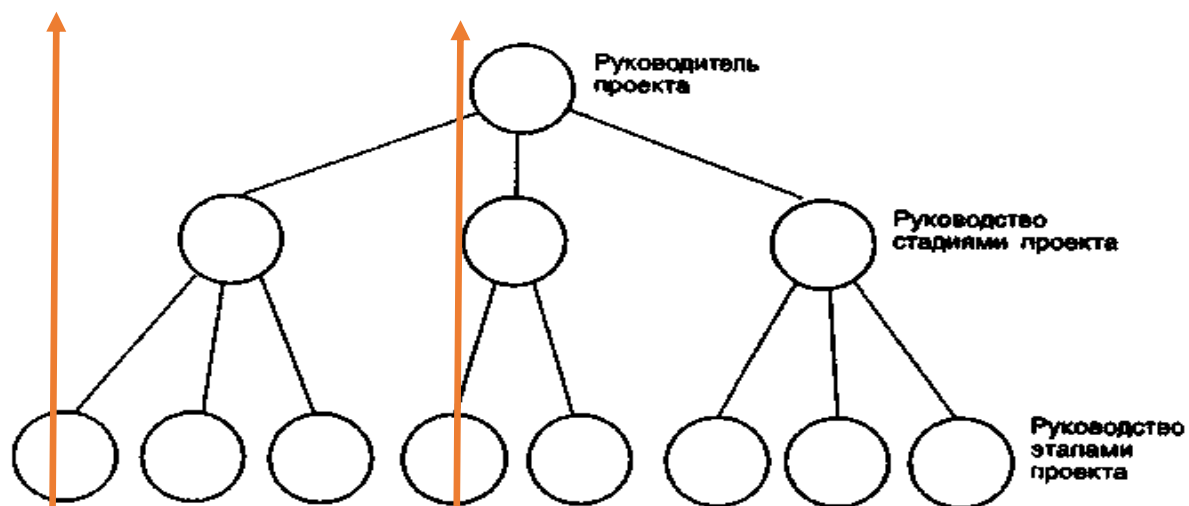
- состав и взаимосвязи организаций-исполнителей;
- ориентировочные сроки поставок;
- потребности в основных ресурсах и инвестициях.

Принятый вариант согласовывается с организациями-исполнителями и заказчиком и утверждается руководящими органами.

Исходное планирование

На стадии **исходного планирования** весь комплекс работ расчленяется на составные части, каждая из которых закрепляется за определенным руководителем или ответственным исполнителем. Ответственными исполнителями назначаются специалисты, осуществляющие руководство отдельным этапом и несущие за него персональную ответственность.

Число уровней руководства обычно устанавливается путем построения иерархической структуры системы («дерева системы») (рис. 1.16).



Р и с. 1.16. «Дерево системы» — иерархическая структура системы управления проектом

За каждым «кружком» каждого уровня закрепляется руководитель или ответственный исполнитель.

Одной из основных особенностей СПУ является то, что оценки и выводы нижестоящего руководителя являются основой для планирования на более высоком уровне руководства. Поэтому **разработка и построение сетевых графиков идут «снизу»** — от ответственных исполнителей и до высшего уровня руководства.

5 Виды сетевых моделей и порядок их построения

Для каждого кружка строится своя (первичная, частная или сводная) сеть. При построении **первичных сетевых графиков** удобно предварительно

составить перечень событий и работ, последовательность их выполнения и кодировку.

При этом определяют, какие работы могут (должны) быть закончены прежде, чем можно начать данную работу; какие работы можно вести параллельно с ней; начало выполнения каких работ зависит от завершения данной.

Поэтому первоначальный вариант перечня может существенно отличаться от окончательного, часто выявляемого после построения самой сети, на которой лучше видны допущенные ошибки.

«Сшивание» первичного графика может проводиться от исходного к завершающему событию или наоборот.

После составления и проверки первичных сетевых графиков, разработанных ответственными исполнителями, «сшиваются» **частные**, а затем и **комплексный (сводный) сетевой график**, объединяющий все первичные и частные графики в единую сеть, завершающее событие которой соответствует заданной конечной цели работ.

Далее рассчитываются **параметры сетевой модели**:

- продолжительность работ;
 - сроки (ранний и поздний) начала и окончания работ;
 - сроки свершения событий;
 - резервы событий и пути;
 - вероятностная оценка времени выполнения работ в сетевом графике
- **расчет ожидаемого времени выполнения работы.**

Следующий этап работ на стадии **исходного планирования** — **Анализ и оптимизация сетевых моделей по срокам и по ресурсам.**

В зависимости от полноты решаемых задач оптимизация может быть разделена на **частную и комплексную**.

Примерами **частной оптимизации** являются:

- **минимизация времени** инновационных проектов при **фиксированных затратах**;
- **минимизация численности** занятых работников;
- **минимизация затрат при заданном времени** выполнения.

Комплексная оптимизация сетевого графика может заключаться в нахождении оптимального (по тому или иному критерию) **соотношения затрат и сроков** выполнения его стадий и этапов.

Стадия составления исходного плана в системе СПУ заканчивается проведением оптимизации.

Таким образом, **исходное планирование состоит** из этапов (шагов):

1. Расчленение всех работ на составные части, определение порядка их выполнения.
2. Закрепление за каждой частью ответственного исполнителя.
3. Построение сетевого графика с последующими необходимыми уточнениями и исправлениями ошибок начального построения.
4. Расчет параметров.
5. Анализ.
6. Оптимизация.

6 Управление инновационной деятельностью с помощью сетевой модели

В данном режиме использования модели СПУ осуществляется оперативное управление ходом работ.

В зависимости от общего срока разработки — с определенной периодичностью службой СПУ запрашивается информация на типовых бланках или других носителях от ответственных исполнителей.

Исполнители указывают сроки выполнения работ, оценку изменений состояния начатых работ (если такие изменения есть), при необходимости вводят новые работы с оценкой их продолжительности или исключают ненужные и т.д. На основе собранных сведений снова составляются частные и сводный сетевые графики, проводятся их расчеты, анализ и оптимизация, т.е. с определенной периодичностью повторяются работы стадии исходного планирования.

До исполнителей доводится внешняя информация — изменение тарифов, цен, возможность приобретения нового оборудования, аппаратуры и т.д., а также их «положение» в новой сети (например, о попадании закрепленного за ответственным исполнителем комплекса работ на критический путь в сводной сети, о необходимости перераспределения ресурсов и т.д.)

Таким образом, **сетевой график как плановый документ** в системе СПУ представляет собой **информационно-аналитическую модель**, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения конечного результата.

7 Методы определения трудоёмкости сетевого графика

Трудоёмкость – затраты живого труда на производство единицы продукции или единицы работ. Т.е. сколько времени необходимо для выполнения единицы работ. Различают норму времени и норму длительности.

При планировании инновационных процессов используются вероятностный и нормативный (детерминированный) методы планирования.

Если разрабатываемый проект **не имеет существенной новизны и неопределенности**, например, **модернизация** выпускаемой продукции, то при планировании может использоваться **нормативный метод (детерминированный)**. При этом с достаточной степенью вероятности применяются статистические данные по аналогичным базовым проектам. Основой планирования является **нормативно-справочная база (НСБ)**, включающая объемные, трудовые, стоимостные нормативы, которые разрабатываются на какую-либо принятую единицу измерения (изделие, деталь, лист определенного формата и т.п.).

В **условиях неопределенности состава и содержания работ** при разработке **принципиально новых** конструкторских, технологических, организационных или информационных проектов применяются **вероятностные методы** планирования, такие как метод СПУ (сетевого планирования и управления).

Вероятностный метод

Для определения трудоёмкости может **использоваться вероятностный метод по двум значениям**:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3t_{\text{min}} + 2t_{\text{max}}}{5}$$

где t_{min} – трудоёмкость работы при благоприятном стечении обстоятельств, дн., часы, мес.;

t_{max} – трудоёмкость работы при неблагоприятном стечении обстоятельств, дн.

Значения t_{min} и t_{max} определяются по экспертным оценкам **ведущего специалиста проекта**.

Полученное значение $t_{\text{ож}}$ округляется до целого числа.

По каждой работе определяется **дисперсия** δ^2 (квадрат отклонения случайной величины от ее математического ожидания), которая характеризует **степень неопределенности выполнения работ за ожидаемое время**.

$$\sigma_{ож}^2 = [(t_{max} - t_{min}) / 5]^2 = 0,04 * (t_{max} - t_{min})^2$$

$$\sigma^2 = 0,04 * (t_{max} - t_{min})^2$$

Длительность работ зависит от количества их выполняющих работников.

$$t_{(i-j)} = \frac{T_{(i-j)}}{Ч_{(i-j)} \cdot K_v},$$

где — T_{i-j} трудоемкость работы (i-j), чел.-дн.;

$Ч_{i-j}$ — численность исполнителей работы (i-j), чел.;

K_v — коэффициент выполнения норм времени (принимается равным 1).

Если у работы один исполнитель, то Трудоемкость выполнения работы равна ее Продолжительности (длительности).

Нормативный метод определения трудоёмкости

При планировании **инновационной деятельности** детерминированным (нормативным) методом рассчитываются с использованием имеющихся нормативов:

1. **Трудоемкость** работ по всем стадиям и этапам.
2. **Длительность** отдельных этапов и всего проекта в целом.
3. **Смета затрат**.
4. **План-график** выполнения работ по созданию инноваций для координирования совместных действий участников этих работ и управления ими.

Норматив — научно обоснованная величина затрат, разработанная в централизованном порядке специальными научными учреждениями отрасли или государства.

Норма — обоснованная величина затрат, разработанная фирмой.

Обоснованные нормативы — повышают точность и объективность планового показателя.

Различают **четыре основных вида нормативов**:

- **количественные** (число листов определенного формата, число спецификаций);
- **трудоемкости** (количество нормо-часов на один лист, одну спецификацию и т.д.);
- **длительности циклов** (по стадиям и этапам);
- **затрат** (руб./лист, руб./спецификацию и т.д).

Нормативы могут различаться по этапам работ, категориям и **группам сложности, степени новизны конструкции и использованию унифицированных деталей.**

Нормативная трудоемкость инновационного процесса (ИП) (час) представляет собой сумму трудоёмкости этапов:

Трудоемкость инновационного процесса:

$$t_{\text{ин}} = \sum t_{\text{эти}}, \quad i = \text{от } 1 \text{ до } n,$$

$t_{\text{эти}}$ — трудоемкость **i-того этапа** работ ИП.

Трудоемкость *i-того этапа* работ ИП определяется **трудоемкостью единицы** *j-той работы i-того этапа* t_{ji} и **количеством** единиц *j-тых работ* N_{ji} , подлежащих выполнению (количество листов чертежей с одинаковыми характеристиками)

$$t_{\text{эти}} = \sum t_{ji} * N_{ji}, \quad j = \text{от } 1 \text{ до } n$$

t_{ji} — трудоемкость единицы **j-той работы** *i-того этапа*; **час.**

N_{ji} — количество единиц *j-тых работ i-того этапа*, подлежащих выполнению.

Трудоемкость t_{ji} *j-той работы* рассчитывается по нормативам в соответствии с группой сложности изделия, степени его новизны и уровня унификации по классификаторам.

Расчет трудоемкости:

$$t_{ji} = t_{jio} (1 + K_n + K_{cl}),$$

где: t_{jio} — норматив (суммарная трудоемкость аналогичных работ);

K_n , K_{cl} — коэффициенты новизны и сложности данного вида работ соответственно (задаются таблицами, нормальями).

Длительность (продолжительность) отдельных работ, этапов и всего проекта в целом зависит от количества исполнителей.

Длительность этапа в календарных днях:

$$T_{\text{эти}} = [(t_{\text{эти}} * K_{\text{реж}}) / (P_{\text{раб.и}} * t_{\text{см}})] * (K_d / K_{\text{вн}})$$

где $t_{\text{эти}}$ — трудоемкость стадии (этапа), чел-ч;

$K_{\text{реж}} = F_k / F_p$ — коэффициент перевода рабочих дней в календарные,

F_k — число календарных дней в плановом году;

F_p — число рабочих дней в плановом году.

$P_{\text{раб.}i}$ — количество работников, одновременно выполняющих работы данной стадии (этапа);

$T_{\text{см}}$ — продолжительность смены, ч.;

$K_{\text{д.}i}$ — коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени на согласование, утверждение, внесение изменений в техническую документацию и другие работы, не предусмотренные нормативами;

$K_{\text{вн.}i}$ — коэффициент, учитывающий выполнение норм;

При Последовательном методе организации — каждый последующий этап начинается только после полного завершения предшествующего. В этом случае общий цикл в календарных днях:

$$T_{\text{ин посл}} = \sum T_{\text{э}i}$$

Параллельно-последовательный метод организации — частичное совмещение времени их выполнения. При этом:

- если последующая стадия (этап) более длительная, ее можно начинать почти одновременно с предыдущей;
- если последующая стадия менее длительная, ее начало следует сдвинуть вправо по шкале времени по отношению к началу связанной с ней предшествующей стадией.

Минимально возможный цикл работ при совмещении по времени стадий (этапов)

$$T_{\text{ин п-п}} = \sum T_{\text{э}i} - \sum U$$

U — время совмещения выполнения двух смежных или логически связанных работ (j -й и $j+1$) или

$$T_{\text{ин п-п}} = T_{\text{ин посл}} * K_{\text{пар}},$$

где $K_{\text{пар}}$ (0,3—0,7) — средний коэффициент параллельности выполнения стадий (этапов) работ.

Цикл работ нужно сопоставить с директивным сроком, устанавливаемым заказчиком, причем расчетный цикл должен быть меньше директивного или, в крайнем случае, равен ему.

Приведенные формулы используются для создания укрупненной математической модели планирования цикла инновационных проектов.

8 Численность научно-производственного персонала

Расчет **численности научно-производственного персонала**, включающего в свой состав старших и младших научных сотрудников, инженеров, техников, лаборантов, выполняют по формуле

$$P_{\text{раб.}i} = (t / t_{\text{с расч}}) * K_{\text{кв}}$$

$P_{\text{раб.}i}$ — количество работников, одновременно выполняющих работы данной стадии (этапа);

$K_{\text{кв}}$ — коэффициент, учитывающий квалификацию исполнителей (равен 0,85—1,0);

t — трудоемкость *работы* (человеко-дней)

$t_{\text{расч}}$ — расчетная продолжительность **цикла выполнения**), дней:

$$t_{\text{расч}} = t_{\text{пл}} * D * c * K_{\text{нв}}$$

где $t_{\text{пл}}$ — планируемая продолжительность цикла выполнения НИР, лет;

D — среднее число рабочих дней в году;

c — сменность работы;

$K_{\text{нв}}$ — коэффициент, учитывающий планируемые невыходы на работу.

Для каждой работы должно быть выдержано условие, обеспечивающее соблюдение нормативного соотношения между сотрудниками средней и высшей квалификации, т.е.

$$(P_{\text{т}} + P_{\text{л}}) / (P_{\text{н}} + P_{\text{и}}) = 0,9 - 1,0,$$

где $P_{\text{т}}$, $P_{\text{л}}$, $P_{\text{научн}}$, $P_{\text{инженер}}$ — соответственно численность техников, лаборантов, научных сотрудников (старших и младших) и инженеров, занятых разработкой НИР, чел.

При **отсутствии нормативной** базы планирование ведется с использованием **вероятностных оценок**.

Для **оперативного управления выполнением** комплекса работ инновационного проекта разрабатывают **план-график**.

При детерминированном (нормативном) методе планирования используют ленточные и сетевые графики. При вероятностном методе — только сетевые графики.

9 Составление плана-графика

Для координации во времени всех стадий, этапов выполнения работ и совместных действий участников этих работ и управления ими составляются (с учетом возможного совмещения времени их выполнения) ленточные или сетевые графики. Они позволяют отразить календарные сроки начала и окончания, циклы стадий и этапов, а также цикл всего проекта.

Для контроля сроков может быть использован ленточный график, на котором наносятся параллельные линии, отражающие фактическое выполнение по срокам тех или иных стадий и этапов работ. Контроль комплектности подготовки, проводимый бюро (или отделом) планирования подготовки работ, удобно отражать на графиках.

Ленточный график разработки нового изделия

Таблица Л-02-1

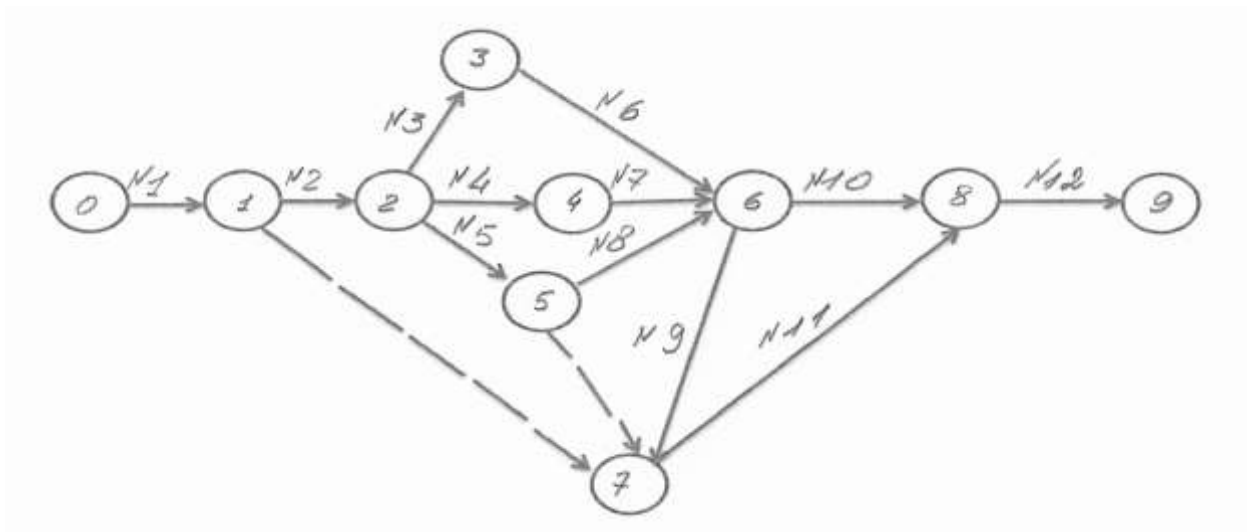
Работа	Ответс тв исп- ль	Дл- сть (дн)	Сроки выполнения, декады											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Проектиров. и выпуск чертежей	ОГК	30												
2. Разработка техпроцессов	ОГТ	25												
3. Изготовление деталей	Мех цех	25												
4. Оформление заявки и договора на поставку комплектующих	ОС	20												
5. Проектиров. стенда для испытания.	ОГК	25												
6. Изготовление стенда	Мех- сбор цех	35												
7. Поставка комплектующих	Завод А	35												
8. Сборка и испытание изделия	Сбор цех	30												

Однако ленточный график:

1. Не отражает сложных взаимосвязей работ, из-за чего иногда трудно оценить значимость каждой отдельной работы для достижения конечной цели.
2. Реализует сугубо статический подход к построению (работы строятся по заданным срокам и вскоре после начала их реализации перестают отражать фактическое состояние дел) и не поддаётся оперативной корректировке при изменившихся условиях.
3. Не позволяет прогнозировать ход работ и не поддаётся оптимизации.
4. Не отражают ту неопределенность, которая часто бывает присуща многим новым разработкам.

Поэтому вместо ленточных графиков широко стали использоваться сетевые графики.

Сетевой график разработки нового изделия



Сетевой график разработки нового изделия лишён недостатков ленточного графика.

Домашнее задание

1. Прочитать: <http://www.projectprofy.ru/articles.phtml?aid=443>