МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

ВНИИСТ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО МЕТОДИКЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Р 501—83

1984

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.643.002.2

В настоящих Рекомендациях изложена методика прогнозирования строительства линейной части магистральных трубопроводов, позволяющая выполнять расчеты и определять показатели строительства для различных уровней управления. С помощью приведенных математических моделей можно проводить (вручную и на ЭВМ) оценку вероятностных сроков завершения основных работ в зависимости от концентрации ресурсов (потоков) как по объекту в целом, так и по отдельным участкам; выявлять напряженные участки строительства; разрабатывать предложения по сокращению сроков производства работ.

При разработке Рекомендаций учтены результаты прогнозирования строительства линейной части газопровода Уренгой-Помары-Ужгород.

Рекомендации предназначены для функциональных и производственных подразделений отрасли.

В составлении Рекомендаций принимали участие: д-р техн.наук М.П.Карпенко, канд.техн.наук Р.Д.Габелая, канд.физ.-мат.наук С.В.Стамблер, инженеры Л.В.Косарева, В.П.Горошевский, М.С.Бардо (ВНИИСТ); канд.техн.наук А.С.Щепков, инженеры В.А.Толстолугов, В.В.Софронов(ГИВЦ); канд.техн.наук А.П.Тер-Сааков, инж.А.С.Костиков (ЦМИПКС).

Замечания и предложения высылать по адресу: 105058, Москва, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ, ООСМ.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1984.

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности	Рекомендации по методике прогнозирования строительства линейной части магистральных трубопроводов	Р 501-83 Разработаны впервые

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Рекомендации по методике прогнозирования предназначены для решения задач оперативного управления строительством линейной части магистрального трубопровода с целью определения вероятных сроков завершения основных работ; выявления напряженных участков; разработки предложений по маневрированию ресурсами и сокращению сроков строительства.

I.2. Методика содержит описание математических моделей процесса сооружения магистрального трубопровода и позволяет осуществлять прогнозирование как на уровне отрасли (по объекту в целом), так и на уровне отдельных потоков с любой принятой периодичностью в течение всего срока строительства.

I.3. Методическую основу прогнозирования строительства линейной части магистрального трубопровода составляет статистический анализ недельных производительностей потоков как по объектам-аналогам, так и по оперативным данным управляемого объекта, накопленным к моменту текущего расчета.

Исходными данными для прогнозных расчетов являются:

технико-экономическое обоснование строительства трубопровода и проект организации строительства о геологогеографических, гидрологических и погодно-климатических условиях строительства, а также о конструктивных решениях, объемах и рекомендуемой технологии выполнения работ;

данные климатических справочников, типовые технологические карты, ЕНиРы, ВНиРы, ВСН, отраслевые нормативные документы;

проект организации работ, директивный график строительства трубопровода, данные о направлениях движения потоков и характеристики трассы;

еженедельная диспетчерская информация о ходе строительства

Внесены ООСМ ВНИИСТа	Утверждены ВНИИСТом 30 мая 1983 г.	Срок введения в действие 1 марта 1984 г.

трубопровода и в первую очередь данные о производительности потоков по основным видам работ;

статистическая информация средних производительностей потоков по объектам-аналогам, построенным в соответствующие календарные периоды и в тех же зонах строительства.

1.4. Исходные данные формируются в соответствии с требованиями "Руководства по методике переработки первичной информации о ходе производственного процесса и подготовки к принятию решений по оперативному управлению строительством линейной части магистральных трубопроводов" (Р 450-82).

2. МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ ЗАВЕРШЕНИЯ РАБОТ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО МАНЕВРИРОВАНИЮ РЕСУРСАМИ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЕЙ РАБОТ

2.1. Исходя из директивного срока ввода трубопровода, его протяженности, запланированных концентрации ресурсов (потоков), сроков их перебазировки и развертывания, рассчитывается суммарный временной ресурс потоков для всего объекта в целом

$$t_{\Sigma} = \sum_{i} t_i \; ;$$

$$t_i = T_{\Sigma}^{кон} - T_i^{разв} \qquad (1)$$

где t_{Σ} – суммарный временной ресурс на строительстве данного объекта, потоко-недели;

t_i – временной ресурс i – го потока, потоко-недели;

$T_{\Sigma}^{кон}$ – общий срок (дата) завершения работ на всех участках трубопровода;

$T_i^{разв}$ – фактический или реально предполагаемый срок (дата) развертывания i -го потока на отведенном ему участке трассы.

2.2. На основе обработки накопленных к моменту текущего расчета статистических данных по устойчивым недельным производительностям всех потоков, развернутых на объекте (или имеющихся данных по объектам-аналогам), вычисляется:

оценка математического ожидания недельной производительности потока M_p:

по одному виду работ (по изоляции и укладке)

$$M_p = \frac{\sum_i M_i}{n} \quad \text{км/неделя} \qquad (2)$$

или с учетом нескольких видов работ (по обобщенному показателю производительности

$$M_p = \frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{\sum_к \frac{M_{iк}}{V_{iк}}}{\sum_к \frac{1}{V_{iк}}} \right) \quad \text{км/неделя} \qquad (2а)$$

где M_i – средняя производительность работ по изоляции и укладке на i – м участке (потоке), км/неделя;

n – количество потоков на объекте;

$M_{iк}$ – средняя производительность $к$ -го вида работ на i -м участке (потоке), достигнутая к моменту текущего расчета, км/неделя;

$V_{iк}$ – коэффициент вариации производительности $к$ -го вида работ на i – м потоке $V_{iк} = \frac{\sigma_{iк}}{M_{iк}}$, $\sigma_{iк}$ – стандартное отклонение производительности $к$ -го вида работ на i – м участке);

оценка стандартного отклонения производительности σ_p

$$\sigma_p = \frac{\sum \sigma_i}{n}, \qquad (3)$$

где σ_i – стандартное отклонение производительностей на i – м потоке;

оценка коэффициента вариации производительности

$$V = \frac{\sigma_p}{M_p}; \qquad (4)$$

вид закона распределения и соответствующая функция распределения производительностей потока $F(P)$.

2.3. Для прогноза срока окончания работ закон распределения производительностей потоков приводят к закону распределения продолжительности работ.

Этот переход осуществляется с помощью обратного закона распределения, все характеристики которого вычисляются через M_p и δ_p. При этом функция распределения продолжительностей работ является дополнением до единицы функции распределения производительностей

$$F(t) = 1 - F(P). \qquad (5)$$

2.4. Оптимальная область значений продолжительности работ, обеспечивающая завершение строительства в директивный срок, ограничивается квантилями $t_{0,4}$ и $t_{0,6}$, т.е. вероятность досрочного окончания работ должна находиться в диапазоне 0,4–0,6:

$$F(t \leq t_{0,4}) = 0,4;$$
$$F(t \leq t_{0,6}) = 0,6.$$

Наиболее точный прогноз соответствует квантили $t_{0,5}$ – медиане распределения, обеспеченной 50%-ной вероятностью завершения строительства в срок или досрочно

$$F(t \leq t_{0,5}) = 0,5$$

2.5. В связи с тем что в большинстве случаев распределение производительностей потоков подчиняется гамма-закону, продолжительность $t_{0,5}$ выполнения оставшегося к моменту текущего расчета на объекте объема работ с вероятностью 0,5 рассчитывается по формуле

$$t_{0,5} = \frac{\ell^{ост}}{A M_p \gamma n} \text{ недель}, \qquad (6)$$

где $\ell^{ост}$ – объем работ на объекте, оставшийся к текущему моменту расчета, км;

M_p – по формуле (2);

A – оператор гамма-закона распределения, характеризующий ритмичность выполнения работ ($A = 1 - 0,325 V^2$ при $0,25 < V < 1,0$; $A = 0,693$ при $V = 1$; $A = 0,457$ при $V = \sqrt{2}$, где V – коэффициент вариации по формуле (4));

γ – прогнозный коэффициент изменения производительности на предстоящий период относительно прошедшего, учитывающий влияние постоянных организационно-технологических факторов (момента времени строительства $\gamma_т$, сезона строительства γ_s, количества одновременно работающих потоков $\gamma_п$)

$$\gamma = \gamma_т \; \gamma_s \; \gamma_п, \tag{7}$$

где

$$\gamma_T = \begin{cases} \dfrac{1,35 - x}{1 - x} & \text{при } 0 < x \le 0,66, \quad x = \dfrac{T_{тек} - T_н}{T_\Sigma^{кон} - T_н}; \\ \dfrac{T_{тек} - T_н}{T_\Sigma^{кон} - T_н} \cdot \dfrac{(0,512 - y)}{(0,488 + y)} & \text{при } 0,66 < x \le 0,9, \; y = 0,74 \times \\ & \times (x - 0,66) + 2,77 (x - 0,66)^2; \\ \dfrac{T_{тек} - T_н}{T_\Sigma^{кон} - T_н} \cdot \dfrac{(0,175 - z)}{(0,825 + z)} & \text{при } 0,9 < x \le 1, \; z = 2,07 \cdot (x - \\ & - 0,9) - 3,15 (x - 0,9)^2. \end{cases} \tag{8}$$

$$\gamma_s = \frac{T_{тек} - T_н}{T_\Sigma^{кон} - T_{тек}} \cdot \frac{K_л t_л^{буд} + K_з t_з^{буд} + K_р t_р^{буд}}{K_л t_л^{пр} + K_з t_з^{пр} + K_р t_р^{пр}}; \tag{9}$$

$$\gamma_п = \frac{T_{тек} - T_н}{T_\Sigma^{кон} - T_{тек}} \cdot \frac{\sum_j (0,75 \cdot 0,25^{n_j^{буд}} + 0,25) t_j^{буд}}{\sum_j (0,75 \cdot 0,85^{n_j^{буд}} + 0,25) t_j^{пр}}, \tag{10}$$

где $T_{тек}$ – текущая дата;

$T_н$ – дата начала строительства;

$T_{0,5}; T_{0,75}$ – даты, соответствующие 50%-ному и 75%-ному периодам строительства;

$M_{р_{кон}}$ – по формуле (2);

T_Σ – по формуле (I);

$K_л; K_з; K_р$ – сезонные коэффициенты (летний – $K_л$ = I,0; зимний – $K_з$ = 0,7; распутицы $K_р$ = 0,8);

$t_л^{буд}; t_з^{буд}; t_р^{буд}$ – отрезки времени (относительно текущей даты) в предстоящем и прошедшем периодах строительства, приходящихся на сезоны: летний, зимний, распутицы;

$t_j^{пр}$ – продолжительность строительства до текущего момента;

$n_j^{буд}$ – количество потоков на объекте в предстоящий период после текущего момента продолжительностью $t_j^{буд}$.

2.6. Расчет прогнозируемого срока завершения основных работ для запланированного числа потоков производится по формуле

$$T_{\Sigma прогноз}^{кон} = T_{тек}^{баз} + \frac{1}{n_{пл}} \left[t_{0,5} \left(\sum_i t_i \right)_{тек}^{баз} \right], \qquad (11)$$

где $T_{\Sigma прогноз}^{кон}$ – прогнозный срок (дата) завершения основных работ для существующей (или запланированной) концентрации ресурсов (потоков) по всему объекту в целом;

$T_{тек}^{баз}$ – текущая дата (или некоторый базовый срок на предполагаемую дату развертывания дополнительных потоков);

$\left(\sum_i t_i \right)_{тек}^{баз}$ – отработанный запланированными и ранее развернутыми потоками временной ресурс к текущей (или базовой) дате, поток-недели;

$n_{пл}$ – запланированное число потоков на объекте;

$t_{0,5}$ – по формуле (6).

2.7. Необходимое количество ресурсов (потоков) для завершения основных работ на объекте равно

$$\left.\begin{aligned} n(t_{0,5}) &= \frac{t_{0,5} - \left(\sum_i t_i \right)_{тек}^{баз}}{T_{\Sigma}^{кон} - T_{тек}^{баз}} \\ n_{доп} &= n\left(t_{0,5}\right) - n_{пл} \end{aligned}\right\}, \qquad (12)$$

где $n(t_{0,5})$ – максимальное число потоков на объекте, включая запланированные или дополнительные, обеспечивающее по прогнозу завершение основных работ в намеченный срок $T_{\Sigma}^{кон}$;

$T_{\Sigma}^{кон}$ – по формуле (1);

$T_{тек}^{баз}$ – по формуле (II);

$t_{0,5}$ – по формуле (6);

$\left(\sum_i t_i\right)_{тек}^{баз}$ – по формуле (II).

2.8. Если $T_{\Sigma прогноз}^{кон} > T_{\Sigma}^{кон}$ и $n_{пл} < (t_{0,5})$, решается задача маневрирования ресурсами (потоками).

Целью такого маневра является выравнивание сроков завершения сооружения трубопровода по участкам, т.е. организация помощи передовых потоков отстающим, или в крайнем случае принятие своевременного решения о вводе дополнительных ресурсов в виде новых скомплектованных потоков.

Для этого рассчитывается прогнозная дата завершения работ по каждому участку (развернутому потоку) $T_{кi}$

$$T_{кi} = T_{тек} + T_{кi}, \qquad (13)$$

где $T_{тек}$ – текущая дата;

$t_{кi}$ – продолжительность выполнения оставшегося объема работ i – м потоком на отведенном ему участке, которая определяется согласно формуле (6), или как $t_{кi} = \frac{\ell_i^{ост}}{A_i M_i \gamma_i}$ (здесь все параметры рассчитываются для каждого конкретного потока в отличие от формулы (6), где расчет ведется по объекту в целом).

Далее данные завершения работ $T_{кi}$ по каждому участку (потоку) трассы сравниваются с общим сроком окончания строительства всего трубопровода $T_{\Sigma}^{кон}$

Те потоки, которые досрочно закончат свои участки ($T_{кi} < T_{\Sigma}^{кон}$), могут быть использованы для оказания помощи тем потокам, у которых сроки завершения превышают директивные ($T_{кi} > T_{дир}$). Как правило, помощь оказывается соседним потокам. Для n –потоков критерием перераспределения границ участков является условие

$$\sum T_{кi} \leq n\, T_{\Sigma}^{кон}. \qquad (14)$$

Если данное условие не выполняется, то необходимым являет-

ся решение по комплектованию и вводу дополнительных потоков $n_{доп}$ согласно формуле (I2).

Принимаемое решение по изменению границ участков или вводу дополнительных потоков зависит не только от достигнутого темпа строительства и оставшегося объема работ, но и от направления движения потоков на трассе.

При расчете определяется общий срок завершения работ по всем участкам, меньший директивного ($T_к \leq T_{\Sigma}^{кан}$). Тогда общая для всех участков продолжительность работ определяется следующим образом:

$$t_к = T_к - T_{тек} . \qquad (I5)$$

Условие одновременного окончания работ всеми потоками достигается расчетом

$$\left.\begin{aligned} t_к &= \frac{\sum_i \ell_i^{ост} + \sum_i A_i M_i \gamma_i \tau_i}{\sum_i A_i M_i \gamma_i} \\ \ell_i' &= A_i M_i \gamma_i (t_к - \tau_i) \\ \Delta \ell_i &= \ell_i - \ell_i^{ост} \end{aligned}\right\} , \qquad (I6)$$

где $t_к$ – продолжительность работ, общая для всех участков, недели;

$\ell_i^{ост}$ – оставшийся объем работ на i -м участке (потоке) к текущей дате (для дополнительных потоков $\ell_i^{ост}$ принимается равным 0);

M_i – математическое ожидание производительности потока на i -м участке;

γ_i – прогнозный коэффициент изменения производительности на i -м участке согласно формуле (7);

A_i – оператор, характеризующий ритмичность работы i-го потока согласно формуле (6);

τ_i – временной лаг задержки перебазировки ресурсов при изменении границ участков и ввода дополнительных ресурсов ($\tau = 0$, если смежные потоки движутся

навстречу друг другу; τ = 5–7 дней, если потоки движутся в одну сторону или один от другого; τ = 10–20 дней при перебазировке потока в пределах данной трассы на отдаленный участок; τ = 1,5 мес , если перебазировка потока осуществляется с одной стороны; τ = 2 мес , если осуществляется комплектование и развертывание нового потока на трассе);

ℓ_i' – новая длина участка трассы, отведенная i -му потоку после принятия решения по маневру ресурсами, км;

$\Delta\ell_i$ – корректировка (величина переноса) границ участков ($\sum\Delta\ell_i = 0$).

2.9. Описание программы *INF* приведено в приложении I.

8. МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ПОТОКАМ

3.1. Расчет заданий для прогнозных потоков выполняется с использованием обобщенной математической модели процесса сооружения магистрального трубопровода, представляющей собой систему нелинейных дифференциальных уравнений с наложенными на них логическими ограничениями.

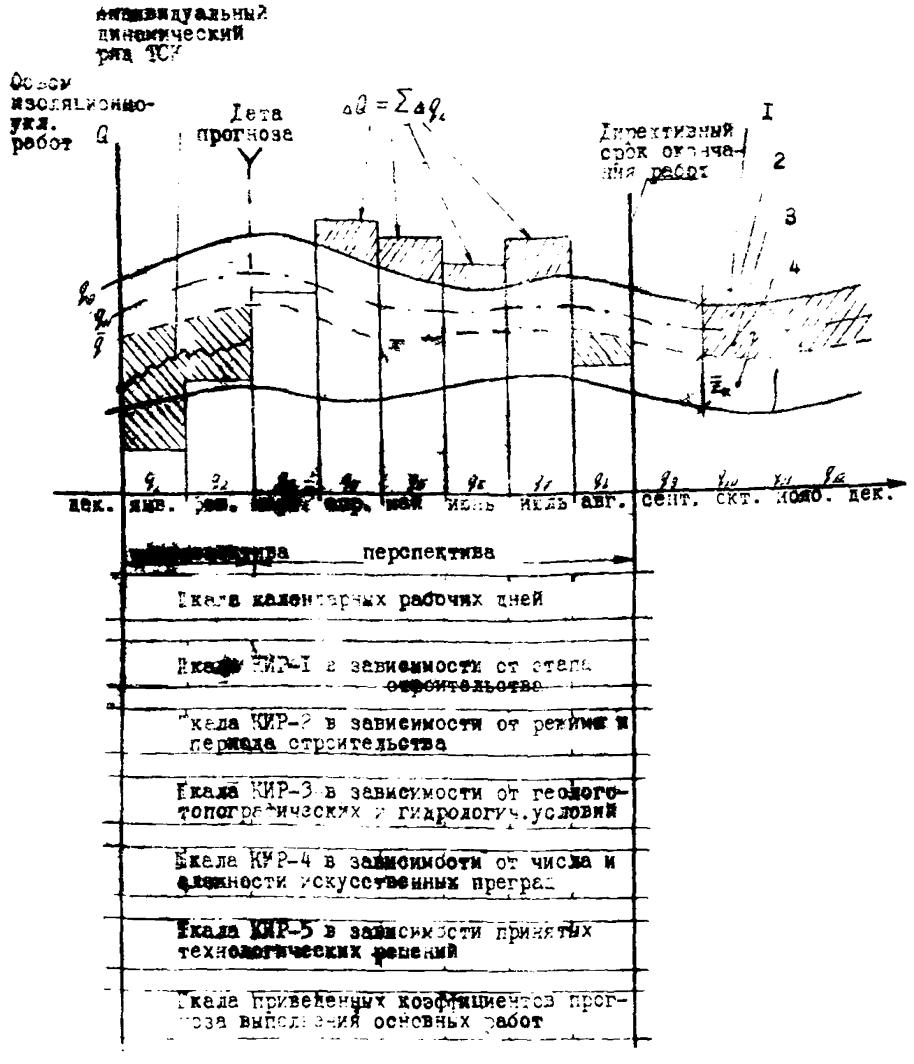
3.2. На первом этапе выполняют расчеты и заполняют накопительную матрицу коэффициентов для каждого потока с указанием:

календарных рабочих дней (КРД);

коэффициентов интенсивности работ (КИР) в зависимости: от этапа строительства – КИР-1 (организационно-производственный фактор); от режима и периода строительства – КИР-2 (природно-климатический фактор); от геолого-топографических и гидрологических условий – КИР-3; от числа и сложности искусственных преград – КИР-4 (инженерно-технологический фактор); от принятых технологических решений – КИР-5 (технический фактор);

приведенных коэффициентов прогноза выполнения потоком основных линейных работ (ПКПВП) = КРД $\cdot \prod_{i=1}^{m}$ КИР).

3.3. Выполняется по месяцам и по природно-климатической зоне расчет параметров статистического коридора (рисунок):



Параметры статистического коридора и система шкал по факторам строительного процесса:

1 - зона критического задания $\bar{z}_к$; 2 - зона очень напряженного задания $\bar{z}_э$; 3 - зона напряженного задания $\bar{z}_н$; 4 - зона ненапряженного задания $\bar{z}$; Δq - месячное задание, км; ΔQ - объем работ не сбалансированный с динамическим потенциалом потока

Шкала коэффициентов интенсивностей работ (КИР-2) технологического потока в зависимости от природно-климатического фактора

Природно-климатическая зона или район	Коэффициенты интенсивности работ по месяцам												Базовая выработка в январе, км
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
I. Северная-I	I	I,I	I,4	I,I	0,3	0,2	0,3	0,I	0,I	0,3	0,5	0,8	20
2. Северная-2	I	I,3	I,3	I,3	0,I	0,I	0,I	0,2	0,4	0,2	0,8	I,0	I8
3. Таежно-болотистая	I	I,I	I,I	I,2	0,4	0,I	0,3	0,I	0,I	0,I	0,I	I,0	I7
4. Подходы к Уралу	I	I,I	I,I	0,7	0,4	0,7	0,5	0,9	0,5	0,2	0,3	0,5	I6
5 Урал (горная)	I	I	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,6	0,4	I	0,6	I,2	I5
6. Между Уралом и р. Волга	I	I,I	I,2	0,9	0,7	I	0,8	0,7	0,7	I,I	0,6	I,2	I8
7. Между рр. Волгой и Днепром	I	I	I,5	0,7	I,5	I,7	I,4	I,4	I,2	I,5	0,9	0,7	I4
8. Между р. Днепр и Карпатами	I	0,9	I,I	I,I	I,I	I,I	I,I	I,I	I,I	I,I	I,I	I,I	I3
9. Карпаты-I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	3
Карпаты-2	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	2
Карпаты-3	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6

верхнего предела;

средней величины, взвешенной по КИР-3,4,5;

средней напряженной величины, взвешенной по КИР-3,4,5, с учетом статистики прошлых строек и динамических оценок работы трубопроводостроительных комплексов на текущей стройке.

3.4. Выполняется расчет параметров динамического ряда фактически выполненных работ по каждому потоку:

максимальной достигнутой выработки;

средней выработки, достигнутой за период работы в режиме, взвешенной по КИР-3,4,5.

3.5. Устанавливаются потоки, включаемые в работу в j -м месяце. Из них:

перебазируемые в пределах стройки с указанием норматива времени на перебазировку и срока включения их в работу на новом участке по графику;

перебазируемые в пределах участка строительства с указанием графика перебазировки;

перебазируемые с других объектов с указанием срока включения их в работу по графику и ожидаемой задержки (по экспертной оценке) $\{t_{ij}\}$, которая учитывается в расчете.

3.6. Устанавливается остаток S_i линейных работ (по изоляции и укладке), балластировке, переходам, технологическим узлам, разрывам для i -го потока на дату расчета.

3.7. Выполняется первоначальный счет линейных заданий для i -го потока с учетом ожидаемого времени включения в работу

$$q_{ij} = \frac{S_i}{\sum_j \xi_{ij}} \xi_{ij}, \quad j = \overline{1,K},$$

где ξ_{ij} – весовой коэффициент j -го месяца i -го потока;

q_{ij} – задание по изоляции и укладке на j -й месяц для i -го потока.

3.8. Устанавливают направление движения потока с указанием исходной и текущей координаты, а также запланированных изменений направления в пределах участка строительства (по данным ПОС и ППР).

3.9. Определяют степень напряженности задания для каждого месяца по каждому индивидуальному потоку по критериям:

а) $q_{ij} \in Z_к, \{q_{эj} < q_{ij}\} \Rightarrow$ задание критическое;

б) $q_{ij} \in Z_э; \{\bar{q}_{нj} < q_{ij} \leq q_э\} =>$ задание экстремальное;

в) $q_{ij} \in Z_н; \{\bar{q}_j \leq q_{ij} \leq \bar{q}_н\} =>$ задание напряженное;

г) $q_{ij} \in Z_{нj}; \{q_{ij} < \bar{q}_j\} =>$ задание ненапряженное.

3.10. Находят динамический потенциал i -го потока на всех этапах строительства в j -м месяце.

3.10.1. Для случая, когда поток еще не вышел на "режим",

$$P_{ij}^{т} = \frac{\xi_{ij}}{\xi_i^{\circ}} \cdot q_i^{\circ},$$

где $P_{ij}^{т}$ – динамический потенциал i -го потока на текущем объекте в j -м месяце;

q_i° – наибольшая месячная выработка i -го потока, достигнутая на предыдущем объекте;

ξ_i° – весовой коэффициент месяца наибольшей выработки i -го потока на предыдущем объекте.

3.10.2. Для случая, когда поток вышел на режим, $P_{ij}^{т}$ рассчитывается:

при $q_{iк}^{ф} < P_i^{\circ} =>$ по п.3.10.1;

при $q_{iк}^{ф} \geq P_i^{\circ} =>$ по формуле

$$P_{ij}^{т} = \frac{\xi_{ij}}{\xi_{iк}} \cdot q_{iк}^{ф},$$

где $q_{iк}^{ф}$ – наибольшая фактическая месячная выработка i -го потока, достигнутая в $к$ -м месяце;

$\xi_{iк}$ – весовой коэффициент $к$ -го месяца для i -го потока.

3.11. Определяется зона попадания "динамического потенциала (ДП)" i -го потока в каждом j -м месяце:

а) $P_{ij} \in Z_э; \{\bar{q} < P_{ij}^{т} \leq q_э\} =>$ ДП в экстремальной зоне

б) $P_{ij}^{т} \in Z_н; \{\bar{q} \leq P_{ij}^{т} \leq \bar{q}_н\} =>$ ДП в напряженной зоне

в) $P_{ij}^{т} \in Z_{нj}; \{P_{ij} < \bar{q}\} =>$ ДП в ненапряженной зоне

3.12. Вычисляется "резерв" или "дефицит" ДП потока в j -м месяце

$$\pm \Delta P_{ij} = (P_{ij}^{т} - q_{ij}),$$

где $+\Delta P_{ij}$ – резерв ДП i -го потока в j -м месяце;
$-\Delta P_{ij}$ – дефицит ДП.

3.I3. Выполняется процедура балансировки ДП i -го потока с заданием в каждом j -м месяце:

а) если в j -м планируемом месяце имеется резерв ДП ($+\Delta P_{ij}$), то этот резерв должен быть заполнен объемом работ любого имеющего дефицит ДП месяца ($j+K$) на величину

$$V_{ij}=(+\Delta P_{ij})+\begin{cases} P^{T}_{ij}\in Z_{э} \Rightarrow (q_{эj}-P^{T}_{ij}); \\ P^{T}_{ij}\in Z_{н} \Rightarrow (\bar{q}_{нj}-P^{T}_{ij}); \\ P^{T}_{ij}\in \bar{Z}_{н} \Rightarrow (\bar{q}_{j}-P^{T}_{ij}), \end{cases}$$

а в случае отсутствия дефицита ДП резерв j -го месяца заполняется объемом работ первого следующего за ним месяца (j +I); соответственно задание, резерв или дефицит в (j +к) месяце изменяются на величину V_{ij}

$$q'_{ij}=q_{i}(j+K)-V_{ij};$$

б) процедура балансировки ДП продолжается до тех пор, пока не будет выполнено условие

$$\sum_{j}(+\Delta P_{ij})=0.$$

3.I4. Выполняется разбивка по неделям сбалансированного задания, следующего за текущим месяца:

$$q'_{ije}=\frac{q_{ij}}{(\Sigma\xi_{ije}=\xi_{ij})}\,\xi_{ije}.$$

3.I5. Определяют величину отклонения директивного задания от ожидаемого выполнения за весь период строительства

$$-\Delta P_{i}=\sum_{i}(-\Delta P'_{ij}).$$

3.I6. Устанавливают прогнозные сроки окончания линейных работ i -м потоком с точностью до I5 дней (полмесяца).

3.I6.I. Ожидаемый срок по динамической оценке при отсутствии дефицита ДП

$$t_{ожi} = \begin{cases} q'_{iK} < (0{,}5\bar{q}_{нк} \vee 0{,}5\bar{q}_{к}) \Rightarrow 15 \cdot K; \\ q'_{iK} \geq (0{,}5\bar{q}_{нк} \vee 0{,}5\bar{q}_{к}) \Rightarrow 30 \cdot K, \end{cases}$$

где q'_{iK} – выравненный объем задания в последнем K –м месяце.

3.16.2. Ожидаемый срок по динамической оценке при наличии дефицита ДП ($-\Delta P_i$):

а) распределить дефицит ДП ($-\Delta P_i$) по месяцам, следующим за месяцем K окончания работ по директиве

$$q_{il} \begin{cases} P^{T}_{i(K+l)} \in Z_{э} \Rightarrow q_{il} = q_{эl} \\ P^{T}_{i(K+l)} \in Z_{н} \Rightarrow q_{il} = \bar{q}_{нl} \\ P^{T}_{i(K+l)} \in \bar{Z}_{н} \Rightarrow q_{il} = \bar{q}_{l} \end{cases},$$

где q_{il} – объем условного задания, назначаемого i –му потоку в l –м месяце ($l = \overline{K,m}$) за пределами директивного срока;

б) определить прогнозный срок

$$t_{ожi} = \begin{cases} q_{im} < (0{,}5\bar{q}_{нm} \vee 0{,}5q_{m}) \Rightarrow 15 \cdot m; \\ q_{im} \geq (0{,}5\bar{q}_{нm} \vee 0{,}5\bar{q}_{к}) \Rightarrow 30 \cdot m. \end{cases}$$

3.16.3. Возможный срок окончания линейных работ по уровню передовых коллективов при отсутствии и наличии дефицита ДП:

а) установить месячные задания по i –му потоку на уровне передовых коллективов;

б) определить прогнозный срок

$$t_{вi} = \begin{cases} q^{п}_{im} < 0{,}5q_{эm} \Rightarrow 15 \cdot m; \\ q^{п}_{im} \geq 0{,}5q_{эm} \Rightarrow 30 \cdot m. \end{cases}$$

3.17. Рассчитывают коэффициенты напряженности сбалансированных заданий для i -го потока в каждом месяце

$$\gamma_{ij} = \frac{q_{ij}}{p^{T}_{ij}}, \qquad j = \overline{1,K}.$$

3.18. Вычисляют интегральный коэффициент напряженности задания на весь период строительства

$$\gamma_i = \frac{\sum_i \gamma_{ij} q'_{ij}}{\sum_i q'_{ij}}, \qquad j = \overline{1,K}.$$

3.19. Определяют объемы сбалансированных заданий по месяцам для:

генподрядных трестов;

производственных главков;

областей, краев и республик;

стройки в целом.

3.20. Для перебазируемых в пределах стройки потоков выполняется перерасчет месячных и недельных заданий с учетом ожидаемого срока окончания линейных работ этим комплексом на исходном участке:

а) устанавливается время включения потока в работу на новом участке с учетом завершения работ на исходном участке

$$t^{\circ}_i = t^{\circ}_{ожi} + (\tau_{зi} + t_{пi}),$$

где t°_i - время (дата) включения в работу перебазируемого потока на новом участке;

$t_{ожi}$ - прогнозный срок окончания линейных работ перебазируемым потоком на исходном участке (по динамической оценке);

$\tau_{зi}$ - время на завершение работ перебазируемым потоком на исходном участке с учетом устранения разрывов, продувки и испытания;

$t_{пi}$ - время на перебазировку потока с исходного участка на новый;

б) повторяется расчет в соответствии с пп.3.7 и по 3.18 месячных заданий для перебазируемых в пределах стройки потоков с учетом ожидаемого срока включения их в работу на новом

участке. Расчеты производить только в случае, если поток может начать работу позже или раньше намеченного первоначальным графиком срока.

3.21. Для случая перебазировки i -го потока в пределах участка строительства с изменением или без изменения направления движения расчет производят по каждому из подучастков работы потока отдельно.

3.22. Выполняют расчет прогноз-задания по сооружению подводных переходов через судоходные реки.

3.23. Производят расчет ожидаемого (по динамической оценке) и возможного (по уровню передовых) срока ввода участка трубопровода, сооружаемого i -м потоком:

определяют время, необходимое для завершения работ $t_{iз}$ по ликвидации разрывов, сооружению переходов, монтажу технологических узлов, по балластировке, установке СКЗ, сооружению ЛЭП и ЛС;

устанавливают нормативы времени на продувку и испытание $T_{пн}$;

определяют прогнозный срок ввода

$$t_{ввi} = t_{вi} + t_{iз} + T_{пн}.$$

3.24. Все расчеты прогноз-задания выполняются с учетом технологической связанности выполнения линейных работ при условии опережающего выполнения работ по сооружению переходов и монтажу технологических узлов.

3.25. На каждом этапе расчета прогноз-задания предусматриваются процедуры арифметического и логического контроля.

3.26. Результаты расчета прогноз -задания представляются по формам Ф-01, Ф-02, Ф-03. Описание программы "Прогноз" дано в приложении 2.

Форма Ф-01

_____
(Министерство, главк, трест область, республика)

_____
(главк, трест, участок)

ЗАДАНИЕ
по месяцам на строительстве трубопровода км _____
км _____ по состоянию на _____

Начало строительства _____

Срок ввода _____

Код	Вид работы	Объем работы	Выполнено с начала стр-ва	Остаток	Фактическое выполнение									Прогноз-задание		
					Год									Год		
					Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
01	Расчистка, км															
02	Вдольтрассовый проезд, км															
03	Снятие плодородного слоя, км															
04	Поворотная сварка, км															
05	Вывозка секций, км															
06	Вывозка ж/б грузов, компл.															
07	Сварка потолочная, км															
08	Траншея, км															
09	Изоляция и укладка, км															
10	Установка ж/б грузов, компл.															
11	Установка анкеров, пар															
12	Засыпка, км															
13	Очистка полости, км															
14	Испытание, км															
15	Сооружение переходов, шт.															
16	Монтаж технологических узлов, шт.															
17	Электрохимзащита, шт.															
18	Коэффициент напряженности задания															

Примечания:

1. Шкала времени на период строительства - переменная (внутренние временные интервалы не убирать).
2. Между годами провести границу, разделяющую форму.
3. Предусмотреть изменение заданий по всем прошедшим месяцам и разделительную границу от задания на будущий период.

Главк _____

Трест _____

Форма Ф-02

ЗАДАНИЕ

по неделям на строительстве трубопровода
участок км _____ – км _____

по состоянию на _____

Начало строительства _____

Срок ввода _____

Код	Вид работы	Фактическое выполнение за прошедшие месяцы			Задание на месяц										
		.....	.....	.....	.....	.....	.....								
					Всего на месяц	По неделям					Всего на месяц	По неделям			
						с ___ по ___	с ___ по ___	с ___ по ___	с ___ по ___	с ___ по ___		с ___ по ___	с ___ по ___	с ___ по ___	с ___ по ___

Форма П-03

РАБОЧИЙ КАЛЕНДАРЬ

по зонам прохождения трубопровода _____

(для изоляционно-укладочных работ)

Природно-климатическая зона км-км	Показатели	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Итого рабочих дней
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

ПРОГРАММА INF

I. Программа INF составлена на алгоритмическом языке Фортран-IУ и предназначена для использования на ЭВМ типа ЕС.

2. Программа INF предназначена для разработки долгосрочных прогнозов хода строительства магистральных трубопроводов по видам работ: разработка траншеи, сварочно-монтажные и изоляционно-укладочные работы, а также по обобщенному виду работ.

3. Прогноз дается в разрезе производственных главков, трестов и линейных комплексных технологических потоков.

4. Программа позволяет определить возможные сроки завершения технологическим потоком каждого вида работ, а также дает информацию для принятия управленческих решений с целью ускорения хода строительства.

5. Для решения задачи прогноза в программу вводятся следующие исходные данные:

наименование трубопровода;

дата расчета и прогноза;

наименование главка;

наименование треста;

шифр потока;

фамилия начальника потока;

начальная и конечная координаты участка;

начальный и директивный срок окончания работ на участке;

выполненные на участке к дате расчета объемы по трем видам работ: разработка траншеи, сварочно-монтажные и изоляционно-укладочные работы;

объемы, выполненные за последнюю неделю по этим трем видам работ;

число рабочих дней в последней неделе;

статистические данные о выработке по трем видам работ, полученные в результате обработки фактических данных за период до предпоследней даты расчета: математическое ожидание выработки; среднеквадратическое отклонение выработки; число использованных данных.

Приложение 2

ПРОГРАММА "ПРОГНОЗ" ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНЫМ СТРОИТЕЛЬСТВОМ НА МИКРО-ЭВМ "ИСКРА-226"

I. Программная система (ПС) предназначена для краткосрочного прогнозирования и оперативного планирования, включая разработку недельных и месячных заданий по изоляционно-укладочным работам, в разрезе производственных главков, трестов и трубопроводостроительных комплексов с учетом организационно-производственного, природно-климатического и социального факторов условий строительства. Она позволяет определить возможные сроки завершения линейных работ по динамической оценке. для каждого технологического потока и получить в обработанном виде информацию, необходимую для принятия эффективных управленческих решений. Программная система может быть использована для сбора и обработки статистической информации о ходе строительства системы магистральных трубопроводов с целью формирования постоянно обновляемой нормативной базы оперативного планирования, которая носит объективный характер и учитывает перечисленные выше факторы.

2. Для решения задач оперативного планирования и управления в систему вводятся данные, характеризующие объект строительства в целом, технологические потоки, природно-климатические зоны, организационно-производственный фактор и календарь на текущий год.

3. Информация об объекте строительства включает: количество участков строительства, количество природно-климатических зон, по которым проходит трасса трубопровода, количество главков, участвующих в строительстве, дату начала и максимальную продолжительность строительства. Эти данные используют при резервировании оперативной памяти для информационных массивов. Кроме того, вводится наименование трубопровода для печати "шапок" в выходных формах.

4. Данные о потоке содержат:

код потока;

код треста;

номер зоны работы потока;

начальную и конечную координаты участка;

направление ведения работ;

начальный и директивный срок окончания изоляционно-укладочных работ на участке;

данные для подсчета интенсивности работы потока на предыдущем участке (объекте) строительства;

фактические месячные выработки на данном участке;

фактические недельные выработки в текущем месяце.

Соответствие потока и главка обеспечивается принятым правилом - первый символ кода потока совпадает со вторым символом кода главка.

В языке, на котором реализована описываемая ПС, отсутствует организация данных типа "структура", поэтому используются параллельные массивы, т.е. массивы, имеющие одинаковую размерность, и данные, представляющие часть одного группирования, находящиеся в одних и тех же позициях.

5. Информация о природно-климатических зонах включает:

шкалу приведенных календарных дней;

границы "статистического коридора" по месяцам.

Шкала приведенных календарных дней представляет собой количество рабочих дней по всем неделям месяца (полным и неполным) с учетом интенсивности производства работ в природно-климатической зоне в каждом месяце календаря на текущий год.

"Статистический коридор" - множество приведенных фактически выполненных объемов изоляционно-укладочных работ по всем месяцам и зонам, полученных на основе статистического анализа предыдущих строек и динамических оценок по текущей стройке.

6. Учет организационно-производственного фактора при составлении оперативных планов состоит в том, что период строительства условно подразделяется на три этапа: вхождения потока в режим, работа в режиме, выход потока из режима. При планировании принято считать продолжительность первого этапа - I месяц, а третий этап начинается тогда, когда оставшийся объем линейных работ меньше некоторой условно постоянной величины; интенсивность проведения работ на каждом этапе, имеет значения: для первого этапа - 0,5; для второго - I,0; для третьего - 0,5.

7. Календарь на текущий год содержит даты границ недель и дату конца каждого месяца.

8. Вся введенная информация хранится в файле на диске, имя которого задается при входе в программу. Для этого файла на диске должна быть отведена область, минимальный размер которой определяется по формуле

$$Q = 65 \cdot Q_0 + 4 \cdot Q_0 \cdot Q_3 + 360 \cdot Q_1 + 5 \cdot Q_2 + 120 (байт),$$

где Q_0 – количество участков на трассе;

Q_1 – количество зон, по которым проходит трасса;

Q_2 – количество главков, принимающих участие в строительстве;

Q_3 – продолжительность всего строительства в целом, мес.

9. Программная система работает в следующих режимах:

Режим I – начать создание нового информационного фонда.

" 2 – продолжить создание информационного фонда.

" 3 – удалить информацию о потоке.

" 4 – изменить код потока.

" 5 – ввести информацию о выполненных объемах работ за месяц.

" 6 – ввести информацию о выполненных объемах работ за неделю.

" 7 – скорректировать информационный фонд.

" 8 – составить оперативные планы по потокам и главкам.

" 9 – сохранить информационный фонд и выйти из задачи.

10. Работа в режиме I осуществляется только один раз в начале создания информационного фонда. В режиме I пользователь вводит информацию об объекте строительства (прил.2,п.3), информацию о потоках (прил.2,п.4), о природно-климатических зонах (прил.2,п.5). Объем первоначально вводимой информации может быть достаточно большим, чтобы осуществить ввод за один сеанс работы, кроме того, может поступать информация о новых потоках и природно-климатических зонах. В связи с этим пользователю предоставлена возможность сохранить введенную информацию на диске в режиме 9 и в следующие сеансы продолжать ввод в режиме 2. При этом в режиме 3 вся ранее введенная информация счи-

тывается с диска. Прекратить работу в этих режимах можно после завершения ввода всей информации по очередному потоку или зоне.

II. Для корректировки информации введены режимы 3–7, которые обеспечивают выполнение всех функций, необходимых для актуализации данных, причем в режиме 7 пользователь может визуально проверить и скорректировать данные.

I2. В режимах I–7 обеспечивается логический контроль информации. Так, например, контролируются координаты участка, сроки начала и завершения работ, объемы выполнения работ и т.д. Обо всех нарушениях корректности информации, которые можно определить программными средствами, выдаются диагностические сообщения и запрашивается повторение ввода.

I3. Режим 8 предназначен для расчета прогнозных сроков окончания линейных работ и составления оперативных плановых заданий по выполнению изоляционно-укладочных работ в разрезе производственных главков и потоков, выработки в форме рекомендаций вариантов управленческих решений. В этом режиме пользователю представляется возможность активного диалога с ЭВМ для анализа результатов расчета, изменения некоторых параметров, влияющих на конечные результаты моделирования хода выполнения изоляционно-укладочных работ. Результаты моделирования выдаются на дисплей по запросу. Работа в режиме 8 заканчивается выдачей прогноза выполнения изоляционно-укладочных работ по главкам и потокам.

I4. Режим 9 позволяет производить запись информационного фонда на диск по запросу пользователя.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
2. Методика прогнозирования сроков завершения работ на строительстве линейной части магистрального трубопровода и принятие решений по маневрированию ресурсами на основе распределения производительностей работ 4
3. Методика прогнозирования строительства линейной части участков трубопровода для разработки заданий потокам II
Приложения..... 25

РЕКОМЕНДАЦИИ
по методике прогнозирования строительства
линейной части магистральных трубопроводов

Р 50I-83

Издание ВНИИСТа

Редактор Л.С.Панкратьева
Корректор Г.Ф. Меликова
Технический редактор Т.В.Берешева

Л-75714 Подписано в печать 4/I 1984г. Формат 60х84/16
Печ.л.2,0 Уч.-изд.л. I,6 Бум.л.I,0
Тираж 250 экз. Цена I6 коп. Заказ I

ИСТа

gost.e-ecolog.ru