

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ
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



МОСКВА 1984

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 (потсков) 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-Помарь-Ужгород.

Рекомендации предназначены для функциональных и производственных подразделений отрасли.

В составлении Рекомендаций принимали участие: д-р техн. наук М. П. Карпанко, канд. техн. наук Р. Д. Габелая, канд. физ.-мат. наук С. В. Стамблер, инженеры Л. В. Косарева, В. П. Горюновский, М. С. Бардо (ВНИИСТ); канд. техн. наук А. С. Денков, инженеры В. А. Толстолугов, В. В. Софронов (ГИВЦ); канд. техн. наук А. П. Тер-Саяков, инж. А. С. Костиков (ЦНИИКС).
Замечания и предложения высылать по адресу: 105058, Москва, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ, ООСМ.

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

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. 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.

1.2. 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.

1.3. 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 погодноклиматических 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

$$t_{\Sigma} = \sum_i t_i ;$$
$$t_i = T_{\Sigma}^{\text{кон}} - T_i^{\text{разв}} \quad (I)$$

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

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

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

$T_i^{\text{разв}}$ - 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) (2)

$$M_p = \frac{\sum_i M_i}{n} \quad \text{км/неделя}$$

или с учетом нескольких видов работ (по обобщенному показателю производительности)

$$M_p = \frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{\sum_k \frac{M_{ik}}{V_{ik}}}{\sum_k \frac{1}{V_{ik}}} \right) \quad \text{км/неделя} \quad (2a)$$

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

n - количество потоков на объекте;

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

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

оценка стандартного отклонения производительности σ_p

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

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

оценка коэффициента вариации производительности

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

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 σ_p . При этом функция распределения продолжительностей работ является дополнением до единицы функции распределения производительностей

$$F(t) = 1 - F(p). \quad (5)$$

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:

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

Наиболее точный прогноз соответствует квантилю $t_{0,5}$ — 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

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

где $V^{ост}$ — 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 γ_T , сезона строительства γ_S , количества одновременно работающих потоков γ_n)

$$\gamma = \gamma_T \gamma_S \gamma_n, \quad (7)$$

где

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

$$\gamma_S = \frac{T_{\text{тек}} - T_H}{T_{\Sigma}^{\text{кон}} - T_{\text{тек}}} \cdot \frac{K_L t_L^{\text{буд}} + K_3 t_3^{\text{буд}} + K_P t_P^{\text{буд}}}{K_L t_L^{\text{пр}} + K_3 t_3^{\text{пр}} + K_P t_P^{\text{пр}}}; \quad (9)$$

$$\gamma_n = \frac{T_{\text{тек}} - T_H}{T_{\Sigma}^{\text{кон}} - T_{\text{тек}}} \cdot \frac{\sum_j (0,75 \cdot 0,25^{n_j} + 0,25) t_j^{\text{буд}}}{\sum_j (0,75 \cdot 0,85^{n_j} + 0,25) t_j^{\text{пр}}}, \quad (10)$$

где $T_{\text{тек}}$ - текущая дата;

T_H - дата начала строительства;

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

$M_{P_{\text{кон}}}$ - по формуле (2);

T_{Σ} - по формуле (1);

$K_L; K_3; K_P$ - сезонные коэффициенты (летний - $K_L = 1,0$; зимний - $K_3 = 0,7$; распутицы $K_P = 0,8$);

$t_L^{\text{буд}}; t_3^{\text{буд}}; t_P^{\text{буд}}$ - отрезки времени (относительно текущей даты) в предстоящем и прошедшем периодах строительства, приходящихся на сезоны: летний, зимний, распутицы;

$t_j^{пл}$ - продолжительность строительства до текущего момента;
 $\Pi_j^{буд}$ - 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

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

где $T_{\Sigma \text{ прогноз}}^{кон}$ - 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, потоко-недели;

$\Pi_{пл}$ - запланированное число потоков на объекте;

$t_{0,5}$ - по формуле (6).

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

$$\left. \begin{aligned} \Pi(t_{0,5}) &= \frac{t_{0,5} - \left(\sum_i t_i \right)_{тек}^{баз}}{T_{\Sigma}^{кон} - T_{тек}^{баз}} \\ \Pi_{доп} &= \Pi(t_{0,5}) - \Pi_{пл} \end{aligned} \right\}, \quad (I2)$$

где $\Pi(t_{0,5})$ - 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 (I);

$T_{тек}^{003}$ - по формуле (II);
 $t_{0,5}$ - по формуле (6);
 $(\sum_i t_i)_{тек}^{003}$ - по формуле (II).

2.8. Если $T_{\Sigma прогноз}^{кон} > T_{\Sigma}^{кон}$ и $\Pi_{пл} < (t_{0,5})$, 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) $T_{ки}$

$$T_{ки} = T_{тек} + t_{ки}, \quad (I3)$$

где $T_{тек}$ - текущая дата;

$t_{ки}$ - продолжительность выполнения оставшегося объема работ i -м потоком на отведенном ему участке, которая определяется согласно формуле (6), или как

$$t_{ки} = \frac{V_i^{ост}}{A_i M_i \gamma_i} \quad (\text{здесь все параметры расчета -}$$

ваются для каждого конкретного потока в отличие от формулы (6), где расчет ведется по объекту в целом).

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

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

$$\sum T_{ки} \leq \Pi T_{\Sigma}^{кон}. \quad (I4)$$

Если данное условие не выполняется, то необходимым является-

ся решение по комплектованию и вводу дополнительных потоков $\Pi_{доп}$ согласно формуле (12).

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 ($T_K \leq T_{\Sigma}^{кон}$). Тогда общая для всех участков продолжительность работ определяется следующим образом:

$$t_K = T_K - T_{тек}. \quad (15)$$

Условие одновременного окончания работ всеми потоками достигается расчетом

$$\left. \begin{aligned} t_K &= \frac{\sum_i \rho_i^{ост} + \sum_i A_i M_i \gamma_i \tau_i}{\sum_i A_i M_i \gamma_i} \\ \rho_i' &= A_i M_i \gamma_i (t_K - \tau_i) \\ \Delta \rho_i &= \rho_i - \rho_i^{ост} \end{aligned} \right\}, \quad (16)$$

- где t_K - продолжительность работ, общая для всех участков, недели;
- $\rho_i^{ост}$ - оставшийся объем работ на i -м участке (потоке) к текущей дате (для дополнительных потоков $\rho_i^{ост}$ 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 вводе дополнительных ресурсов ($\tau = 0$, если смежные потоки движутся

навстречу друг другу; $\tau = 5-7$ дней, если потоки движутся в одну сторону или один от другого; $\tau = 10-20$ дней при перебазировке потока в пределах данной трассы на отдаленный участок; $\tau = 1,5$ мес, если перебазировка потока осуществляется с одной стороны; $\tau = 2$ 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;

Δl_i - корректировка (величина переноса) границ участков ($\sum \Delta l_i = 0$).

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

3. 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 икаду коэффициентов для каждого потока с указанием:

календарных рабочих дней (КРД);

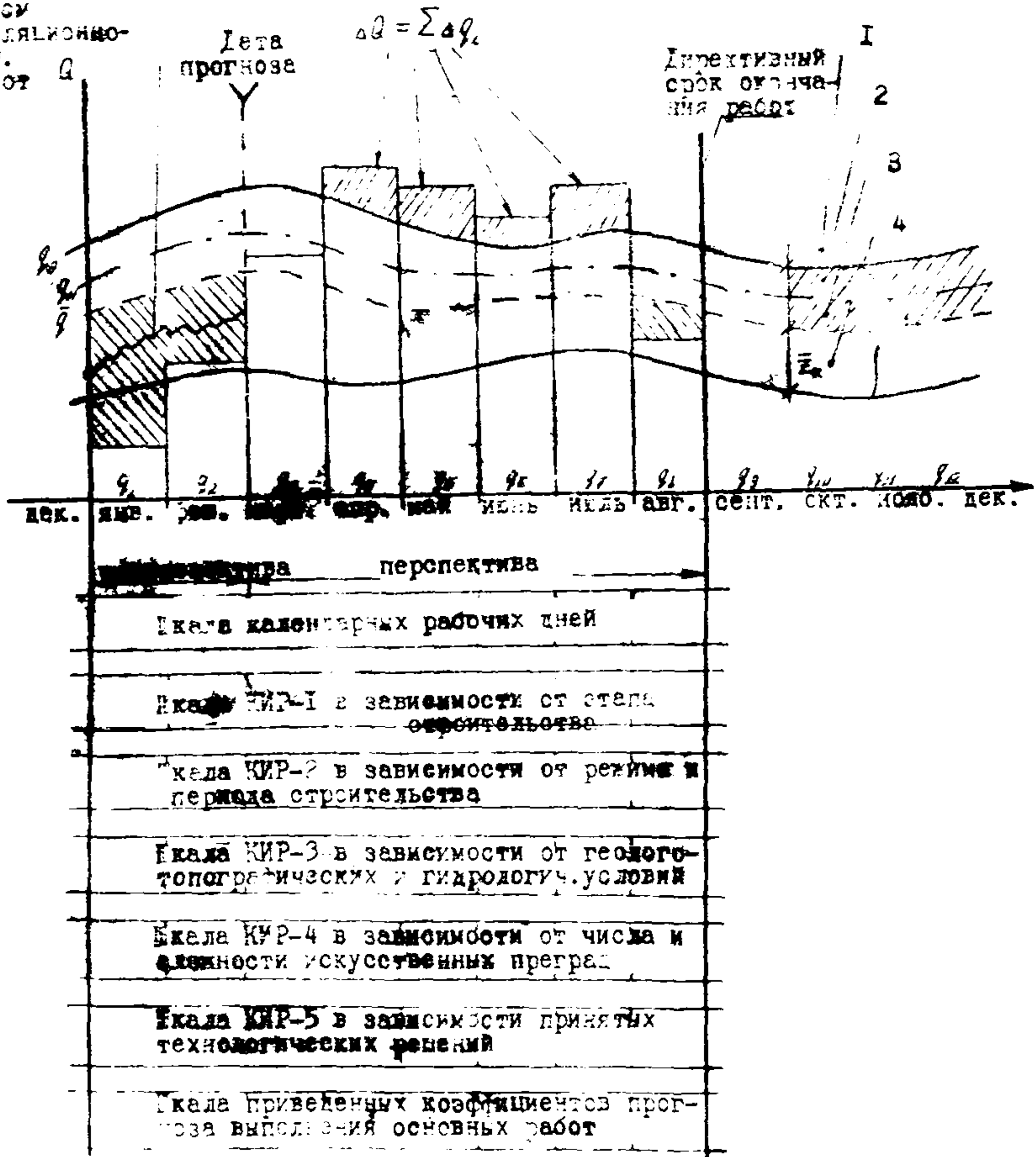
коэффициентов интенсивности работ (КИР) в зависимости: от этапа строительства - КИР-1 (организационно-производственный фактор); от режима и периода строительства - КИР-2 (природно-климатический фактор); от геолого-топографических и гидрологических условий - КИР-3; от числа и сложности искусственных преград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

приведенных коэффициентов прогноза выполнения потоком основных линейных работ (ПКЛВП) = $KРД \cdot \prod_{i=1}^m KИР$.

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

Индивидуальный динамический ряд ТСУ

Объем изоляционно-укл. работ Q



Параметры статистического коридора и система шкал по факторам строительного процесса:

1 - зона критического задания Z_k ; 2 - зона очень напряженного задания Z_e ; 3 - зона напряженного задания Z_n ; 4 - зона не-напряженного задания 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	
1. Северная-1	1	1,1	1,4	1,1	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3	0,5	0,8	20
2. Северная-2	1	1,3	1,3	1,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,8	1,0	18
3. Таежно-болотистая	1	1,1	1,1	1,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	17
4. Подходы к Уралу	1	1,1	1,1	0,7	0,4	0,7	0,5	0,9	0,5	0,2	0,3	0,5	16
5. Урал (горная)	1	1	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,6	0,4	1	0,6	1,2	15
6. Между Уралом и р. Волга	1	1,1	1,2	0,9	0,7	1	0,8	0,7	0,7	1,1	0,6	1,2	18
7. Между рр. Волгой и Днепром	1	1	1,5	0,7	1,5	1,7	1,4	1,4	1,2	1,5	0,9	0,7	14
8. Между р. Днепр и Карпатами	1	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	13
9. Карпаты-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Карпаты-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Карпаты-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	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) $[t_i]$, 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:

$$a) \quad q_{ij} \in Z_{ki} \{ q_{zj} < q_{ij} \} \Rightarrow \text{задание критическое};$$

- б) $q_{ij} \in Z_{\alpha i} \{ \bar{q}_{nj} < q_{ij} \leq q_{\alpha} \} \Rightarrow$ задание экстремальное;
- в) $q_{ij} \in Z_{ni} \{ \bar{q}_i < q_{ij} < \bar{q}_n \} \Rightarrow$ задание напряженное;
- г) $q_{ij} \in Z_{ni} \{ q_{ij} < \bar{q}_j \} \Rightarrow$ 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",

$$P_{ij}^T = \frac{\xi_{ij}}{\xi_i^0} \cdot q_i^0,$$

где P_{ij}^T - динамический потенциал i' -го потока на текущем объекте в j -м месяце;

q_i^0 - наибольшая месячная выработка i' -го потока, достигнутая на предыдущем объекте;

ξ_i^0 - весовой коэффициент месяца наибольшей выработки i' -го потока на предыдущем объекте.

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

при $q_{ik}^{\phi} < P_i^0 \Rightarrow$ по п.3.10.1;

при $q_{ik}^{\phi} \geq P_i^0 \Rightarrow$ по формуле

$$P_{ij}^T = \frac{\xi_{ij}}{\xi_{ik}} \cdot q_{ik}^{\phi},$$

где q_{ik}^{ϕ} - наибольшая фактическая месячная выработка i' -го потока, достигнутая в k -м месяце;

ξ_{ik} - весовой коэффициент k -го месяца для i' -го потока.

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

- а) $P_{ij}^T \in Z_{\alpha i} \{ \bar{q} < P_{ij}^T \leq q_{\alpha} \} \Rightarrow$ ДП в экстремальной зоне
- б) $P_{ij}^T \in Z_{ni} \{ \bar{q} \leq P_{ij}^T \leq \bar{q}_n \} \Rightarrow$ ДП в напряженной зоне
- в) $P_{ij}^T \in Z_{ni} \{ P_{ij}^T < \bar{q} \} \Rightarrow$ ДП в ненапряженной зоне

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

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

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

3.13. 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

$$V_{ij} = (+\Delta P_{ij}) + \begin{cases} P_{ij}^T \in Z_{\bar{z}} \Rightarrow (q_{zj} - P_{ij}^T); \\ P_{ij}^T \in Z_H \Rightarrow (\bar{q}_{Hj} - P_{ij}^T); \\ P_{ij}^T \in \bar{Z}_H \Rightarrow (\bar{q}_j - P_{ij}^T), \end{cases}$$

а в случае отсутствия дефицита ДП резерв j -го месяца заполняется объемом работ первого следующего за ним месяца $(j+1)$; соответственно задание, резерв или дефицит в $(j+k)$ 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

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

3.14. Выполняется разбивка по неделям сбалансированного задания, следующего за текущим месяцем:

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

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

$$-\Delta P_i = \sum_i (-\Delta P'_{ij}).$$

3.16. Устанавливают прогнозные сроки окончания линейных работ i -м потоком с точностью до 15 дней (полмесяца).

3.16.1. Ожидаемый срок по динамической оценке при отсутствии дефицита ДП

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

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

$$q_{il} = \begin{cases} P_{i(k+l)}^T \in Z_3 \Rightarrow q_{il} = q_{3l} \\ P_{i(k+l)}^T \in Z_H \Rightarrow q_{il} = \bar{q}_{Hl} \\ P_{i(k+l)}^T \in \bar{Z}_H \Rightarrow q_{il} = \bar{q}^l \end{cases},$$

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

б) определить прогнозный срок

$$t_{ож\ i} = \begin{cases} q_{im} < (0,5 \bar{q}_{нт} \vee 0,5 q_m) \Rightarrow 15 \cdot m; \\ q_{im} \geq (0,5 \bar{q}_{нт} \vee 0,5 \bar{q}_к) \Rightarrow 30 \cdot m. \end{cases}$$

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

$$t_{в\ i} = \begin{cases} q''_{im} < 0,5 q_{3m} \Rightarrow 15 \cdot m; \\ q''_{im} \geq 0,5 q_{3m} \Rightarrow 30 \cdot m. \end{cases}$$

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

$$\gamma_{ij} = \frac{q_{ij}}{p_{ij}^T}, \quad j = \overline{1, K}.$$

3.18. Вычисляют интегральный коэффициент напряженности задания на весь период строительства

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

3.19. Определяют объемы сбалансированных заданий по месяцам для:

- геподрядных трестов;
- производственных главков;
- областей, краев и республик;
- стройки в целом.

3.20. Для перебазлируемых 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

$$t_i^o = t_{ожi}^o + (\tau_{зи} + t_{пi}),$$

где t_i^o - время (дата) включения в работу перебазлируемого потока на новом участке;

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

$\tau_{зи}$ - время на завершение работ перебазлируемым 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 перебазлируемых 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_{i3} 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

$$t_{ввi} = t_{vi} + t_{i3} + T_{пн}.$$

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.

(Министерство, главк, трест
область, республика)

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

Начало строительства _____

Срок ввода _____

(главк, трест, участок)

Код	Вид работы	Объем работы	Выпол- нено с начала стр-ва	Оста- ток	Фактическое выполнение								Прогноз-задание			
					Год								Год			
					Ап- рель	Май	Июнь	Июль	Ав- густ	Сен- тябрь	Ок- тябрь	Но- ябрь	Де- кабрь	Январь	Фев- раль	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 полос, км															
14	испытание, км															
15	Сооружение переходов, шт.															
16	Монтаж технологических узлов, шт.															
17	Электрохимзащита, шт.															
18	Коэффициент напряженности задания															

П р и м е ч а н и я:

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 _____

Форма Ф-02

Трест _____

ЗАДАНИЕ

по неделям на строительстве трубопровода
участок км _____ - км _____

Начало строительства _____

по состоянию на _____

Срок ввода _____

Код	Вид работы	Фактическое выполнение за прошедшие					Задание на месяц										
		месяцы															
				
						Всего на ме- сяц	По неделям					Всего на ме- сяц	По неделям				
							с по	с по	с по	с по	с по		с по	с по	с по	с по	с по
							_____	_____	_____	_____	_____		_____	_____	_____	_____	_____

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	10	11	12	13	14	15

П Р И Л О Ж Е Н И Я

ПРОГРАММА INF

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

2. Программа INF предназначена для разработки долгосрочных прогнозов хода строительства магистральных трубопроводов по видам работ: разработка траншей, 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 траншей, 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.

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

1. 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 - 1,0; 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

$$Q = 65 \cdot Q_0 + 4 \cdot Q_0 \cdot Q_3 + 360 \cdot Q_7 + 5 \cdot Q_2 + 120 (\text{байт}),$$

где Q_0 - количество участков на трассе;

Q_7 - 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 1 - 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 1 осуществляется только один раз в начале создания информационного фонда. В режиме 2 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.

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

12. В режимах 1-7 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.

13. 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.

14. 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 501-83

Издание ВНИИСТА

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

Д-75714
Печ.л.2,0
Тираж 250

экз.

Подписано в печать 4/1 1984г.
Уч.-изд.л. 1,6
Цена 16 коп.

Формат 60x84/16
Бум.л.1,0
Заказ I

Ротапринт ВНИИСТА