

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ  
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
по строительству магистральных трубопроводов

**·ВНИИСТ·**



# **РУКОВОДСТВО**

ПО НЕПРЕРЫВНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ  
РАБОТЫ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ПОТОКОВ  
НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ  
С УЧЕТОМ ИХ ТЕМПОВ И РЕСУРСНОГО  
СОСТАВА НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ ППР

Р 488-83



**Москва 1983**

В настоящем Руководстве приведены основные положения и методы планирования работы долговременных потоков на основе непрерывных календарных графиков, изложена методика оптимизации ресурсного состава и темпа потока с использованием ЭВМ.

Руководство предназначено для инженерно-технических работников строительных организаций и оргтехстроев и может быть использовано при составлении проектов производства работ (ППР) для трестов, главков и объединений Миннефтегазостроя.

В разработке Руководства принимали участие: д-р техн. наук М. И. Барленко; кандидаты техн. наук Р. Д. Габеляя, В. С. Бортакровский; канд. физ.-мат. наук С. Э. Стамблер; мл. научн. сотрудник М. В. Блимовский (ВНИИСТ); кандидаты техн. наук Л. Э. Ванд, М. А. Куликов и инженер И. П. Скуйбина (НИИЭС).

Замечания и предложения направлять по адресу: 105058, Москва, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ, отдел отраслевой организации линейного строительства.

Миннефте- газстрой	Руководство по непрерывному планированию рабо- ты долговременных потоков на стро- ительстве линейной части магистра- льных трубопроводов с учетом их темпов и ресурсного состава на стадии разработки ППР	Р 488-83
		Впервые

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Целью непрерывного планирования работы долговременных потоков является обеспечение полной загрузки и непрерывной работы линейных подразделений в течение длительного (нескольких лет) периода. Основой планирования работы на длительный срок является непрерывный календарный график последовательного строительства нескольких объектов с учетом темпа и ресурсного состава потока.

1.2. Долговременный поток - организационно оформленная совокупность низовых строительно-монтажных подразделений, сохраняющая свою структуру в течение длительного времени при переходе с объекта на объект.

1.3. Структура долговременного потока, ресурсный состав и темп должны соответствовать принципу этапной специализации, предусматривающему технологически правильную последовательность выполнения всего комплекса работ.

1.4. Непрерывный календарный график работ разрабатывается на основе пятилетнего проекта организации работ строительной организации.

1.5. Основная цель непрерывного планирования - ритмичный ввод объектов в эксплуатацию, а основная задача - увязка текущих и перспективных графиков производства работ, а также ежегодное уточнение графиков работ на последующий период цикла непрерывного планирования.

1.6. Непрерывный календарный график потока разрабатывается на три года (трехлетний цикл), причем соотношение заделных

Внесено отделом от- раславой организации линейного строитель- ства ВНИИСТА	Утверждено ВНИИСТом 24 ноября 1982 г.	Срок введения в действие 1 октября 1983г.
---	--	---

и вводимых объемов работ в каждом году должно обеспечивать ритмичный ввод объектов в эксплуатацию.

I.7. В состав комплекса работ, выполняемых потоком, включены работы по расчистке трассы, планировке, строительству подъездных и вдольтрассовых дорог, рекультивации, сооружению переходов под железными и автомобильными дорогами, сооружению переходов через овраги и малые водотоки, а также погрузочно-разгрузочные и транспортные работы, сварка поворотных и неповоротных стыков, гнутье труб, разработка траншей, изоляционно-укладочные работы, балластировка, засыпка, ликвидация технологических разрывов, сооружение устройств электрохимзащиты и монтаж линейной арматуры.

В комплекс работ не включены очистка полости и испытание, что связано с ограничением, накладываемым на протяженность участков, обусловленное технологической схемой проведения этих работ и реальными условиями строительства.

I.8. По окончании текущего года непрерывный график корректируется и составляется на последующие 3 года. При этом с учетом директивных сроков строительства объектов принимаются встречные планы, которые рассматриваются и утверждаются строительно-монтажной организацией.

I.9. На основании непрерывного календарного графика разрабатываются месячные, квартальные и годовые планы выполнения потоком строительно-монтажных работ; планы материально-технического обеспечения, инженерной подготовки строительного производства, поступления инженерно-технической и сметной документации.

## 2. СИСТЕМА УРОВНЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ БРИГАД

2.1. Для выбора экономически целесообразной формы осуществления строительства трубопроводов различной протяженности, конструктивных решений, географического района строительства необходимо использовать специальную систему уровней технологической специализации бригад, участвующих в сооружении линейной части трубопроводов.

2.2. Система включает пять уровней специализации, для каждого из которых характерен определенный набор технологических модулей.

2.2.1. К первому уровню специализации относятся комплексные бригады, выполняющие последовательно весь комплекс работ. Такая форма организации бригад используется на малопротяженных объектах с низким темпом строительства до 0,1 км в день, там, где экономически нецелесообразно использовать крупные комплексные потоки.

2.2.2. Второй уровень специализации отличается от первого тем, что в нем выделяются укрупненно-специализированные бригады по инженерной подготовке трассы (расчистка трассы от лесорастительности, планировка строительной полосы, строительство подъездных и вдольтрассовых дорог, сооружение лежневых дорог, прямая рекультивация почв) и земляным работам (разработка траншей, рытье котлованов, обратная рекультивация и засыпка).

Такая специализация обусловлена технологической необходимостью выделения инженерно-подготовительных работ во времени, что позволяет вести строительные работы с более высоким темпом.

2.2.3. Третий уровень специализации составляют укрупненно-специализированные бригады:

- по инженерной подготовке трассы;

- по земляным работам;

- по сварочно-монтажным работам (ведущий вид работ), которые включают в себя погрузочно-разгрузочные и транспортные работы, сварку поворотных и неповоротных стыков, монтажные работы при сооружении малых переходов, ликвидацию технологических разрывов, гнутье труб и монтаж линейной арматуры;

- по изоляционно-укладочным работам (ведущий вид работ), которые включают в себя изоляционные и укладочные работы, балластировку и монтаж средств электрохимзащиты.

Работы внутри бригад в зависимости от темпа ведущего вида работ, загрузки людей и техники могут выполняться поточными или последовательными методами.

2.2.4. Четвертый уровень специализации составляют укрупненно-специализированные бригады двух типов и узкоспециализированные бригады шести типов.

К узкоспециализированным относятся бригады:

по сооружению переходов под автомобильными и железными дорогами;

по разработке траншей;

по изоляционно-укладочным работам;

по балластировке (пригрузке) трубопровода;

по засыпке;

по монтажу средств электрохимзащиты.

К укрупненно-специализированным относятся бригады:

по инженерной подготовке трассы;

по сварочно-монтажным работам (ведущий вид работ), которые также выполняют погрузочно-разгрузочные и транспортные работы, сварку поворотных и неповоротных стыков, работы по сооружению переходов через овраги и малые водотоки, ликвидацию технологических разрывов, гнутье труб и монтаж линейной арматуры.

Работы внутри укрупненно-специализированных бригад в зависимости от темпа ведущих видов работ и загрузки ресурсов могут производиться поточными или последовательными методами.

2.2.5. Пятый уровень специализации формируется из укрупненно-специализированных бригад, каждая из которых выполняет определенный вид работ:

расчистку трассы от лесорастительности;

планировку строительной полосы;

строительство подъездных и вдольтрассовых дорог;

сооружение лежневых дорог;

прямую рекультивацию;

сооружение переходов под железные и автомобильные дороги;

сооружение переходов через овраги и малые водотоки;

транспортные работы по вывозке одиночных труб;

транспортные работы по вывозке трехтрубных секций на

трассу;

сварку поворотных стыков;

сварку неповоротных стыков;

гнутье труб;

разработку траншей;

изоляционно-укладочные работы;

балластировку (пригрузку) трубопровода;

обратную рекультивацию;  
засыпку;  
ликвидацию технологических разрывов;  
сооружение устройств электрохимзащиты;  
монтаж линейной арматуры.

Строительство осуществляется поточными методами с высоким темпом.

2.3. Комплексные и укрупненно-специализированные бригады формируются из нескольких технологических модулей в зависимости от специализации.

Основной принцип формирования таких бригад заключается в объединении тех видов работ, которые выполняются однотипными технологическими модулями.

Специализированные и комплексные бригады комплектуются из имеющихся типов и марок машин; в зависимости от этого формируются звенья обслуживающего их персонала.

При формировании бригад (модулей) учитывается передовой опыт и научно-технические достижения в области технологии и организации строительства линейной части трубопровода.

2.4. Ресурсный состав бригад (модулей) в зависимости от организационно-технологической структуры потока может изменяться и каждому его варианту соответствует темп, характеризующий определенной сменной выработкой.

Выработка в зависимости от технологической специализации бригад (модулей) выбирается следующим образом:

для отдельных машин, механизмов и звеньев, выполняющих одну технологическую операцию, по ЕНиР или ведомственным нормам;

для комплексных и укрупненно-специализированных модулей, участвующих в выполнении нескольких видов работ; расчетным путем по технологической циклотрамме или технологическим картам.

2.5. Набор технологических модулей для каждого вида работ разрабатывают с учетом многообразия имеющихся видов и типов технологических ресурсов.

Эти модули различаются между собой организацией ведения работ (поточный, последовательный метод организации труда) и технологией ее выполнения (из неизолированных труб, из труб с заводской изоляцией, из труб с базовой изоляцией, бесподъемным методом укладки).

### 3. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦИКЛОГРАММ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ КОМПЛЕКСНЫХ (УКРУПНЕННО- СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ) БРИГАД

3.1. Для расчета среднесменной производительности комплексных (укрупненно-специализированных) бригад строятся технологические циклограммы производства работ.

3.2. В качестве основных критериев выбора оптимального ресурсного состава бригады и соответствующего ей темпа берется равномерность и эффективность ее загрузки (в первую очередь - людей) в течение всего периода функционирования бригады на захватке заданной протяженности  $\ell_{захв}$ . По этим критериям строят оптимальный график движения технологических ресурсов бригады в процессе выполнения всего комплекса работ при минимальных затратах ресурсов с учетом их равномерного использования.

3.3. Отдельные виды работ, на которых задействованы однотипные машины и механизмы, должны выполняться последовательно с учетом технологии.

3.4. Продолжительность каждого вида работ  $t_i^{\delta}$  рассчитывают в зависимости от количества используемых технологических модулей  $n_i$ , характеризующих нормативной сменной выработкой  $q_i^{норм}$

$$t_i^{\delta} = n_i \cdot q_i^{норм} \cdot K_{раб}^i \cdot \ell_{захв}, \quad (I)$$

где  $K_{раб}^i$  - доля  $i$ -го вида работ в общем объеме строительства.

3.5. По построенной технологической циклограмме определяется общая продолжительность работы бригады  $t_{\delta}$  на захватке заданной протяженности  $\ell_{захв}$ , после чего вычисляется среднесменная производительность данной бригады  $q_{\delta}$ .

$$q_{\delta} = \frac{\ell_{захв}}{t_{\delta}}. \quad (2)$$



#### 4. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РЕСУРСНОГО СОСТАВА И МОЩНОСТИ ПОТОКА

4.1. На выбор оптимальной мощности (производительности) и ресурсного состава потока оказывают влияние конструкция и диаметр строящегося трубопровода, объем работ на объекте (протяженность трассы трубопровода) и природно-климатические условия района строительства, а также время перебазировки потока и его развертывания. Потоки большой мощности, как правило, целесообразно использовать на строительстве трубопроводов больших диаметров и большой протяженности; на объектах с малыми объемами работ более эффективно применение потоков малой мощности. Изменение мощности потока достигается изменением уровня технологической специализации бригад и их ресурсного состава. Выбор оптимального ресурсного состава и мощности потока осуществляется по специальной методике.

4.2. Цель методики - определение оптимальной организационно-технологической структуры потока при строительстве трубопроводов различных диаметров и протяженностей в различных регионах страны.

Выбор оптимального варианта организационно-технологической структуры основан на следующей модели.

4.2.1. Основной производственной единицей является узкоспециализированный технологический модуль - неделимая производственная единица (набор людей, машин и механизмов), обеспечивающая выполнение технологической операции.

4.2.2. Для анализа возможности увеличения темпа работ в качестве неделимой производственной единицы используются также укрупненные технологические модули, представляющие собой комплекс узкоспециализированных модулей, предназначенный для выполнения определенного вида работ. В укрупненных модулях используются совмещение профессий и последовательное выполнение технологических операций одними и теми же машинами.

4.2.3. Организационно-технологическая структура потока - это совокупность технологических модулей (либо узкоспециализированных, либо укрупненных) определенной мощности, выполняющая весь комплекс строительных работ с определенным темпом.

Таким образом, организационно-технологическая структура

определяется: номенклатурой модулей в потоке, количеством модулей каждого типа и темпом потока.

4.2.4. Для сравнения экономической эффективности различных вариантов организационно-технологической структуры потоков внутри каждого уровня технологической специализации бригад в качестве критерия оптимальности применяются удельные приведенные затраты на поток  $\Pi$  (тыс.руб/км):

$$\Pi = \sum_{i=1}^K \Pi_{ij} \cdot n_{ij}, \quad (3)$$

где  $i$  - индекс вида работ;

$j$  - индекс технологического модуля;

$K$  - количество видов работ;

$n_{ij} = n_{ij}(\rho^H)$  - количество технологических модулей  $j$ -го типа, используемых для  $i$ -го вида работ при заданной номинальной производительности потока, которое определяют по формуле

$$n_{ij} = \left\lceil \rho^H \left( \frac{K_{роб}^i}{q_{ij}} - \frac{1}{V_{ij}} \right) : \left( 1 - \frac{\rho^H}{V_{ij}} \right) \right\rceil, \quad (4)$$

где  $\rho^H$  - номинальная производительность потока, которая задается в определенном диапазоне с фиксированным шагом (км/смен);

$K_{роб}^i$  - отношение длины участков, на которых ведутся работы  $i$ -го вида, к проектной длине трассы  $L$ ;

$q_{ij}$  - производительность  $j$ -го модуля на  $i$ -м виде работ (км/смен);

$V_{ij}$  - транспортная скорость при перемещении модулем захватки (км/смен).

Удельные приведенные затраты  $j$ -го модуля на  $i$ -м виде работ (тыс.руб/км) определяют по формуле

$$\Pi_{ij} = (C_{ij} + E_n K_{ij}) : (t_i \cdot \rho), \quad (5)$$

где  $C_{ij}$  - годовая себестоимость работы  $j$ -го модуля на  $i$ -м виде работ (тыс.руб/год);

$K_{ij}$  - капитальные затраты на формирование  $j$ -го модуля на  $i$ -м виде работ (тыс.руб/год);

$E_n$  - нормативный коэффициент эффективности, равный 0,15;

$t_i$  - количество рабочих дней в году, затрачиваемых на  $i$ -й вид работ;

$\rho$  - производительность потока (км/смен), которая определяется по формуле

$$\rho = \frac{1}{\frac{1}{\rho^H} + \frac{\tau_{непр}}{L}} \quad (6)$$

где  $\tau_{непр}$  - непроизводительные потери времени потоком, вызванные перебазирующими и развертыванием (дни);

$L$  - проектная длина сооружаемого трубопровода (км).

4.2.5. В качестве целевой функции критерия оптимальности организационно-технологической структуры выбран минимум удельных приведенных затрат по типам модулей, составляющих поток, их количеству и производительности

$$\Pi \longrightarrow \min \quad (7)$$

В результате минимизации удельных приведенных затрат определяется оптимальная структура потока и соответствующая ей оптимальная мощность при заданном диаметре и длине строящегося трубопровода.

## 5. ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПО МЕТОДИКЕ

5.1. Для определения оптимальной структуры и темпа потока необходимо подготовить исходные данные (прил. I), которые занесут в специальные формы № I-4.

5.2. Определяют перечень видов работ (формы № I и 3, гр. 2) и наборы технологических модулей (форма № I, гр. 4 и форма № 3, гр. 3).

5.3. По данным ИПР рассчитывают долю каждого вида работ в общем объеме  $K_{\text{раб}}^i$  (форма № I, гр. 3).

5.4. Определяют перечень используемых технологий (форма № 4, гр. 2) и каждой из них присваивается свой шифр (форма № 4, гр. 3).

5.5. Фиксируют ресурсный состав каждого модуля (форма № 2, гр. 2).

5.6. Для каждого модуля определяют перечень возможных технологий и соответствующие им шифры (форма № I, гр. 5).

5.7. Из нормативных документов (для узкоспециализированных модулей) или расчетным путем (для комплексных модулей) вы-

бирается количественный состав каждого ресурса в модуле (форма № 2, гр.3).

5.8. Аналогично п.5.7 определяют производительность каждого модуля  $q_{ij}$  (форма № I, гр.7).

5.9. По минимальной транспортной скорости отдельных машин и механизмов, входящих в модуль, определяется транспортная скорость модуля при перемене захватки  $V_{ij}$  (форма № I, гр.6).

5.10. По каждому модулю вычисляют себестоимость  $C_{ij}$ , капитальные затраты  $K_{ij}$  (форма № 2, гр.4) и приведенные затраты  $\Pi_{ij}$  (форма № I, гр.8).

5.11. задается:

длина участка строящегося трубопровода  $L$ , отводимая одному потоку, в диапазоне от I до 250 км;

номинальный темп работы потока  $\rho''$  из диапазона от 0,1 до 5,0 км/день с шагом 0,1 км/день;

суммарные непроизводительные потери времени на перебазировки и развертывание потока  $T_{непр}$  в течение года из диапазона от I до 150 дней;

для каждого вида работ количество рабочих дней в году, затрачиваемых на данный вид работ  $t_i$ .

## 6. ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА

6.1. Задаются исходные данные, которые определяются согласно разделу 5

$$L, T_{непр}, t_i, q_{ij}, V_{ij}, K_{ij}, \Pi_{ij}.$$

6.2. задается значение  $\rho'' \in [0,1-5]$ . На первом шаге  $\rho'' = 0,1$  км/день.

6.3. По формуле (6) рассчитывают темп потока.

6.4. По формуле (4) определяют количество технологических модулей  $n_{ij}$  (форма № 3, гр.4).

6.5. По формуле (5) находят удельные приведенные затраты  $\Pi_{ij}$  каждого модуля (форма № 3, гр.5).

6.6. Умножая  $\Pi_{ij}$  каждого модуля на количество  $n_{ij}$ , определяем значения удельных приведенных затрат на  $i$ -м виде работ для каждого из набора модулей (форма № 3, гр.6).

6.7. Из наборов модулей для каждого вида работ выбираем по одному представителю с одинаковым шифром технологии.

6.8. По формуле (3) находим удельные приведенные затраты на поток  $\Pi$ .

6.9. Перебирая все возможные сочетания модулей, находят минимальные значения  $\Pi$  при заданном  $\rho^H$ . Перечень модулей и их количество, для которых минимально значение  $\Pi$ , определяет оптимальную структуру потока при фиксированных значениях длины трассы и номинальной производительности потока  $\rho^H$ .

6.10. Полученные минимальные значения  $\Pi$  изображают точкой на графике, на котором по оси абсцисс отложены значения  $\rho^H$ , а по оси ординат – значения  $\Pi$ .

6.11. Затем к выбранному ранее значению  $\rho^H$  прибавляют шаг производительности, равный 0,1 км/день, и возвращаются к п.6.3.

6.12. Расчеты заканчиваются, когда будет пройден весь выбранный диапазон  $\rho^H$ .

6.13. В результате расчетов получен график зависимости удельных приведенных затрат на поток  $\Pi$  от номинальной производительности потока  $\rho^H$ , при фиксированном значении длины трассы  $L$ .

6.14. По графику определяют значение  $\rho_{опт}^H$  при котором удельные приведенные затраты на поток  $\Pi$  минимальны при фиксированном значении  $L$ . Соответствующий этому темпу перечень модулей определяет оптимальный состав потока.

6.15. На рис.1 приведена блок-схема алгоритма расчета оптимального ресурсного состава и темпа потока.

6.16. Текст программы OPT2 представлен в прил.2, а пакет исходных данных к ней – в прил.3.

## 7. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НЕПРЕРЫВНОГО КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА

7.1. Непрерывные календарные графики работы разрабатываются для каждого комплексного потока на 2–3 года.

7.2. Непрерывный календарный график работы потока охватывает последовательное строительство нескольких типовых объектов, на каждом из которых производится:

разбивка всего периода строительства объекта на этапы;

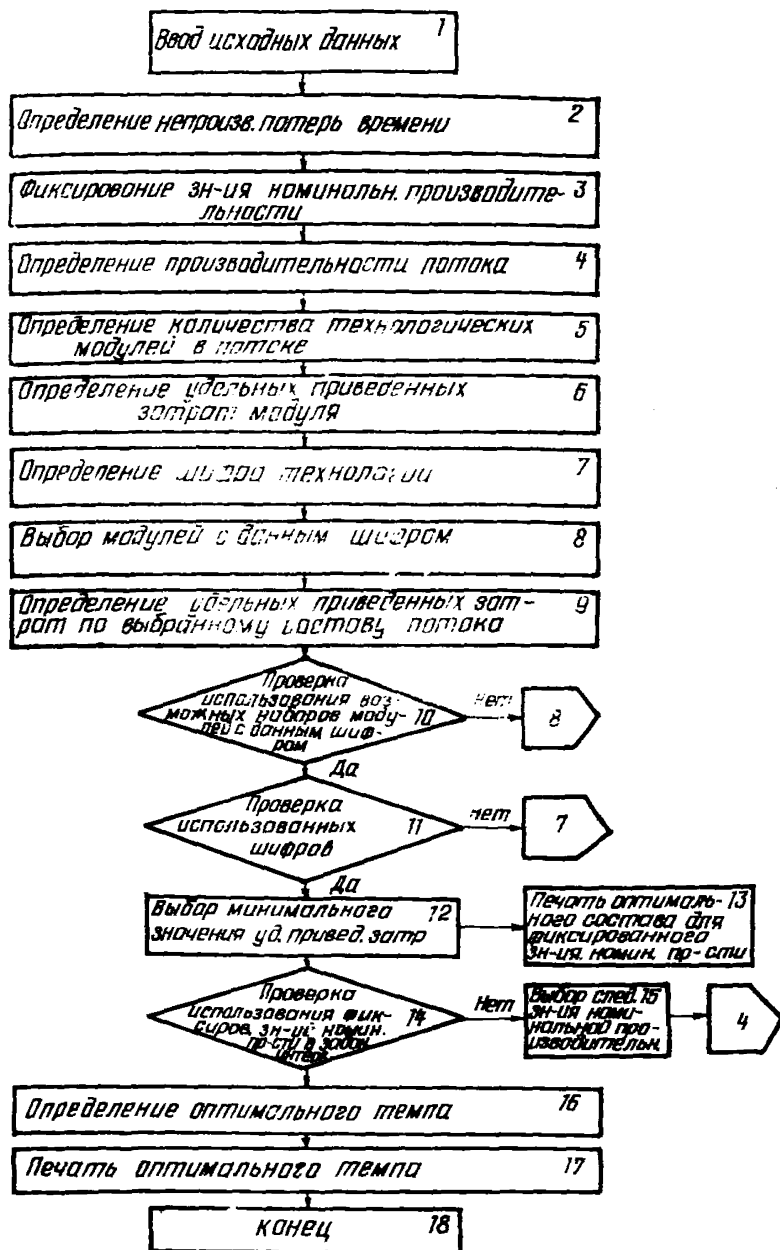


Рис.1. Блок-схема алгоритма расчета оптимального ресурсного состава и мощности потока

детализация этапов строительства по видам работ и срокам их выполнения, исходя из рациональной технологии и организации строительства;

распределение этапов и видов работ между исполнителями с учетом равномерной и непрерывной загрузки в течение всего периода.

7.3. Уточнение графиков работ на последующие два-три года должно предусматривать по каждому объекту:

внесение изменений по срокам строительства объектов и по перечню объектов согласно директивным указаниям вышестоящих органов управления и реально сложившейся ситуации;

балансировку новых объемов работ и их структур с производственными мощностями потоков.

7.4. Все трубопроводы условно разбиваются на три типовые группы диаметров: I420, I220-I020 и 820 мм и менее.

Внутри каждой группы закрепление участков потоками рассматривается отдельно.

7.5. Разработка непрерывных графиков движения комплексных потоков производится на основе выходных данных программы ЗИС-I ("Закрепление исполнителей за стройками - I"), реализуемых на ЭВМ ЕС.

В основу программы положена имитационная модель, отображающая принятие решений о закреплении потоков за стройками (Пример расчета непрерывного графика работы потоков см. в прил.')

7.5.1. При принятии решений о закреплении потоков за участками учитывают: годовые выработки потоков, географическое положение потоков и участков, протяженности участков и плановые сроки их окончания, среднюю продолжительность одной перебазировки, зависящую от района строительства (насыщенность транспортно-спасательной сети и ее видами), коэффициенты на выработку в летние и зимние месяцы. Эти данные являются исходными (входными) для программы ЗИС-I.

7.5.2. При использовании программы получают альтернативные варианты закрепления с учетом всех основных факторов, влияющих на принятие решений о закреплении потоков за участками: загрузка потоков, плановые сроки окончания участков, длина и время перебазировок, близость к центрам производственного уп-

равления. Кроме этого, должна обеспечиваться оптимизация маршрутов движения каждого потока в отдельности, а также устранение случайных обстоятельств при принятии решений о закреплении, не имеющих отношения к делу. Вместе с тем многовариантность результатов расчета позволяет выбирать необходимое решение с учетом неформализуемых соображений, благодаря чему повышается осуществимость принятых решений.

7.5.3. Алгоритм программы основан на последовательном закреплении каждого из новых участков с учетом ранее уже закрепленных участков за потоками.

7.5.4. Весь расчетный период разбивается на календарные этапы, концы которых совпадают с плановыми сроками окончания участков.

Загрузка потоков контролируется на каждом этапе с отсевом ранее перегруженных потоков, а также потоков, не способных закончить работы в срок. Благодаря этому закрепление потоков за участками осуществляется программой таким образом, чтобы отклонение от плановых сроков окончания участков было минимально. Если все потоки попадают в отсев, то закрепление производится с таким расчетом, чтобы их перегрузка была минимальной.

7.5.5. На каждом календарном этапе выбор  $j$ -го потока, способного закончить работу в срок на  $i$ -м участке, осуществляется программой по критерию минимума расстояния от  $i$ -го участка до определенной географической точки с координатами  $\{x; y\}_i$ , характеризующей группу уже закрепленных за  $j$ -м потоком участков.

7.5.6. Точка  $\{x; y\}_i$  может совпадать с координатами участка (среди участков, закрепленных за  $j$ -м исполнителем), ближайшего к  $i$ -му, с географическим "центром тяжести" группы участков, закрепленных за  $j$ -м исполнителем, а также с координатами начального центра базирования потока. В первом случае критерием закрепления является минимум удаленности "спорного"  $i$ -го участка от ближайшего к нему уже закрепленного за  $j$ -м исполнителем, а следовательно, минимум длины перебазировок. Во втором случае критерием закрепления является минимум удаленности от "центра тяжести" группы закрепленным за  $j$ -м исполнителем участков. В третьем случае критерием закрепления является минимум удаленности от начального центра базирования  $j$ -го потока.



7.5.7. Участки, подлежащие закреплению, располагаются программой в порядке по мере возрастания планового срока окончания и отбираются программой по очереди для решения вопроса о закреплении.

7.5.8. Что касается участков с одинаковым сроком окончания, то порядок их записи в исходной таблице генерируется программой различным образом. При этом последовательность перехода каждого отдельного потока с участка на участок устанавливается с учетом минимума длины перебазировок.

7.5.9. Программа ЗИО-I выдает следующую выходную информацию по каждому варианту закрепления участков за исполнителями-потоками:

суммарная длина всех перебазировок;

таблица закрепления участков за потоками с указанием расчетных сроков окончания работ на участках;

таблица показателей загрузки потоков (коэффициенты использования мощности потоков без учета перебазировок и коэффициенты занятости потоков во времени с учетом перебазировок) и показателей рассредоточенности участков каждого потока по территории;

перечень участков, закрепленных за потоками в тех календарных интервалах, когда критерием закрепления является минимум перегрузки потоков, а дальность перебазировок не принимается во внимание.

7.5.10. Варианты закрепления получаются, если менять критерии закрепления (см.п.7.5.6) или порядок записи участков с одинаковыми сроками окончания при подготовке исходных данных.

7.5.11. Рекомендуется использовать два критерия: минимум длины перебазировок и минимум удаленности от начального центра базирования потоков.

Выбор лучшего варианта следует производить с учетом длины перебазировок, расчетных сроков окончания, показателей занятости потоков и других характеристик.

7.5.12. Окончание участков в плановые сроки будет обеспечено, если суммарная годовая выработка потоков равна или превышает объемы работ.

7.5.13. Годовая выработка  $Q_j$   $j$ -го потока вычисляется следующим образом:

$$Q_j = P_j m z,$$

где  $P_j$  - оптимальная производительность за смену (см. раздел 4);  
 $m$  - располагаемый фонд рабочего времени за год, дни;  
 $z$  - коэффициент сменности.

Протяженности участков берутся из интервалов, для которых величина  $P_j$  постоянна (величина  $P_j$  определяется по программе СРТ2).

7.5.14. Чтобы не сорвать плановые сроки участков, сумма годовых выработок исполнителей должна отвечать условию:

$$\sum_j Q_j \geq \frac{12 \theta \rho \sum_i L_i}{\rho \theta^2 - 12 n \tau_{cp}},$$

где  $\theta$  - расчетный период, мес;  
 $\sum_i L_i$  - суммарная протяженность всех участков, км;  
 $n$  - число участков;  
 $\tau_{cp}$  - среднее время на одну перебазировку, 30 календарных дней;  
 $\rho$  - число потоков-исполнителей.

7.6. Графики выполнения всех видов работ с необходимой детализацией оформляются в виде таблицы на основании непрерывного графика работы комплексного потока. Пример расчета с использованием Программы ЗИС-I приведен в прил.4, а в прил.5 - инструкция пользователя к ней.

7.7. В виде циклограмм строят графики выполнения отдельных работ на объектах, т.е. графики движения основных бригад потока.

## 8. РАЗРАБОТКА ОБЪЕКТНОГО ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НА УЧАСТКЕ ПОТОКА

8.1. На основании объектной циклограммы и непрерывного календарного графика для отдельного потока на стадии инженерной подготовки разрабатывают график производства работ.

8.2. График производства работ предназначен для планомерной подготовки, последовательного развертывания технологических этапов строительства и систематического контроля за установленными сроками выполнения работ с целью осуществления оперативного управления ходом строительства.

8.3. Объектный график производства работ охватывает все фазы функционирования потока, начиная от подготовки объекта к строительству и кончая испытанием и сдачей трубопровода в эксплуатацию.

8.4. На этапе календарного планирования и организации строительства разрабатываются графики организационно-технических мероприятий, график производства подготовительных работ и график основных и завершающих строительно-монтажных работ.

На этапе оперативного управления периодически составляют отчеты о ходе работ, содержащие информацию для переработки и принятия решений.

8.5. График организационно-технических мероприятий составляют в табличной форме, а графики подготовительных, основных и завершающих работ - в табличной форме и в виде циклограммы с разбивкой объемов и сроков выполнения отдельных видов работ по месяцам.

8.6. График организационно-технических мероприятий содержит мероприятия, выполняемые заказчиком, подрядными и проектно-исследовательскими организациями.

На график наносят срок готовности участков трассы к выполнению работ подготовительного периода.

8.7. В состав графика подготовительных работ в табличной форме входит календарный план производства подготовительных работ с разбивкой по месяцам объемов работ и график-циклограмма, в которую включаются следующие данные:

ситуация;

размещение трубосварочных баз и обслуживаемые ими участки;

размещение складов труб, конструкций, полевого городка;

размещение временных причалов, вертолетных площадок;

участки работ субподрядных подразделений.

На циклограмму наносят: общий срок завершения организационно-технических мероприятий; сроки поставки труб, расчистки трассы, рекультивации, строительства вдольтрассовых и подъездных дорог, поворотной сварки и других работ подготовительного периода.

Контрольным сроком является время готовности участка трассы к производству основных строительно-монтажных работ.

8.8. В график основных и завершающих работ включаются данные по вывозке секций труб на трассу, рытье траншей, сварке

секций в нитку, изоляции, укладке и засыпке траншей, очистке полости, испытанию, строительству переходов через естественные и искусственные преграды, строительству ЛЭП, ЭХЗ, ЛЭС, монтажу запорной арматуры.

График оформляется в виде таблицы. Объемы работ разбивают по месяцам, что позволяет осуществлять ежемесячный и ежедекадный контроль фактического хода работ с определением величин отклонений от графика.

8.9. Циклограмма основных линейных работ содержит следующие данные:

- детализированную ситуацию трассы;
- переходы через препятствия;
- раскладку труб;
- типы изоляции;
- номера рабочих чертежей;
- кривые вставки;
- участки с баллаستировкой с указанием их типов.

На циклограмме отражаются объекты и сроки работ по вывозке на трассу секций труб и балластных грузов, по строительству переходов, по сверке секций в нитку, по земляным и изоляционно-укладочным работам, а также по засыпке траншей.

8.10. Для оперативного управления составляют периодически отчеты по этапам работ. Номенклатура работ в отчетах аналогична номенклатуре, принятой в соответствующих графиках.

В оперативных отчетах фиксируются плановые и фактические сроки выполнения отдельных видов работ, величина отклонений от плановых сроков и класс ситуации.

8.11. Для графического определения класса ситуации, реально сложившейся на объекте в результате отставания или опережения графика, необходимо нанести на циклограмму фактическое состояние работ, в зависимости от класса ситуации определить необходимые для ликвидации отставания (ускорения) темпы работ и рассчитать необходимые для этого дополнительные технологические ресурсы.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

ТАБЛИЦЫ ПОДГОТОВКИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ  
ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ И ТЕМПА ПОТОКА

Форма I

Сводная таблица основных показателей технологических модулей

№ п/п	Вид работ	Доля вида работ в об- щем объеме $K_{рад}$	Тип модуля	Шифр допусти- мой тех- нологии	Транспорт- ная ско- рость мо- дуля $V_{ij}$ , км/ч	Производи- тельность модуля $q_{ij}$ , км/смену	Приведенные затраты $\Pi_{ij}$ на один мо- дуль, тыс. руб/мод
I	2	3	4	5	6	7	8

Форма 2

Таблица расчета показателей технологического модуля

Вид работы \_\_\_\_\_ Тип модуля \_\_\_\_\_  
 Производительность \_\_\_\_\_ км/день

№ п/п	Состав модуля (перечень машин, механизмов и людей)	Количество ресурсов	Капит. затраты $K$ , тыс.руб.	Норма амортизации-ционных отчислений $A$ , %	Амортизационные отчисления $A$ , тыс.руб.	Тарифная ставка $T_c$ руб/ч	Фонд заработной платы $\Phi$ , тыс.руб.
I	2	3	4	5	6	7	8

Форма 3

Таблица промежуточных расчетов

№ п/п	Вид работ (или их комплекс)	Тип модуля	Количество модулей $n_{ij}$	Приведенные затраты на один модуль $n_{ij}$ , тыс.руб. мод	Приведенные затраты на модуль $n_{ij} \cdot n_{ij}$ , тыс.руб. мод	Минимальные значения приведенных затрат на вид работ $\min n_{ij} \cdot n_{ij}$ , тыс.руб. мод
I	2	3	4	5	6	7

Форма 4

Перечень исследуемых видов технологий

№ п/п	Наименование технологии (основные признаки)	Шифр
I	2	3

## ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА

Алгоритм определения оптимального состава потока реализован в программе OPT2.

Программа OPT2 составлена на алгоритмическом языке ФОРТРАН-IV и предназначена для использования на ЭЕМ типа ЕС, выполнена в виде одного программного модуля.

Программа характерна тем, что методом перебора вариантов технологических модулей и выбора по экономическому критерию определяется оптимальный тип и количество технологических модулей по каждому виду работ.

В программу OPT2 вводится пакет исходных данных, формируемый в соответствии с прил.3.



# ТЕКСТ ПРОГРАММЫ OPT2

```

DIMENSION LKR(20,20,20)
DIMENSION AK1(20),AK2(20),AK3(20),AK4(20),AK5(20)
DIMENSION X(20,20),Q(20,20),I(20),K(20),N(20)
DIMENSION AT(20),MC(500),MF(500),MC(500)
DIMENSION AD(500),A(500),B(500),C(500),D(500)
READ 100,4,4H
READ 105,KT
25 READ 105,K1
  FORMAT(20I2)
  READ 105,(K(I),I=1,K1)
20  FORMAT(AQ1F,4)
  DO 101 I=1,K1
    K2=K(I)
    AT(I)=I
    READ 100,(X(I,J),J=1,K2)
    PRINT 100,(X(I,J),J=1,K2)
11  CONTINUE
    DO 103 I=1,K1
      K2=K(I)
      READ 100,(Q(I,L),L=1,K2)
      PRINT 100,(Q(I,L),L=1,K2)
23  CONTINUE
    DO 105 I=1,K1
      K2=K(I)
      READ 100,(UV(I,J),J=1,K2)
      PRINT 100,(UV(I,J),J=1,K2)
26  CONTINUE
    READ 103,(FKO(I),I=1,K1)
    PRINT 103,(FKO(I),I=1,K1)
27  FORMAT(AQ1F)
    DO 108 I=1,K1
      K2=K(I)
      READ 107,((LKR(J,I,J1),J1=1,K1),J1=1,K2)
      PRINT 107,((LKR(J,I,J1),J1=1,K1),J1=1,K2)
28  CONTINUE
      II=INT(H/H1)
      K1=II
      K2=II
      C(I)=4H
      DO 1 J=2,II
        C(J)=C(J-1)+HH
      CONTINUE
      DO 17 I=1,K1
        K4(I)=0
        K5(I)=0
      CONTINUE
      K5=K1
      DO 20 I1=1,K1
        I10=K1-I1+1
        PR=C(I10)
        ILL=0
        III=0
        K200=1
        K201=KT

```

```

310  CONTINUE
    DO 300 I1=K200,K201
      IL=I1
      ZS=0.
      IPS=1
      IPR=1
      DO 200 I2=1,K1
        INF=0
        K2=X(I2)
        J3=0
        DO 40 I3=1,K2
          IF(LKR(I1,I2,I3).EQ.0) GO TO 60
          INF=1
          J3=J3+1
          VU=UV(I2,I3)
          VU=VU*10
          PN=PR*(1/2(I2,I3)-1/VU)/(1/RKD(I2)-PR/VU)
          N10=INT(PN)
          IF(PN-N10) 15,15,16
16      N10=N10+1
15      N(I3)=N10
          ZT=N(I3)*X(I2,I3)
          IF(J3-1) 51,61,62
62      IF(ZT-ZM) 61,60,60
61      ZM=ZT
          NM=I3
60      CONTINUE
          IF(INF.EQ.0) GO TO 300
          ZS=ZS+ZM
          IF(ILL.EQ.0) GO TO 200
          NK=N(NM)
          NM1(I2)=NM
          NK1(I2)=NK
          M6=NM2(I2)
          K6=NK2(I2)
          IF(M6.NE.40) IPS=2
          IF(M6.NE.40.OR.K6.NE.NK) IPR=2
200  CONTINUE
          IF(ILL.EQ.1) GO TO 305
          III=III+1
          IF(III.NE.1) GO TO 211
          ZSM=ZS
          III=IL
          GO TO 305
211  CONTINUE
          IF(ZS.GE.ZSM) GO TO 305
          ZSM=ZS
          III=IL
305  CONTINUE
          IF(ILL.EQ.1) GO TO 300
          IF(ILL.NE.40) GO TO 300
          II=III
          ILL=1
300  CONTINUE
          K201=III
          K200=III
          GO TO 310

```

```

379  CONTINUE
    DO 19 I4=1,K1
      AM(I4)=NM(I4)
9      A/2(I4)=AK1(I4)
      IF(IPR.E1.1) GO TO 18
      C(K5)=PR
      A(K5)=ZS
      B(K5)=ZS/PR
32     IF(IPS.EQ.2) PRINT *
      FORMAT(1X,'CMEIA CONTABA')
      PRINT 25,PR,ZS,B(K5)
25     FORMAT(1X,'ITEMP=',G10.4,'ZATP=',G10.4,'ZATP/T=MM=',G13.4)
      PRINT 80,(AT(I1),I1=1,K1)
      PRINT 80,(AM(J),JJ=1,K1)
      PRINT 80,(AK(L),L=1,K1)
80     FORMAT(1X,20(12,3X))
      K5=K5-1
      GO TO 20
18     KK=KK-1
23     CONTINUE
      PRINT 100,FK
      DO 26 I=1,FK
        I1=K1-KK+I
        A(I)=A(I1)
        B(I)=B(I1)
26     C(I)=C(I1)
        CL=1.
        CP=100.
        K7=1
        DO 27 J=1,FK
          Y1=A(I)*CL+B(I)
          DO 28 J=1,FK
            Y2=A(J)*CL+B(J)-Y1
            IF(Y2-0) 29,28,28
29          GO TO 27
28          CONTINUE
          K7=K7+1
          ND(K7)=I
27          CONTINUE
          K3=1
          DO 201 I=1,K7
            KB=ND(I)
            Y11=A(KB)*(CL+1)+B(KB)
            IF(I.NE.1) GO TO 202
            YM=Y11
            IM=I
            GO TO 201
202          IF(Y11.GE.YM) GO TO 201
            YM=Y11
            IM=I
201          CONTINUE
          DC(K3)=CL
          NC(K3)=ND(IM)

```

```

210  I=ND(K3)
      K7=7
      K9=7
      DO 35 J=1, KK
      IF(I.EQ.J) GO TO 35
      X1=(B(J)-B(I))/(A(I)-A(J))
      IF(X1.LE.0C(K3)) GO TO 35
      IF(X1.GT.0F) GO TO 35
      Y1=A(I)*X1+B(I)
      DO 36 KM=1, KK
      Y2=A(KM)*X1+B(KM)-Y1
      IF(Y2=0) 37, 36, 36
37   GO TO 38
36   CONTINUE
      K7=K7+1
      D(K7)=X1
      ND(K7)=J
      K9=1
      GO TO 35
38   CONTINUE
35   CONTINUE
      IF(MO.EQ.2) GO TO 245
      DO 243 I=1, K7
      IF(I.NE.1) GO TO 244
      DM=D(I)
      GO TO 243
244  IF(D(I).EQ.DM) GO TO 243
      DM=D(I)
245  CONTINUE
      K5=7
      DO 246 I=1, K7
      IF(D(I)=DM) 246, 247, 246
247  K5=K5+1
      AF(K5)=ND(I)
248  CONTINUE
      DO 248 I=1, K5
      KR=NF(I)
      Y11=A(KR)*(DM+1)+B(KR)
      IF(I.NE.1) GO TO 249
      Y1=Y11
      IM=1
      GO TO 248
249  IF(Y11.GE.YM) GO TO 248
      Y1=Y11
      IM=I
248  CONTINUE
      K7=K7+1
      D(K7)=DM
      ND(K7)=AF(IM)

```

```

285  CONTINUE
      IF(K9.EQ.1) GO TO 218
      DO 43 I=1,K3
        L5=NC(I)
        Z=A(L5)*DC(I)+B(L5)
        PRINT 44,DC(I),Z,C(L5)
44    FORMAT(1X,'0 ',G18.4,3X,'SATPATH ',G18.4,3X,'TEMP',G18.4)

```

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОГРАММЫ ОРТ2 (рис.2)

1. Количество видов работ  $K1$  и количество вариантов длин трассы  $L1$ .
2. Количество  $K5$  значений темпа  $P^H$ , для каждого из которых проводится расчет.
3. Начальное значение длины трассы  $PL$  и величина шага по длине  $H$ .
4. Длина  $DK$  участка, осваиваемого с одного места базирования.
5. Время развертывания потока  $TR$ , время перебазировки потока  $TP$  и время одной внутриобъектной перебазировки  $TW$ .
6. Массив  $K_{чисел}$  рассматриваемых вариантов модулей по каждому виду работ.
7. Массив  $X$  приведенных затрат на модуль.
8. Массив  $Q$  производительностей модулей.
9. Массив  $UV$  транспортных скоростей при перемене модулей захватки.
10. Массив  $RKO$  отношений длин участков, на которых ведутся работы данного вида, к проектной длине трассы.

<i>RKO</i>	<i>10</i>
<i>UV</i>	<i>9</i>
<i>Q</i>	<i>8</i>
<i>X</i>	<i>7</i>
<i>K</i>	<i>6</i>
<i>TR, TP, TW</i>	<i>5</i>
<i>DK</i>	<i>4</i>
<i>DL, H</i>	<i>3</i>
<i>K5</i>	<i>2</i>
<i>K1, L1</i>	<i>1</i>

Рис.2. Пакет исходных данных программы CRT2

### ПРИМЕР РАСЧЕТА НЕПРЕРЫВНОГО ГРАФИКА РАБОТЫ ПОТОКОВ

На рис.3 приведена условная карта, на которой нанесены географические центры **объектов**, а также центры базирования строительных организаций. Все результаты расчета приведены в табл.1-6. В табл.1 указаны данные по годовой выработке потоков, приведены координаты их местоположения, а в табл.2 дан перечень участков с плановыми сроками окончания строительства, протяженностью и координатами центров расположения. Координаты измерены здесь в сантиметрах; для экономии места масштаб на карте 1:3. Если пользователь хочет вести измерения координат в километрах, то он должен задать масштабный коэффициент в исходных данных. Например, если 1 см на карте означает 100 км, то масштабный коэффициент будет равен 100.

В рассматриваемом примере потоки вначале помещены в центры базирования строительных организаций: потоки № 1,2,3 - в крайний центр справа, поток № 5 - в крайний центр слева, поток № 4 - в середине между ними. Вообще потоки следует помещать в то место на карте, где они будут находиться к началу планируемого года. Если же это трудно предвидеть, то потоки рекомендуется помещать в центры базирования строительных организаций.

В ходе расчета по программе потоки будут перемещаться по участкам. Маршрут перемещения зависит от заданных критериев. Критерием может быть минимизация длин перебазировок (код критерия 100) или минимизация близости к центрам базирования строительных организаций (код критерия 001). В первом случае - вариант I (критерий 100) очередной "спорный" участок закрепляется за потоком, который расположен к нему в данный момент ближе других потоков при условии, что этот поток способен закончить "спорный" участок в срок.

Во втором случае - вариант II (критерий 001) "спорный" участок закрепляется за потоком, центр управления которого ближе к данному участку. При этом также проверяют загрузку.

Расчетный период в I год был разбит на 6 интервалов: 3, 2,1,3,1,2, т.е. сначала первые 3 месяца, затем следующие 2 ме-



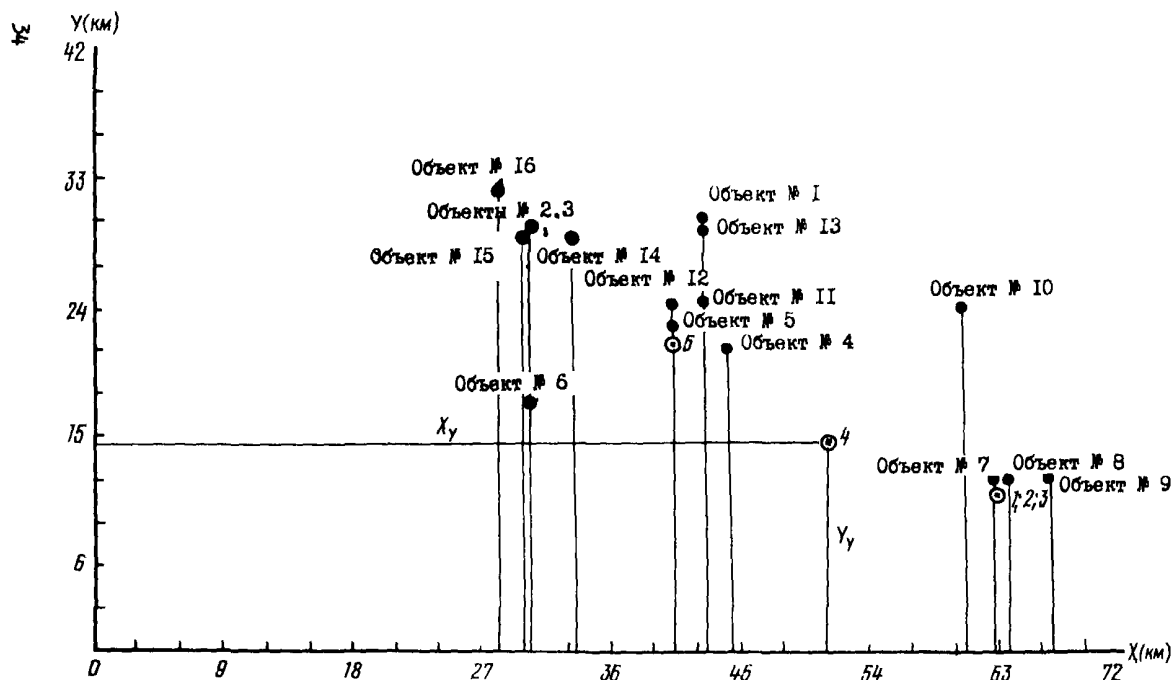


Рис. 3. Схематичная карта расположения объектов и мест базирования строительных организаций:

⊙ - места базирования потоков; ● - центр объектов трассы

Таблица 1 СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

№ п/п	ИСПОЛНИТЕЛЬ	ГОДОВАЯ МОЩНОСТЬ	КООРДИНАТЫ	
			X	Y
1	2	3	4	5
1	ПОТОК-1	98	64	18
2	ПОТОК-2	92	64	18
3	ПОТОК-3	94	64	18
4	ПОТОК-4	95	52	14
5	ПОТОК-5	95	48	21

ТАБЛИЦА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА  
НЕПРЕРЫВНОГО ГРАФИКА РАБОТЫ ПОТОКОВ

Таблица 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОБЪЕКТОВ

№ п/п	Объект /участок /	ИСПОЛНИТЕЛЬ	ПЛАНОВЫЙ СРОК ОКОНЧАНИЯ	ОБЪЕМ	КООРДИНАТЫ	
					X	Y
1	2	3	4	5	6	7
1)	№ 1	№0	83 3	9	4	3
2)	№ 2	№0	83 5	27	31	3
3)	№ 3	№0	83 5	27	31	3
4)	№ 4	№0	83 5	21	46	2
5)	№ 5	№0	83 9	17	46	2
6)	№ 6	№0	83 9	13	31	1
7)	№ 7	№0	83 18	11	64	1
8)	№ 8	№0	83 18	31	6	1
9)	№ 9	№0	83 12	7	6	1
10)	№ 10	№0	83 12	26	6	1
11)	№ 11	№0	83 12	17	4	2
12)	№ 12	№0	83 12	37	4	2
13)	№ 13	№0	83 12	2	4	2
14)	№ 14	№0	83 12	42	3	2
15)	№ 15	№0	83 12	36	3	3
16)	№ 16	№0	83 12	33	2	3

1,77 0,88 0,88  
3 2 1 3 1 2

# РАСЧЕТНЫЕ ТАБЛИЦЫ

ВАРИАНТ I

УЧЕТ ТОЛЬКО КРУТ. ЗАГРУЗКИ. ИНТЕРВАЛ И 6. ОБЪЕКТ № 12 ЗАКРЕПЛЕН ЗА ПОТОК-1  
УЧЕТ ТОЛЬКО КРУТ. ЗАГРУЗКИ. ИНТЕРВАЛ И 6. ОБЪЕКТ № 10 ЗАКРЕПЛЕН ЗА ПОТОК-8  
УЧЕТ ТОЛЬКО КРУТ. ЗАГРУЗКИ. ИНТЕРВАЛ И 6. ОБЪЕКТ I 16 ЗАКРЕПЛЕН ЗА ПОТОК-5  
СУММА ПЕРЕБ. 78,73

Таблица 3 ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

№ п/п	ИСПОЛНИТЕЛЬ	ГОДОВАЯ КОМКОСТЬ	НОМИНАЛЬНАЯ		ПЛАНИРУЕМАЯ		КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛ. ЗАКАЗ- ИМОЖ. ПОСТУП.	ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ					
			МОЩНОСТЬ НА РАСЧЕТНЫМ СРОК	МОЩНОСТЬ НА РАСЧЕТНЫМ СРОК	МОЩНОСТЬ НА РАСЧЕТНЫМ СРОК	МОЩНОСТЬ НА РАСЧЕТНЫМ СРОК		G1	G2	G3	G4	G5	G6
1	ПОТОК-1	98	98	77	0,861	1,111	7,11	9,31	33,51	49,11	14,81	72,5	
2	ПОТОК-2	98	98	55	0,611	0,861	2,41	2,71	25,71	27,51	5,81	25,5	
3	ПОТОК-3	98	98	75	0,831	1,171	6,11	9,21	4,51	14,31	14,31	5,1	
4	ПОТОК-4	95	95	63	0,661	0,831	8,71	8,81	27,11	27,21	1,41	27,1	
5	ПОТОК-5	95	95	86	0,911	1,241	6,61	11,51	11,81	16,31	15,31	12,6	
СРЕДНИЕ ПО J								4,6	6,7	28,5	24,9	17,8	28,6

G1-СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ ОТ УЧАСТКОВ ДО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЦЕНТРА УЧАСТКОВ  
G2-РАССТОЯНИЕ ОТ САМОГО УДАЛЕННОГО УЧАСТКА ДО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЦЕНТРА УЧАСТКОВ  
G3-СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ ОТ УЧАСТКОВ ДО АДМИНИСТРАТИВНОГО ЦЕНТРА ИСПОЛНИТЕЛЯ  
G4-РАССТОЯНИЕ ОТ САМОГО УДАЛЕННОГО УЧАСТКА ДО АДМИНИСТРАТИВНОГО ЦЕНТРА ИСПОЛНИТЕЛЯ  
G5-МАКСИМАЛЬНАЯ УДАЛЕННОСТЬ МЕЖДУ УЧАСТКАМИ  
G6-РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ГЕОГРАФИЧЕСКИМ ЦЕНТРОМ УЧАСТКОВ И АДМИНИСТРАТИВНЫМ ЦЕНТРОМ ИСПОЛНИТЕЛЯ

Таблица 4 ОРИЕНТИРОВОЧНОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ

№ п/п	Объект /участок/	ИСПОЛНИТЕЛЬ	ПЛАНОВЫЙ СРОК		РАСЧЕТНЫЙ СРОК		ОБЪЕМ	КООРДИНАТЫ	
			ОКОНЧАНИЯ	ОКОНЧАНИЯ	ОКОНЧАНИЯ	ОКОНЧАНИЯ		X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8		
1	1	ПОТОК-3	83	3	83	3	9	41	32
2	2	ПОТОК-4	83	5	83	5	27	31	31
3	3	ПОТОК-1	83	5	83	5	27	31	31
4	4	ПОТОК-2	83	6	83	5	21	44	21
5	5	ПОТОК-3	83	9	83	8	17	48	22
6	6	ПОТОК-1	83	9	83	8	13	31	17
7	7	ПОТОК-3	83	10	83	3	11	64	18
8	8	ПОТОК-3	83	10	83	9	31	64	18
9	15	ПОТОК-4	83	12	83	10	36	38	38
10	9	ПОТОК-3	83	12	83	11	7	67	12
11	11	ПОТОК-2	83	12	83	11	17	41	25
12	11	ПОТОК-1	83	12	83	4	2	43	29
13	12	ПОТОК-1	83	12	84	2	37	48	24
14	12	ПОТОК-4	83	12	83	11	42	32	29
15	14	ПОТОК-3	83	12	84	3	26	61	24
16	16	ПОТОК-5	83	12	84	3	33	28	32

0,75 0,80 1,00  
1 2 3 4

ВАРИАНТ II

УЧЕТ ТОЛЬКО КРИТ. ЗАГРУЗКИ, ИТЕРАЦИЙ 4, ОБЪЕКТ № 12 ЗАКРЕПЛЕН ЗА ПОТОК-5  
УЧЕТ ТОЛЬКО КРИТ. ЗАГРУЗКИ, ИТЕРАЦИЙ 6, ОБЪЕКТ № 15 ЗАКРЕПЛЕН ЗА ПОТОК-4  
СУММА ПЕРЕГРУЗ 131,53

Таблица 5 ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНИТЕЛЯ

№ п/п	ИСПОЛНИТЕЛЬ	ПЛАНОВАЯ МОЩНОСТЬ	НОМИНАЛЬНАЯ		ПЛАНИРУЕМАЯ		КОЭФИЦИЕНТ ИСПОЛ. ЗАКАЗ- ИЩНИКА / ТООС	ХАРАКТЕРИСТИКИ КООДИНАЦИИ					
			РАСЧЕТНЫЙ СРОК	НА СРОК	РАСЧЕТНЫЙ СРОК	НА СРОК		G1	G2	G3	G4	G5	G6
1	ПОТОК-1	88	98	84	8,75	8,98	17,41	21,31	17,81	39,31	30,11	1,21	
2	ПОТОК-2	94	98	59	8,61	8,91	18,91	14,21	8,81	22,81	24,71	7,41	
3	ПОТОК-3	98	98	59	8,61	8,82	4,91	7,41	32,31	47,21	4,81	34,1	
4	ПОТОК-4	95	95	96	1,81	1,26	1,51	1,11	28,11	38,81	1,11	16,1	
5	ПОТОК-5	95	95	78	8,81	1,24	5,91	12,1	6,71	11,11	1,11	1,11	
СРЕДНЕ ПО 1								8,1	11,8	18,7	28,8	19,8	8,3

G1-СРЕДНЕЕ РАСТОЯНИЕ ОТ УЧАСТКА ДО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЦЕНТРА УЧАСТКА  
G2-РАСТОЯНИЕ ОТ САМОГО УДАЛЕННОГО УЧАСТКА ДО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЦЕНТРА УЧАСТКА  
G3-СРЕДНЕЕ РАСТОЯНИЕ ОТ УЧАСТКА ДО АДМИНИСТРАТИВНОГО ЦЕНТРА ИСПОЛНИТЕЛЯ  
G4-РАСТОЯНИЕ ОТ САМОГО УДАЛЕННОГО УЧАСТКА ДО АДМИНИСТРАТИВНОГО ЦЕНТРА ИСПОЛНИТЕЛЯ  
G5-НОМИНАЛЬНАЯ УДАЛЕННОСТЬ МЕЖДУ УЧАСТКАМИ  
G6-РАСТОЯНИЕ МЕЖДУ ГЕОГРАФИЧЕСКИМ ЦЕНТРОМ УЧАСТКА И АДМИНИСТРАТИВНЫМ ЦЕНТРОМ ИСПОЛНИТЕЛЯ

Таблица 6 ОРИЕНТИРОВОЧНОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ

№ п/п	ОБЪЕКТ /участок/	ИСПОЛНИТЕЛЬ	ПЛАНОВЫЙ СРОК		РАСЧЕТНЫЙ СРОК		ОБЪЕМ	КООРДИНАТЫ	
			ОКОНЧАНИЯ	ОКОНЧАНИЯ	ОКОНЧАНИЯ	ОКОНЧАНИЯ		X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	№ 1	ПОТОК-3	83	3	83	3	9	41	32
2	№ 2	ПОТОК-4	83	5	83	5	27	31	33
3	№ 8	ПОТОК-1	83	5	83	5	27	31	31
4	№ 4	ПОТОК-3	83	6	83	5	21	44	21
5	№ 5	ПОТОК-4	83	9	83	6	17	48	22
6	№ 6	ПОТОК-4	83	9	83	9	13	31	17
7	№ 7	ПОТОК-1	83	18	83	8	11	64	18
8	№ 8	ПОТОК-2	83	18	83	9	31	64	18
9	№ 15	ПОТОК-1	83	12	83	18	36	38	38
10	№ 10	ПОТОК-1	83	12	83	12	18	61	24
11	№ 9	ПОТОК-7	83	12	83	11	7	47	12
12	№ 12	ПОТОК-5	83	12	84	2	31	46	24
13	№ 11	ПОТОК-3	83	12	83	4	17	41	25
14	№ 14	ПОТОК-5	83	12	83	11	42	32	29
15	№ 18	ПОТОК-4	83	12	84	3	2	43	29
16	№ 16	ПОТОК-4	83	12	84	3	33	28	32

0.11.87R11-4

сяца и т.д. Это сделано в соответствии с плановыми сроками окончания участков (см.табл.2); окончание первого участка намечено на март, второго и третьего - на май (3+2), четвертого - на июнь (3+2+1=6), пятого - на сентябрь (3+2+1+3=9), шестого и седьмого - на октябрь (3+2+1+3+1=10), остальных - на декабрь (3+2+1+3+1+2=12). При разбишке календарного периода на 6 интервалов неравномерность загрузки исполнителей в течение года и связанные с этим возможные срывы сроков окончания участков наименее вероятны.

В рассматриваемом примере требование п.7.5.12 не было соблюдено, что действительно выразилось в несоответствии суммарной годовой выработки потоков объему плановых заданий. В табл.1 суммарная годовая выработка потоков -  $90 \cdot 3 + 95 \cdot 2 = 460$  км/год, в то время как она должна быть равна по меньшей мере величине

$$\frac{I_2 \cdot I_2 \cdot 5 \cdot 356}{5 \cdot I_2 \cdot I_2 - I_2 \cdot I_6 \cdot I} \approx 490 \text{ км/год.}$$

Поэтому естественно ожидать, что некоторые участки не удастся сдать в срок.

Время одной перебазировки принято в примере за один месяц. Предполагается, что время перебазировки несущественно зависит от ее длины.

Коэффициент на выработку в зимние месяцы принят в примере 0,9, а на летние месяцы - 1,10; предполагается, что работы производятся круглый год в условиях, близких к средней зоне.

Вариант II с критерием ООI (табл.5-6), где осуществляется стремление приблизить участки к центрам начального базирования исполнителей, характеризуется длиной перебазировок 131,5 и заметной перегрузкой потоков № 4 и 5. Коэффициенты занятости по этим потокам соответственно 1,26 и 1,24. Указанный коэффициент показывает, сколько времени занят поток на участках и перебазировках по отношению к расчетному периоду. Превышение коэффициента занятости единицы означает, что некоторые участки не удастся сдать в срок (объекты №12,16,15).

Из табл.6 видно, что срыв сроков наблюдается по трем участкам соответственно на 2, 3 и 3 мес. Срывают сроки, как и следует ожидать, перегруженные потоки № 4 и 5.

Вариант I с критерием IOO (см.табл.3-4), где осуществляется стремление минимизировать общую длину перебазировок, характеризуется меньшей,сравнительно с предыдущим вариантом, величиной перебазировок - 70,7. Перегрузка имеет место по потокам № 1,3,5. Срывы сроков отмечены также по трем объектам (табл.4), но по объекту №16 срыв достигает здесь 5 мес.

Характеристики концентрации ресурсов на территории по исполнителям и в целом значительно лучше в варианте I по сравнению с вариантом II. Так, почти в два раза меньше следующие характеристики концентрации: среднее расстояние объектов от их географических центров по каждому потоку; расстояние самого удаленного объекта от географического центра, а также максимальная удаленность между объектами. Близости к центрам начального базирования потоков примерно одинаковы в обоих вариантах.

Вопрос с тем, какой вариант выбрать, решает пользователь с учетом перечисленных обстоятельств. При этом надо иметь в виду, что неравномерная загрузка и связанные с этим срывы сроков могут быть иногда устранены путем перераспределения машинных и людских ресурсов между потоками. Если это возможно, то более предпочтительным представляется вариант I с критерием IOO, так как общая длина перебазировок у него значительно меньше (70,7 против 131,5).

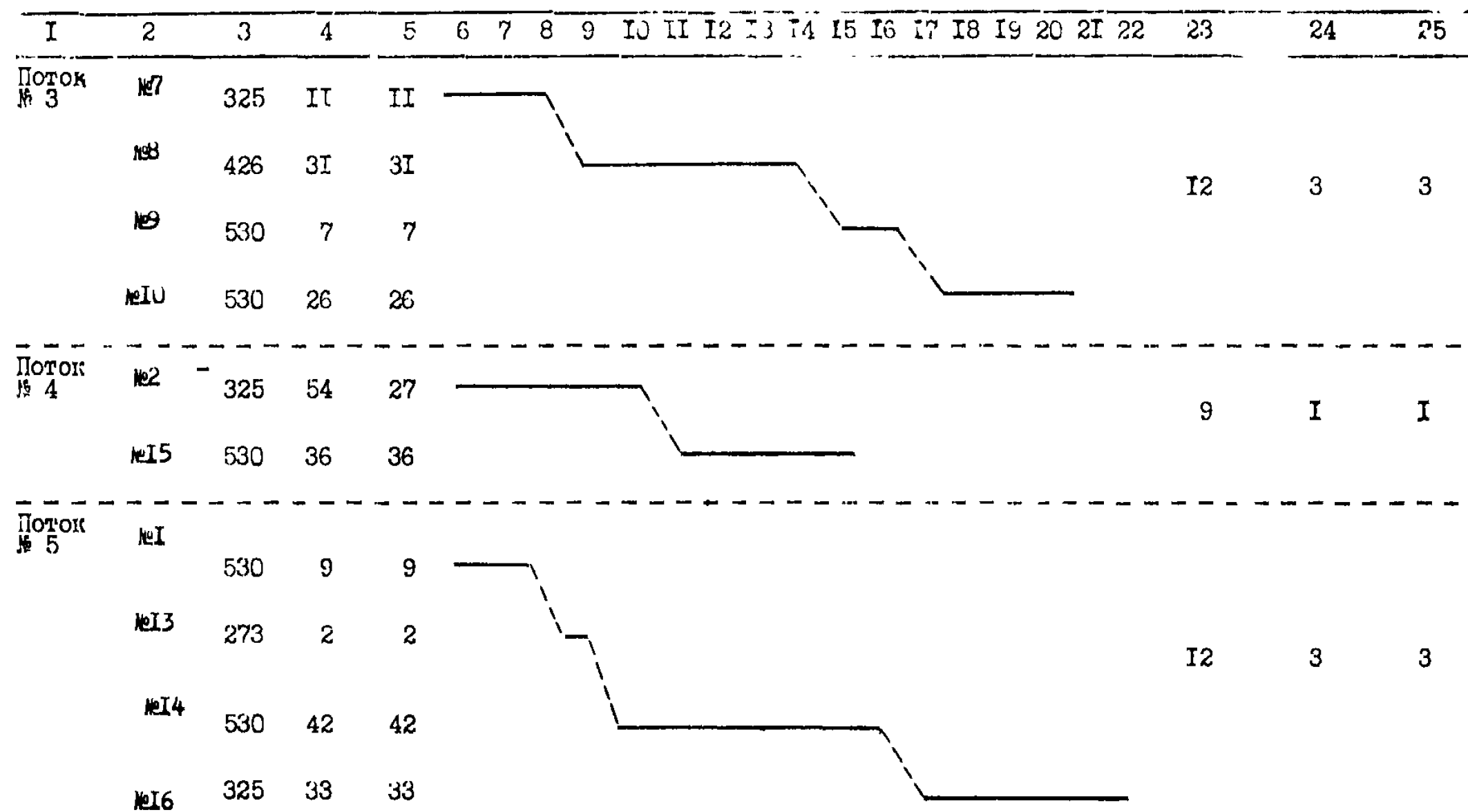
Важную информацию о преимуществах и недостатках вариантов могут также дать циклограммы для потоков по обоим вариантам.

В качестве примера приведен непрерывный календарный график работ потоков для варианта I.

Следует обратить внимание пользователя на следующие моменты. Если попадаютс я объекты, находящиеся в таежно - болотистой зоне, где работа возможна 6 мес в году, то такие объекты и предназначенные для них потоки нужно выделить и расчет вести отдельно. Если по каким-либо соображениям за некоторыми потоками необходимо в любом случае закрепить отдельные объекты, то это надо сделать, внося в табл.2 исходных данных в гр.3 соответствующую информацию (см.прил.5).

Программа ЗИС-I имеется на магнитных носителях во ВНИИСте и в Институте экономики строительства Госстроя СССР.

Испол- ни- тель	Объект	Диаметр тру- бо- про- вода, мм	Об- щая дли- на, км	Длина уча- стка, пере- дава- емого пото- ку, км	1983 г.												1984 г.					Продол- житель- ность актив- ной ра- боты, мес	Продол- житель- ность переба- зирова- ния, мес	Кол-во переба- зирова- ния за рас- сма- триваемый период
					месяцы												месяцы							
					И	П	М	А	М	И	И	С	О	Н	Д	Я	И	П	М	А	М			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Поток № 1	№3	325	54	27																				
	№6	530	13	13																12	2	2		
	№12	325	37	37																				
<hr/>																								
Поток № 2	№4	273	21	21																				
	№5	219	17	17																9	2	2		
	№11	530	17	17																				





## ИНСТРУКЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛИ ПРОГРАММЫ СИС-1

Программа оформлена в виде исходного модуля на ПК. Исходные данные вводятся из входного потока на ПК. Запуск программы осуществляется обычным способом с помощью каталогизированной процедуры.

Во входном потоке первым задается параметр "Начальная дата" в виде двух целых чисел - года и месяца. Например: 82 1, что означает, что начало расчетов следует с января 1982 г. Этот параметр набивают на отдельной перфокарте, которая идет первой в исходных данных.

Количество вариантов расчета задается с помощью величины МК, обозначающей собственно количество троек весов P1, P2, P3 и стоящей второй - во входном потоке.

Затем во входном потоке следуют величины: N - количество расчетных периодов и далее - величина M - количество исполнителей. Максимальное значение - 50.

Далее во входном потоке следуют:

МК - ~~троечки~~ строки векторов P1, P2, P3; рекомендуется задавать две строки 1 0 0 0 и 0 0 0 1;

N величин - значений расчетных периодов (в мес);  
значение коэффициента КОЕФ (масштабный коэффициент);  
требование дополнительной печати - 1 1 (если 1 0, то не печатать);

число вариантов для оптимизации (рекомендуется 50);  
продолжительность одной перебазировки (в мес);  
коэффициент на выработку в зимние месяцы;  
коэффициент на выработку в летние месяцы;  
наименование исполнителей (в апострофах), их годовые выработки и координаты (каждое данное через интервал); число карт соответствует числу исполнителей, на каждой карте набиваются данные по одному исполнителю;

наименование участков (в апострофах), исполнитель (если он до расчета уже закреплен), плановый срок окончания (например, 83 1 4), протяженность (объем работ), координаты; на каждой карте набиваются данные по одному участку; максимальное число 500 участков.

Окончание ввода контролируется программой: способом. Контроль исходных данных осуществляется визуально с помощью распечатки на АЦПУ.

В программе предусмотрено два аварийных выхода, когда в машине неправильно сосчитаны коэффициенты загрузки.

В результате работы программы на АЦПУ выдаются:

суммарная длина всех перебазировок;

таблица закрепления участков за исполнителями - I-ЗИС с указанием расчетных сроков окончания работ на участках;

таблица характеристик исполнителей с указанием коэффициентов использования их мощностей и занятости, а также характеристик рассредоточенности участков каждого потока по территории;

перечень участков, закрепленных за потоками в условиях, когда критерием закрепления является минимум перегрузки, а дальность перебазировок не принимается во внимание.

При подготовке исходных данных в случае, когда на некотором участке не закреплен еще исполнитель, на перфокарте наблюдается символьный элемент 'NO' на месте EXCTR NAME

Разбивку на расчетные периоды рекомендуется делать в тех случаях, когда загрузка исполнителей по результатам предыдущих расчетов по программе оказалась неравномерной во времени. Желательно, чтобы концы периодов совпадали с плановыми сроками окончания объектов (участков).

Для большей достоверности результатов в список объектов (участков) рекомендуется включать и те из них, где в данный момент ведутся работы каждым исполнителем.

При задании тройки весов следует иметь в виду, что значаще следует критерий минимума близости к ближайшему участку, где есть ресурсы данного исполнителя, затем критерий близости к центру тяжести ресурсов, затем критерий близости к административному центру исполнителя.

Следует иметь в виду, что качество предлагаемого программой закрепления зависит от следующих причин: степени сбалансированности между требованиями плана (сроки окончания объектов) и мощностями исполнителей; крупности объектов (участков), закрепленных за одним исполнителем, и некоторых других причин.

Так, при недостаточной сбалансированности или чрезмерной крупности объектов (участков) результаты расчета потребуют

корректировки. Поэтому прежде чем использовать результат расчета в дальнейшей работе, пользователь должен ознакомиться с ним и внести, если это необходимо, изменения в исходные данные и вновь сделать расчет.

Задельные объекты, срок окончания которых выходит за пределы последнего периода, программа не закрепляет. Чтобы произвести закрепление задельных объектов, необходимо передвинуть срок их окончания на конец последнего периода. Масштабный коэффициент не должен превышать величин порядка четырех, где  $\chi$  - порядок координат.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баталин Ю.П. и др. Организация строительства магистральных трубопроводов. М., Недра, 1980.

2. Руководство по организации строительства промышленных предприятий на основе долговременных потоков с непрерывным планированием. М., Стройиздат, 1980.

3. Схемы комплексной механизации работ по строительству линейной части магистральных трубопроводов. М., ВНИИСТ, 1980.

4. Технологические карты по производству основных видов работ при сооружении линейной части магистральных трубопроводов. М., 1980, 1981, 1982.

5. З и н е в и ч А.М., К а р п е н к о М.П., Б е р е з и н В. А., Т е л е г и н Д. Г. Совершенствовать организацию строительства на основе синхронизации потока работ, "Строительство трубопроводов", 1977, № 1.

6. К а р п е н к о М.П. Организация строительства магистральных трубопроводов за рубежом. М., НИПИЭСУнефтегазстрой, 1977.

7. С п е к т о р М. Д. Выбор оптимальных вариантов организаций и технологий строительства. М., Стройиздат, 1980.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	3
2. Система уровней технологической специализации бригад .....	4
3. Методика построения технологических циклограмм производства работ комплексных (укрупненно-специализированных) бригад .....	8
4. Методика определения оптимального ресурсного состава и мощности потока .....	9
5. Подготовка исходных данных для расчетов по методике .....	11
6. Описание алгоритма расчета .....	12
7. Методика разработки непрерывного календарного графика .....	13
8. Разработка объектного графика производства работ на участке потока .....	18
Приложения .....	21
Литература .....	45

Руководство  
по непрерывному планированию работы долговременных  
потоков на строительстве линейной части магистральных  
трубопроводов с учетом их темпов и ресурсного состава  
на стадии разработки ППР

Р 488-83

Издание ВНИИСТА

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

Д- 91074	Подписано в печать 11/1 1983 г.	Формат 60x84/16
Печ.л. 3,0	Уч.-изд.л. 2,5	Бумл.л. 1,5
Тираж 650 экз.	Цена 25 коп.	Заказ 91

Ротапринт ВНИИСТА